

## Akzeptanz von Formeln - Vergleich zweier Erhebungen -

**Alexander Strahl\*, Matthias Mohr\*, Ulf Schleusner\*, Michael Krecker\*, Rainer Müller\***

\* TU-BS, IFdN, Abteilung: Physik und Physikdidaktik,  
Pockelsstraße 11, 38106 Braunschweig  
[a.strahl@tu-bs.de](mailto:a.strahl@tu-bs.de), [mattze.mohr@googlemail.com](mailto:mattze.mohr@googlemail.com), [u.schleusner@gmx.de](mailto:u.schleusner@gmx.de),  
[mi.krecker@gmx.de](mailto:mi.krecker@gmx.de), [rainer.mueller@tu-bs.de](mailto:rainer.mueller@tu-bs.de)

### Kurzfassung

Im Rahmen einer Untersuchung zum Formelverständnis bei Schülerinnen und Schülern werden in zwei Erhebungswellen unterschiedliche Jahrgangsbereiche miteinander verglichen. Die Ergebnisse sind in beiden Erhebungen ähnlich: Die Bedeutung von Formeln wird von Lernenden als hoch eingeschätzt, Formeln werden nicht durchweg abgelehnt.

### 1. Problem

Der zufällig belauschte Dialog einer Schülerin und eines Schülers umreißt das in dieser Arbeit dargestellte Thema: „Die Klassenarbeit morgen wird leicht. Es gibt nur eine Formel, einsetzen, fertig“ – „Oh, ja, Formel ist immer gut“.

In der hier dargestellten Untersuchung wurde die Formelakzeptanz von Schülerinnen und Schülern erfasst. In zwei Erhebungswellen wurde unterschiedliche Jahrgangsbereiche miteinander verglichen. In der Sekundarstufe II wurden 100 Personen befragt, in der Sekundarstufe I 444. In dieser Arbeit wird über die Ergebnisse der zweiten Erhebungswelle (Sekundarstufe I) berichtet und ein Vergleich mit den vorher erhobenen Daten (Sekundarstufe II) gegeben.

Studie	Klas.	Schule	N	Frag.	Cr.- $\alpha$
Schleusner & Mohr 2007	11-13	Gym./IGS	100	31	0,540
Krecker & Strahl 2009	7-10	HS/RS/ Gym./IGS	444	31+2	0,633

**Tab. 1:** Daten der Studien

Die erste Erhebungswelle wurde 2007 von Mohr & Schleusner durchgeführt (beschrieben in Strahl et al. 2008 [1]), die zweite von Krecker & Strahl 2009.

### 2. Probanden

Die befragten Schülerinnen und Schüler stammten aus den Klassenstufen sieben bis zehn und besuchten eine Hauptschule (25 Befragte), zwei Realschulen (210 Befragte), drei Gymnasien (160 Befragte) sowie eine IGS (49 Befragte).

Die Stichprobe bestand aus 214 (48,2 %) weiblichen und 226 (50,9 %) männlichen Befragten, vier (0,9 %) verweigerten die Angabe über das Geschlecht.

	HS	RS	Gym.	IGS
7. Klasse			56	
8. Klasse		59	52	
9. Klasse	25	120	30	
10. Klasse		31	21	49
Missing			1	

**Tab. 2:** Verteilung nach Schulform und Jahrgang

Bei der Stichprobe handelt es sich um eine willkürliche Auswahl. Aus Tabelle 2 lässt sich ablesen, dass die Probanden kein repräsentatives Abbild der Grundgesamtheit darstellen. Für die Problemstellung ist diese Stichprobe aber ausreichend [2].

### 3. Fragebogen

Der Fragebogen ist in vier Teile aufgliedert:

Teil A des Fragebogens dient der Codierung.

Teil B umfasst vier Angaben zur Person, Geschlecht, Klassenstufe, angestrebter Kurs in der Sekundarstufe II und die letzte Note in Physik auf dem Zeugnis.

Teil C bildet den Kern des Fragebogens. Hier sollen 33 Aussagen über Formeln anhand einer Likert-Skala bewertet werden. Diese Intervallskala enthält mit den positiven ganzen Zahlen eine gerade Anzahl an Unterteilungen. Das Niveau reicht von „trifft gar nicht zu“ mit dem Wert *eins* bis zu „trifft ganz genau zu“ mit *zehn*. Dies führt dazu, dass es keine ankreuzbare Mitte gibt, da das Mittel der Skala bei 5,5 liegt und somit außerhalb der ganzen Zahlen. Die Skala ist endpunktbenannt. Eine Möglichkeit keine Bewertung vorzunehmen, (*weiß nicht*) gab es nicht. Die Aussagen lassen sich in drei Bereiche gliedern (15 Aussagen zum Einschätze der persönlichen Könnens, 12 Aussagen zur Einstellung zum Fach und 6 Aussagen zum Lehrstil).

Der Teil D des Fragebogens besteht aus einem offenen Feld, in das Formeln aus dem Physikunterricht eingetragen werden sollten.

Von 565 ausgegebenen Fragebögen kamen 448 ausgefüllt zurück, dies ergibt eine Rücklaufquote von 79,3 %. Vier Fragebögen ( $\approx 0,9\%$ ) wurden gänzlich aus dem Datensatz herausgenommen.

#### 4. Ergebnis

Cronbachs  $\alpha$  der zweiten Untersuchung liegt bei 0,633 (siehe Tab. 1) und ist somit nur als ausreichend zu betrachten [2]. Ein Weglassen von Items ergab aber keine nennenswerte Verbesserung.

Eine Übersicht der Mittelwerte beider Befragungen ist in Abbildung 6 dargestellt. Die Tendenz zur Mitte 5,5 spiegelt sich in der zweiten Befragung viel stärker wider als in der ersten. Bei einigen Aussagen hat 5 den höchsten Peak. Um deutlichere Aussagen zu erhalten scheint es vorteilhaft, eine Möglichkeit anzubieten, sich nicht entscheiden zu müssen „weiß nicht“ [2], damit bei Unsicherheit nicht die gefühlte Mitte angekreuzt werden muss.

In der Wiederholung lassen sich fast alle Korrelationen bestätigen: die Faktoren sind ca. um 0,1 geringer als bei der ersten Untersuchung.

##### 4.1. Einzelergebnisse

Die Aussage 2, dass Formeln eher zu unanschaulich sind und deshalb nicht verstanden werden, wird zwar nicht so deutlich abgelehnt wie in der ersten Untersuchung (siehe Abb. 6), aber dennoch eher verneint (siehe Abb. 1) und deckt sich mit den Ergebnissen aus [3].

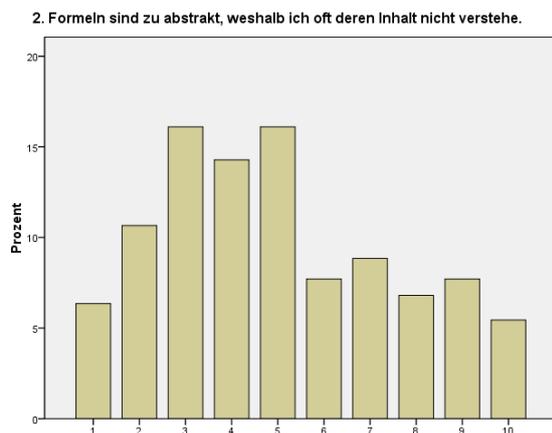


Abb. 1: Mangelnde Anschaulichkeit von Formeln

Bei einem Vergleich zwischen Einschätzung des mathematischen und physikalischen Inhaltsverständnisses bei Formeln (Aussage 6 & 7) schätzen sich die Schülerinnen und Schüler im Mittel beim mathematischen Inhaltsverstehen ( $6,01 \pm 2,26$ ) etwas höher ein, als beim physikalischen ( $5,55 \pm 2,29$ ). Dies ist ebenso bei der Bewertung des allgemeinen mathematischen und physikalischen Verständnisses (Aussage 5 & 1) so.

Es ist interessant, dass viele Befragten Formeln hilfreich für das Verstehen von Physik finden (Abb. 2).

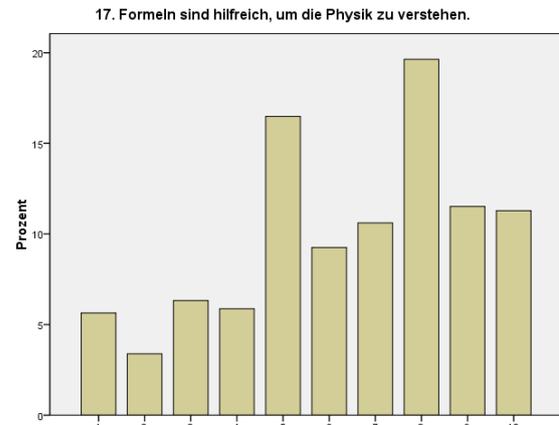


Abb. 2: Formeln hilfreich für das Verstehen

Der Peak bei 5 lässt sich vermutlich damit erklären, dass einige dies nicht beantworten konnten und sich für die gefühlte Mitte entschieden. Dennoch ist der größte Peak bei 8.

Die Aussage „Wenn ich die Bedeutung der Buchstaben kenne, verstehe ich auch den Inhalt der Formel.“ wird von den meisten bejaht (Abb. 3).

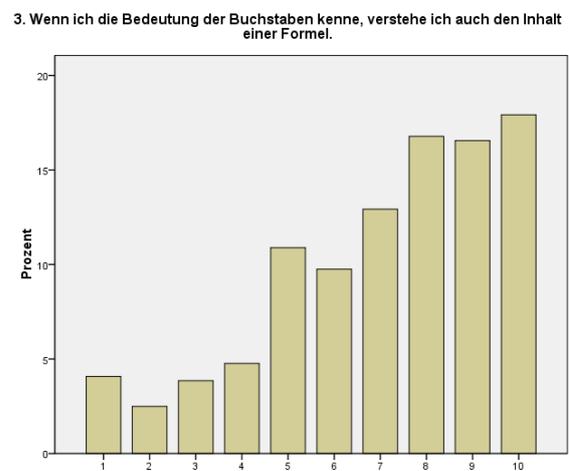


Abb. 3: Bedeutung von Buchstaben

Für die Aussage 20 „Ich verstehe nicht, wieso man so viele Formeln lernen soll.“ mit einem Mittelwert von  $4,91 \pm 3,15$  ist es sinnvoll sich die Einzeldarstellung (Abb. 4) anzusehen.

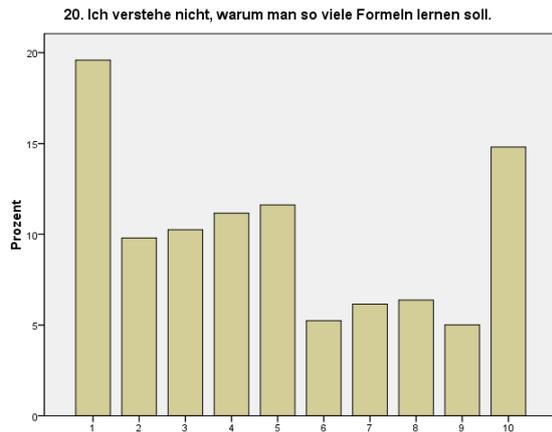


Abb. 4: Unverständnis zum Formellernen

Hier scheint es zwei Lager zu geben, die Peaks liegen auf der 1 und auf der 10, also bei den jeweiligen Extremwerten. Das Lager welches die Aussage ablehnt scheint etwas größer zu sein.

Obwohl es bei Aussage 24 (*Die physikalischen Hintergründe sind meines Erachtens nach wichtiger als die sie beschreibenden Formeln.*) mit 29,7 einen sehr ausgeprägten Peak bei 5 gibt – sich die Befragten also nicht sicher sind – wird die Frage von den übrigen Befragten meist bejaht (Abb. 5).

24. Die physikalischen Hintergründe sind meines Erachtens nach wichtiger als die sie beschreibenden Formeln.

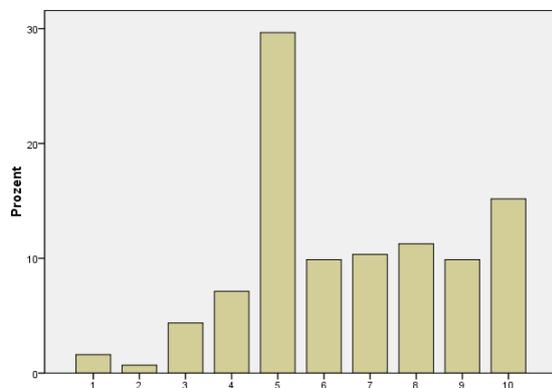


Abb. 5: Wichtigkeit von Formeln

Bei Aufteilung der Daten in Mädchen und Jungen fallen bei vier Aussagen (1, 22, 32, 33) deutliche Unterschiede auf. Items 22, 32, 33 sind Aussagen zur Einstellung gegenüber der Physik. Für die Aussagen 32 und 33 liegt der Mittelwert bei den Jungen höher, bei 22 bei den Mädchen. Dies passt gut zueinander, da Aussage 22 (*Ich kann Physik nicht leiden.*) negativ formuliert ist. Beim Einschätzen des persönlichen Könnens schätzen sich Mädchen im Mittel knapp 2 Skalenwerte schlechter ein als Jungen.

## 4.2. Korrelationen

### Erste Untersuchung (Mohr & Schleusner 2007)

In der Untersuchung von Mohr & Schleusner 2007 ergeben sich drei Korrelationsblöcke.

	A1	A5	A6	A7	A11	A22
A1	1	,632	,543	,752	,491	-,731
A5	,632	1	,610	,559	,489	-,354
A6	,543	,610	1	,701	,501	-,391
A7	,752	,559	,701	1	,601	-,626

Tab. 3: Verhältnis zu Formeln (Mohr & Schleusner)

Die Probanden, die ihr Physikverständnis als positiv oder negativ beurteilen (A1), schätzen ebenso ihr Mathematikverständnis (A5) ein. Diese Einschätzung korreliert mit dem mathematischen (A6) und physikalischen (A7) Inhaltsverständnis von Formeln. Die oben genannten Verhältnisse sind zur Einstellung der Physik negativ korreliert (A22). Wer meint, ein gutes bzw. schlechtes Verständnis von Physik und Formeln zu haben, mag die Physik bzw. lehnt sie ab.

	A5	A6	A7	A11	A15	A17
A11	,489	,501	,601	1	,510	,379
A15	,447	,478	,475	,510	1	,514

Tab. 4: Formeln und Verständnis

Wer ein positives oder negatives Verhältnis zu Formeln hat (A11), sieht sein Verständnis, sowohl der Mathematik (A5), der Physik (A1), als auch den Formelinhalten (A6, A7) gegenüber ähnlich. Schülerinnen und Schüler verknüpfen Aussagen zum praktischen Anwenden (A11, A15) und Verstehen miteinander (A17).

	A26	A27	A28	A29	A30	A31
A26	1	,667	-,171	-,135	,130	,410
A27	,667	1	-,180	-,227	,108	,651
A28	-,171	-,180	1	,510	,510	-,053
A29	-,135	-,227	,510	1	,518	-,058

Tab. 5: Formeln im Unterricht

Wenn der Lehrer viel oder wenig mit Formeln arbeitet (A26) empfinden die Schülerinnen und Schüler den Unterricht als formellastig oder nicht (A27). Ebenso verhält es sich mit dem Stellenwert von Formeln im Unterricht (A31) und deren Benutzung (A27). Bei einer phänomenologischen Beschreibung der Physik (A29), spiegelt sich dies in der Formelnutzung im Unterricht wider (A28, A30).

### Zweite Untersuchung (Krecker & Strahl 2009)

Bei der zweiten Welle von Krecker & Strahl 2009 ließen sich zwei Blöcke finden. Die Korrelationen sind ca. um ,1 schlechter als bei Schleusner & Mohr.

	A1	A5	A6	A7	A11	A22
A1	1	,433	,437	,608	,491	-,559
A5	,433	1	,555	,359	,489	-,290
A6	,437	,555	1	,608	,501	-,335
A7	,608	,359	,608	1	,601	-,515

Tab. 6: Verhältnis zu Formeln

Der Korrelationsblock um das Verhältnis zu Formeln (Tab. 6) ähnelt dem Block (Tab. 3) aus der ersten Untersuchung.

	A1	A7	A22	A32	A33
A1	1	,608	-,559	,649	,686
A7	,608	1	-,515	,593	,622
A22	-,559	-,515	1	-,700	-,692
A32	,649	,593	-,700	1	,774
A33	,686	,622	-,692	,774	1

Tab. 7: Verhältnis zur Physik

Durch die Erweiterung um die Aussagen 32 & 33 ergibt sich ein klares Verhältnis der Probanden gegenüber der Beliebtheit der Physik. Aussage 22 (*Ich kann Physik nicht leiden*) korreliert mit allen positiv formulierten Aussagen negativ (A1, A7, A32, A33).

Wer von sich behauptet ein gutes oder schlechtes physikalisches Verständnis zu haben entschied sich beim gefallen oder missfallen des Faches (A32) oder der Sache (A22, A32) ähnlich.

Fach- und Sachinteresse korrelieren miteinander mit dem Faktor ,774. Dies deutet darauf hin, dass Fach- und Sachinteresse nicht unbedingt getrennt aufgefasst werden.

#### 4.3. Faktorenanalysen

##### Erste Untersuchung (Mohr & Schleusner 2007)

Die Faktorenanalyse der ersten Untersuchung (Mohr & Schleusner 2007) ergibt drei Faktoren mit mehr als zwei Items ( $|Ladung| \geq ,5$ ), die 41,66 % der Gesamtheit aufklären.

- 1. Faktor 22,94 %, 15 Aussagen (Verständnis, Intelligenz, Selbsteinschätzung)
- 2. Faktor 10,25 %, 5 Aussagen (mathematischer Physikunterricht)
- 3. Faktor 8,46 %, 3 Aussagen (Formeln und physikalische Erklärungen)

Faktor 1 zerfällt in vier Unterfaktoren, wobei aber keiner der drei weiteren Faktoren eine Ladung  $\geq ,5$  aufweist.

##### Zweite Untersuchung (Krecker & Strahl 2009)

Die Faktorenanalyse der zweiten Untersuchung (Krecker & Strahl 2009) ergibt zwei Faktoren mit mehr als zwei Items, die 32,49 % der Gesamtheit aufklären.

- 1. Faktor 24,13 %, 14 Aussagen (Verständnis, Intelligenz, Selbsteinschätzung)
- 2. Faktor 8,37 %, 3 Aussagen (mathematischer Physikunterricht)

Es finden sich also zwei, der drei Faktoren aus der ersten Untersuchung wieder. Die enthaltenen Items entsprechen denen der ersten Untersuchung.

#### 5. Diskussion

Bei der ersten Erhebung zeigte sich, dass die Aussage 22. (*Ich kann Physik nicht leiden*) von knapp 50 % mit 1 (*trifft gar nicht zu*) oder 2 beantwortet wurde. Dies ließ Zweifel daran aufkommen, ob die befragten Schülerinnen und Schüler eine „normale“ Population repräsentativ verkörpern. Es war erwartet worden, dass diese Aussage von vielen bejaht wird, da Physik als das bei Schülern unbeliebteste Fach gilt (siehe z. B. [4] oder [5]).

Eine der möglichen Gründe für die Beliebtheit der Physik in der ersten Befragung (Schleusner & Mohr 2007) liegt in der Gruppe der befragten Schülerinnen und Schüler. Sie kamen von zwei Gymnasien und einer IGS und besuchten elfte oder höhere Klassenstufen. Dies bedeutet, dass wahrscheinlich viele Schülerinnen und Schüler, die Physik nicht mögen, dies schon abgewählt hatten und so nicht mehr in der Gruppe der Befragten enthalten waren.

Jedoch ergibt sich auch in der zweiten Erhebung mit ihrer deutlich größeren Probandenzahl, dass die Beliebtheit der Physik im Allgemeinen nicht so schlecht wie erwartet ausfiel (A22, A32, A33).

Generell fällt auf, dass im Vergleich zur ersten die zweite Untersuchung weniger stark in ihren Aussagen ist. Dennoch sind die Tendenzen in beiden Untersuchungen ähnlich.

#### 6. Literatur:

- [1] Strahl, Alexander; Mohr, Matthias; Schleusner, Ulf; Müller, Rainer (2008): Beurteilung von Formeln durch Schüler – eine Fragebogen-Untersuchung. erschienen in Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung - D. Höttecke (Hg.) GDGP Tagungsband 29 - Lit Verlag Berlin 2008
- [2] Raithe, Jürgen (2006) Quantitative Forschung VS Verlag 2006
- [3] Müller, Rainer; Heise, Elke (2006): Formeln in physikalischen Texten: Einstellung und Textverständnis von Schülerinnen und Schülern. In: PhyDid 2006, 2/5, S. 62-70.
- [4] Sasol, (2005). Meinungen und Einstellungen von Schülern zum Thema Chemie. Durchgeführt von IJF Institut für Jugendforschung München (Nov. 2004)
- [5] Hoffmann, Lore; Häußler, Peter; Lehrke, Manfred (1998): Die IPN-Interessenstudie Physik. Kiel: IPN

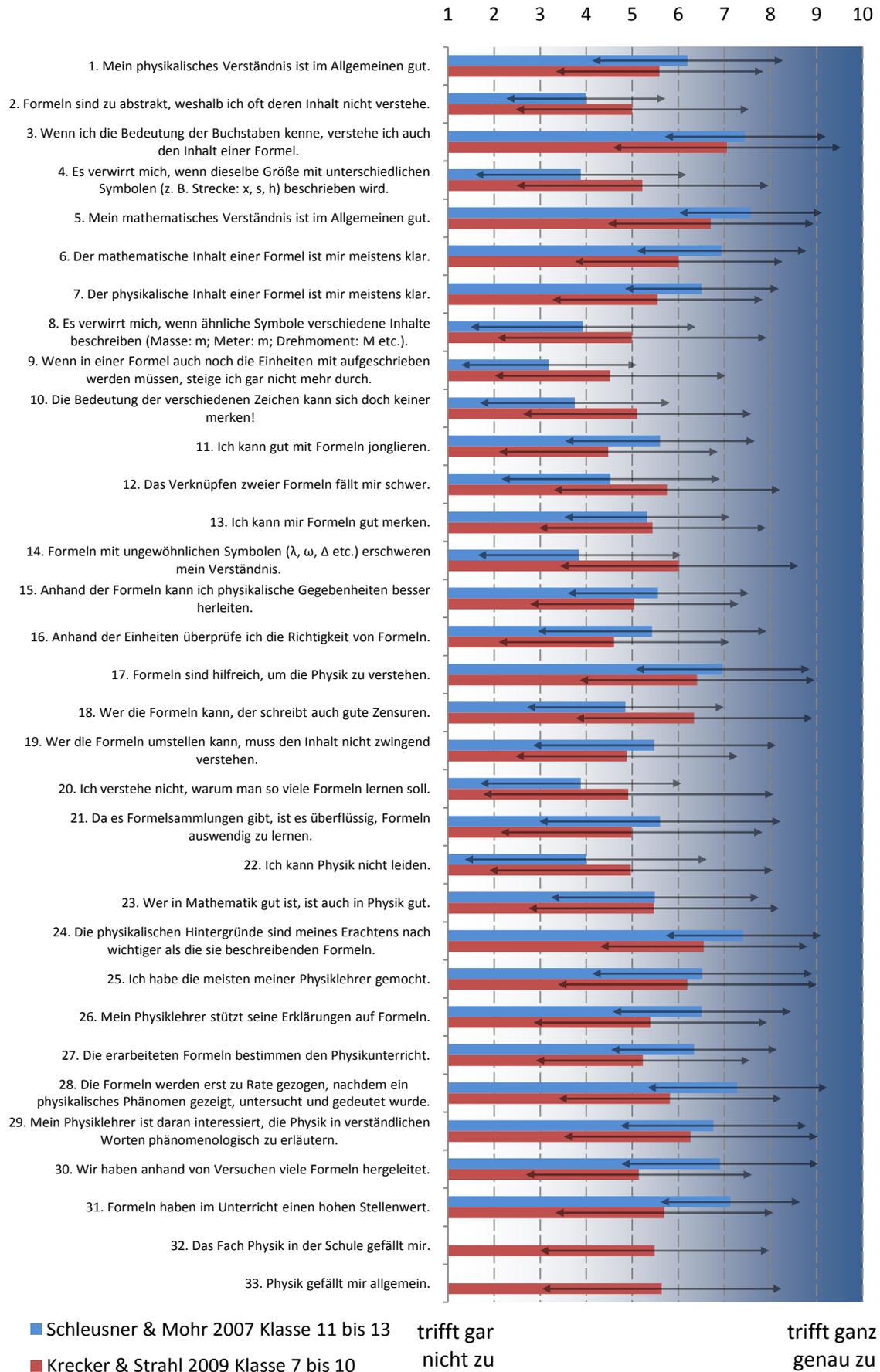


Abb. 6: Gegenüberstellung der Mittelwerte der Einzelaussagen