

Formelnutzung im Physikunterricht – eine Lehrerbefragung - Nutzung von Formeln in Unterricht, Klausur und Hausaufgabe -

Alexander Strahl*, Lars-Jochen Thoms⁺

* TU-BS, IFdN, Abteilung: Physik und Physikdidaktik,
Bienroder Weg 82, 38106 Braunschweig

⁺Ludwig-Maximilians-Universität München, Lehrstuhl für Didaktik der Physik,
Theresienstraße 37, 80333 München
a.strahl@tu-bs.de, l.thoms@lmu.de

Kurzfassung

In einer schriftlichen Befragung wurden die Sichtweisen von Lehrerinnen und Lehrern (n = 244) zur Rolle der Mathematik im Physikunterricht untersucht. Eine offen zu beantwortende Frage war, wie Formeln im Unterricht, in Klausuren und in Hausaufgaben eingesetzt werden. Es zeigte sich, dass im Unterricht eher der theoretische Hintergrund von Formeln von Bedeutung ist und in Klausuren und Hausaufgaben eher praktische Aspekte überwiegen. Die Nutzung von Formeln: in Hausaufgaben und Klausuren ist ähnlich, in Hausaufgaben soll der Umgang mit Formeln geübt werden, in Klausuren tritt jedoch das Herleiten von Formeln in den Vordergrund.

1. Einleitung

Zu der Bedeutung von Formeln im Physikunterricht ist noch nicht viel bekannt, deshalb wurde eine schriftliche Befragung durchgeführt, welche die Sichtweisen von Lehrerinnen und Lehrern zum Thema Formeln im Physikunterricht untersucht.

Bei Strahl et al. (2012) wurden Lehrervorstellungen zur Bedeutung von Formeln in Physik und Physikunterricht erfasst: Eine Formel...

- wird als eine Möglichkeit gesehen, Erkenntnisse zu verstehen und neue Erkenntnisse zu erzeugen.
- kann dabei sowohl Inhalte beschreiben, der Modellbildung dienen, Ereignisse vorhersagen, aber auch dabei helfen, Aussagen zu verifizieren oder zu falsifizieren.
- stellt Zusammenhänge in einer Gleichung dar, welche sowohl Je-desto-Beziehung, als auch Funktion oder Rechenanweisung sein kann.
- kann Inhalte mathematisieren, Rechnungen ermöglichen, stellt für die Theorie ein wichtiges Hilfsmittel dar und die Benutzung von Formeln gilt als eine Methode der Physik.
- wird als quantitativ, kurz, exakt, prägnant und einfach angesehen.

In der Schule erweitert sich die Bedeutung um die Möglichkeit, Ergebnisse zu sichern, Schülerinnen und Schüler eine der Methoden der Physik üben zu lassen, Leistungen zu kontrollieren und sowohl Alltagsbezüge herzustellen, als auch auf das Studium vorzubereiten.

Im Weiteren wird folgenden Fragen nachgegangen:

Wie setzen Lehrerinnen und Lehrer Formeln ...

- a) im Unterricht ein?
- b) in Klausuren ein?
- c) in Hausaufgaben ein?

2. Methoden

Es wurden 2500 Fragebögen [2] an niedersächsische Gymnasien und Gesamtschulen verschickt. Davon kamen 244 auswertbare Bögen zurück. Vergleicht man dies mit der Gesamtzahl der in diesen Schulformen beschäftigten Physiklehrkräfte, ergibt sich, dass 12,1 % der Lehrkräfte an der Umfrage teilgenommen haben [3].

Nach dem Erhalt der ausgefüllten Fragebögen wurden die Antworten zu den offenen Fragen vollständig deskribiert.

2.1. Qualitative Inhaltsanalyse

Während der durchgeführten qualitativen Inhaltsanalyse wurden drei unterschiedliche Aspekte bei der Kategorienbildung berücksichtigt. Lehrervorstellungen zur Bedeutung von Formeln in Physik und Physikunterricht waren die Grundlage für eine deduktive Kategorienbildung im ersten Schritt [1].

Es folgte eine Analyse der Worthäufigkeiten über alle abgegebenen Antworten. Einerseits liefert eine Häufung bestimmter Wörter in den Antworten einen guten Hinweis auf eine eventuell bisher nicht bedachte sinnvolle Kategorie. Andererseits stellt eine Häufung bestimmter Wörter einen ausgesprochen guten Indikator für die zu erwartenden Häufigkeiten

der Zuweisungen von Antworten zu einzelnen Kategorien dar.

So zeigte sich beispielsweise bei Strahl et al. (2012) die Nützlichkeit von Formeln zur Modellbildung in Physik und Physikunterricht [1]. Bei der hier untersuchten Nutzung von Formeln in Unterricht, Klausuren und Hausaufgaben spielt der Aspekt der Modellbildung hingegen keine Rolle mehr. Dies bildete sich in der Wortanalyse bereits ab, da das Wortfragment „modell“ in 732 Antworten lediglich siebenmal gezählt werden konnte.

Dennoch wurden die Kategorien nicht allein aus der Wortanalyse heraus erstellt. Denn bei dem Oberbegriff HÄUFIGKEIT DER VERWENDUNG wurde die Kategorie *nie* trotzdem mit aufgenommen, obwohl es insgesamt nur viermal einen Eintrag gab.

Im dritten Schritt wurde eine induktive Kategorienbildung nach Mayring [4] durchgeführt.

Die gebildeten Kategorien wurden von einem Coder an Stichprobenaussagen überprüft und gegebenenfalls verfeinert.

2.2. Quantitative Inhaltsanalyse

Anschließend wurden alle Aussagen von zwei Codern mittels Codierhandbuch in die gebildeten Kategorien eingeordnet.

Die Interoderreliabilität (ICR) war zwar befriedigend, aber nicht gut. Ein vollständiger Vergleich aller Codierungen zeigte, dass Unterschiede größtenteils auf Fehleinträge zurückgeführt werden konnten. Als Fehler stellten sich beispielsweise verrutschte Einträge, falsche Einordnung oder überlesene Aspekte heraus.

Nach der Bereinigung der Fehler ergaben sich folgende Interoderreliabilitäten (nach [5]):

1	a	<i>nicht beantwortet</i>	
2	a	KEIN UNTERSCHIED	
3	a	<i>Zusammenhänge / Abhängigkeiten</i>	,948
	b	<i>Zusammenfassung / Ergebnis</i>	,918
	c	<i>Darstellung / Beschreibung / Deutung</i>	,886
	d	<i>Definition / Formulierung</i>	1,000
	e	<i>Erklärung / Erläutern / Analyse / Interpretation</i>	,958
	f	<i>Hilfe / Hilfsmittel</i>	,829
	g	<i>Verständnis / Erkenntnis</i>	,886
	h	<i>Vorhersage</i>	1,000
	i	<i>Endgültig / Fazit / Abschluss / Ergebnissicherung</i>	,715
4	a	<i>Herleiten / Ableiten / Erarbeiten</i>	,957
	b	<i>Anwendung / Bearbeiten</i>	1,000
	c	<i>Berechnen / Lösen / Rechnen</i>	,980
	d	<i>Üben</i>	1,000
	e	<i>Überprüfen / Kontrolle</i>	1,000

5	a	<i>Nachweis / Überprüfen mittels Experiment</i>	,849
	b	<i>Auswerten / Messreihe / Messung</i>	,924
	c	<i>Experiment / Versuch</i>	,985
6	a	<i>Formeln / Formel</i>	1,000
	b	<i>Quantitativ</i>	1,000
	c	<i>Aufgabe</i>	,971
	d	<i>physikalisch / Physik</i>	,971
	e	<i>mathematisch / Mathe / numerisch</i>	1,000
	f	<i>Formelsammlung / Tafelwerk</i>	1,000
	g	<i>theoretisch</i>	1,000
	h	<i>experimentell</i>	1,000
7	a	<i>angemessen / sinnvoll</i>	,811
	b	<i>oft</i>	1,000
	c	<i>exemplarisch / hin und wieder</i>	,661
	d	<i>selten / wenig</i>	,829
	e	<i>nie</i>	1,000
8	a	<i>Kommentar</i>	
9	a	<i>Beispiele</i>	

Abb. 1: Interoderreliabilität der einzelnen Kategorien.

Insgesamt ergibt sich eine ICR von $\kappa = ,945$, was als sehr gut angesehen werden kann [6].

Alle noch bestehenden Unterschiede wurden diskutiert. Dies bedeutet, dass die Ergebnisse fehlerbereinigt sind und die volle Zustimmung beider Codierer haben.

Die Kategorien lassen sich zu fünf Oberbegriffen zusammenfassen.

3	a bis i	FUNKTION IN UNTERRICHT, KLAUSUR, HA
4	a bis e	TÄTIGKEIT IN UNTERRICHT, KLAUSUR, HA
5	a bis c	VERKNÜPFUNG ZWISCHEN VERSUCH, DATEN UND FORMEL
6	a bis h	WICHTIGE WÖRTER
7	a bis e	HÄUFIGKEIT DER VERWENDUNG

Abb. 2: Oberbegriffe.

Wobei WICHTIGE WÖRTER nicht als inhaltlicher Oberbegriff zu sehen ist, da hier als besonders interessant erachtete Wörter zusammengefasst wurden.

Wenn mindestens eine Kategorie eines Oberbegriffs einen Eintrag enthält, wurde auch der jeweilige Oberbegriff codiert. Beispiel: Kategorie *4c Üben* wurde codiert, dann wurde auch der Oberbegriff 4 TÄTIGKEITEN aktiviert und gezählt. Falls dieselbe Person auch noch den Aspekt *4e Überprüfen / Kontrolle* nannte, dann wurde der Oberbegriff 4 TÄTIGKEITEN nicht noch einmal gezählt.

Die prozentualen Anteile beziehen sich auf die beantworteten Fälle.

OBERBEGRIFF in % Kategorien in Anzahl	a)		b)		c)	
	%	N	%	N	%	N
NICHT BEANTWORTET (VON 244)	27,0		28,7		32,4	
KEIN UNTERSCHIED	12,4		12,6		13,3	
FUNKTION IN UNTERRICHT, KLAUSUR, HA	55,1		39,7		30,9	
Zusammenhänge / Abhängigkeiten		33		32		22
Zusammenfassung / Ergebnis		36		4		6
Darstellung / Beschreibung		21		11		8
Definition / Formulierung		10		1		1
Erklärung / Erläutern / Analyse / Interpretation		13		26		14
Hilfe / Hilfsmittel		6		9		7
Verständnis / Erkenntnis		17		6		7
Vorhersage		11		9		6
Endgültig / Fazit / Abschluss / Ergebnissicherung		12		0		0
TÄTIGKEIT IN UNTERRICHT, KLAUSUR, HA	53,9		66,7		69,7	
Herleiten / Ableiten / Erarbeiten		64		65		25
Anwendung / Bearbeiten		33		48		42
Berechnen / Lösen / Rechnen		29		58		48
Üben		9		2		42
Überprüfen / Kontrolle		5		12		6
VERKNÜPFUNG ZWISCHEN VERSUCH, DATEN UND FORMEL	34,8		12,6		12,1	
Nachweis / Überprüfen mittels Experiment		15		7		3
Auswerten / Messreihe / Messung		31		17		16
Experiment / Versuch		39		10		9
WICHTIGE WÖRTER	15,7		47,1		44,2	
Formeln / Formel		15		32		27
Quantitativ		13		11		9
Aufgabe		19		38		33
physikalisch / Physik		19		9		8
mathematisch / Mathe / numerisch		12		5		3
Formelsammlung / Tafelwerk		0		10		4
theoretisch		8		4		1
experimentell		15		3		2
HÄUFIGKEIT DER VERWENDUNG	15,7		17,8		13,3	
angemessen / sinnvoll		19		19		11
oft		3		4		1
exemplarisch / hin und wieder		4		2		0
selten / wenig		8		8		10
nie		0		1		3
Gesamt		519		461		374

Abb. 3: Ergebnisse der Codierung.

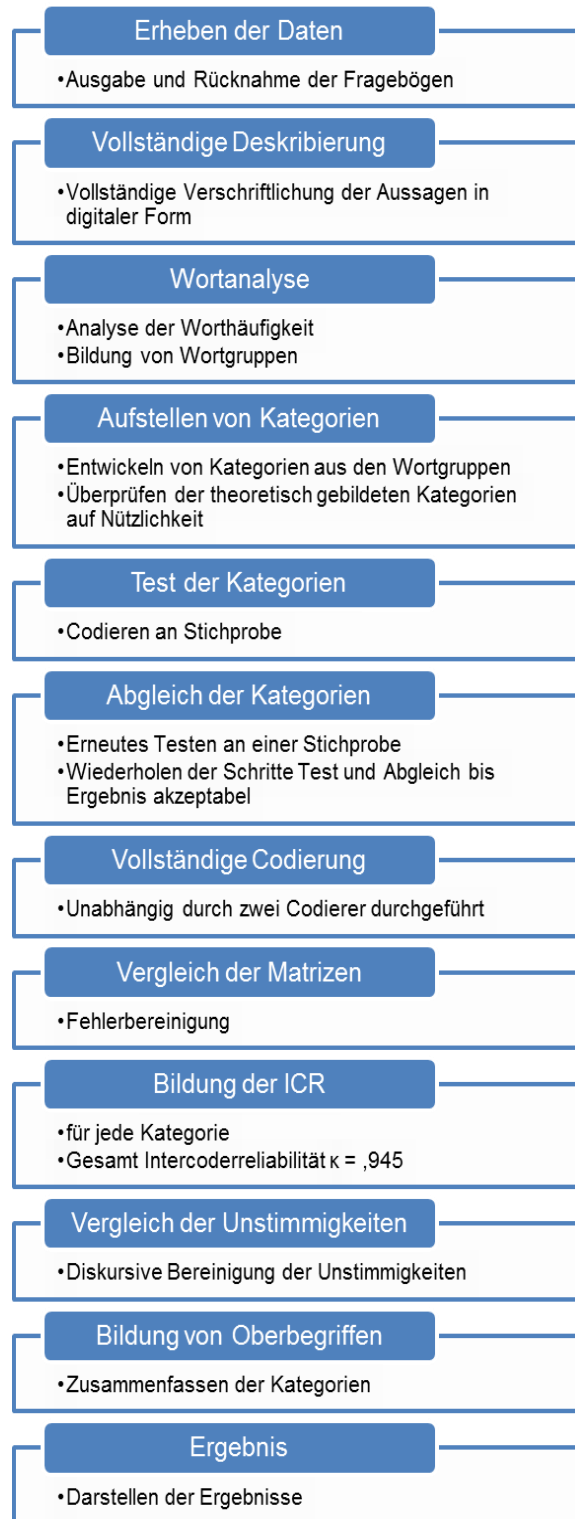


Abb. 4: Schematisches Vorgehen.

3. Ergebnisse

Im Anhang (Abb. 5 bis Abb. 10) sind sowohl die einzelnen Ergebnisse als Grafik, als auch die Unterschiede beigefügt.

Ca. 29 % habe die offenen Fragen nicht beantwortet, von Frageteil a) bis c) nimmt die Zahl der nicht ausgefüllten Bögen zu.

Etwa 13 % der Befragten behaupten, dass sie bei der Verwendung von Formeln im Unterricht, in Klausuren und in Hausaufgaben keine Unterschiede machen, da sie zu den Fragen dasselbe geschrieben haben.

3.1. Formeln im Unterricht

Im Unterricht sind alle Oberbegriffe stark vertreten. FUNKTION und TÄTIGKEIT wurden von über 50 % der Befragten wenigstens mit einem Aspekt genannt. *Herleiten* von Formeln scheint die wichtigste TÄTIGKEIT im Unterricht zu sein. Aber auch die VERKNÜPFUNG von *Messung/Versuch* und Formel, die in gewisser Weise etwas mit *Herleiten* zu tun hat, ist in allen Aspekten oft genannt. 19 Personen sagen, dass sie Formeln ihrer Meinung nach *angemessen* einsetzen (Abb. 5)

3.2. Formeln in Klausuren

Die TÄTIGKEITEN sind in Klausuren am wichtigsten. 66,7 % nannten wenigstens einen der Aspekte. *Herleiten*, *Anwenden* oder *Berechnen* werden häufig genannt. *Üben* und *Kontrolle* scheinen nicht so wichtig zu sein (Abb. 6).

3.3. Formeln in Hausaufgaben

Auch in Hausaufgaben überwiegen die TÄTIGKEITEN. Bis auf *Herleiten* und *Kontrolle* sind hier alle Aspekte häufig genannt.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass im Unterricht eher der theoretische Hintergrund der Formel, in Klausuren und Hausaufgaben dagegen eher der praktische Gesichtspunkt wichtig ist (Abb 7).

3.4. Unterschiede zwischen den Bereichen

Es fällt auf, dass es vereinzelt starke Unterschiede zwischen dem Einsatz von Formeln in den drei erfragten Bereichen gibt. Sie lassen sich gut in den Abbildungen 8 bis 10 erkennen.

Im Unterricht überwiegt der Anteil der FUNKTION von Formeln und der VERKNÜPFUNG zwischen Formel und Experiment. Bis auf *Erklärung* und *Hilfsmittel* sind im Unterricht alle andern Kategorien des Oberbegriffs FUNKTION häufiger genannt worden. Dass Formeln Inhalte *Zusammenfassen* können, scheint im Unterricht besonders wichtig zu sein.

TÄTIGKEITEN, die man mit Hilfe von Formeln durchführen kann sind in Klausuren oder in Hausaufgaben wichtiger als im Unterricht. Starke Ausnahme ist das *Herleiten*, welches in Bezug auf Unterricht 39-mal häufiger genannt wurde als bezüglich Hausaufgaben. *Berechnen* und *Üben* scheint in Klausuren wichtiger als im Unterricht zu sein.

Im Vergleich zwischen Klausuren und Hausaufgaben sind die Verteilungen bis auf zwei Ausnahmen ausgeglichen. Die beiden Ausnahmen sind, dass in Klausuren das *Herleiten* von Formeln wichtig zu sein scheint und das *Üben* in Hausaufgaben einen höheren Stellenwert einnimmt (Abb. 10).

4. Zusammenfassung

- Die Funktion von Formeln im Unterricht besteht darin, Zusammenhänge zu veranschaulichen und Zusammenfassungen von vorher erarbeiteten Inhalten darzustellen.
- Weiterhin sollen sie Inhalte definieren und Erklärungen bieten, um Verständnis zu erzeugen und Vorhersagen möglich zu machen.
- Sie werden sowohl als Hilfsmittel gebraucht, als auch als Fazit für Erarbeitetes angesehen.
- Nachdem Formeln im Unterricht hergeleitet wurden, werden sie angewendet und zu Berechnungen herangezogen und der Umgang mit ihnen geübt.
- Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Verknüpfung von experimentellen Daten und formaler Beschreibung, die entweder durch ein Experiment erarbeitet oder an Versuchen überprüft werden.
- Lehrerinnen und Lehrer gehen davon aus, dass sie Formeln angemessen und differenziert im Unterricht einsetzen.
- In Klausuren und Hausaufgaben überwiegt der Teil der Anwendung und der Berechnung, wobei Herleitungen in Hausaufgaben keine Rolle spielen.

5. Literatur

- [1] Strahl, A., Thoms, L.-J., Müller, R. (2012) Warum und wofür sind Formeln wichtig? - Lehrervorstellungen zur Formelnutzung. In: Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht. GDCP S. Bernholt (Hg.) Lit Verlag, S. 319-321
- [2] Thoms, L.-J., Strahl, A. (2011): Lehrerbefragung zur Rolle der Mathematik im Physikunterricht. <http://www.strahl.info/formeln/2011-thoms-strahl-lehrerfragebogen-formeln.pdf>
- [3] Thoms, L.-J., Strahl, A., Müller, R. (2011): Formelnutzung im Physikunterricht – eine Lehrerbefragung. In: Physik und Didaktik in Schule und Hochschule (2011), S. 1-8, <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/275> (30.5.2012)
- [4] Mayring P. (2010) Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken. Beltz, Aufl. 11
- [5] Lombard, M. (2010) : Intercoder Reliability. <http://astro.temple.edu/~lombard/reliability/> (30.5.2012)
- [6] Greve, W. & Wentura, D. (1997). Wissenschaftliche Beobachtung: Eine Einführung. Weinheim: Beltz.

6. Anhang

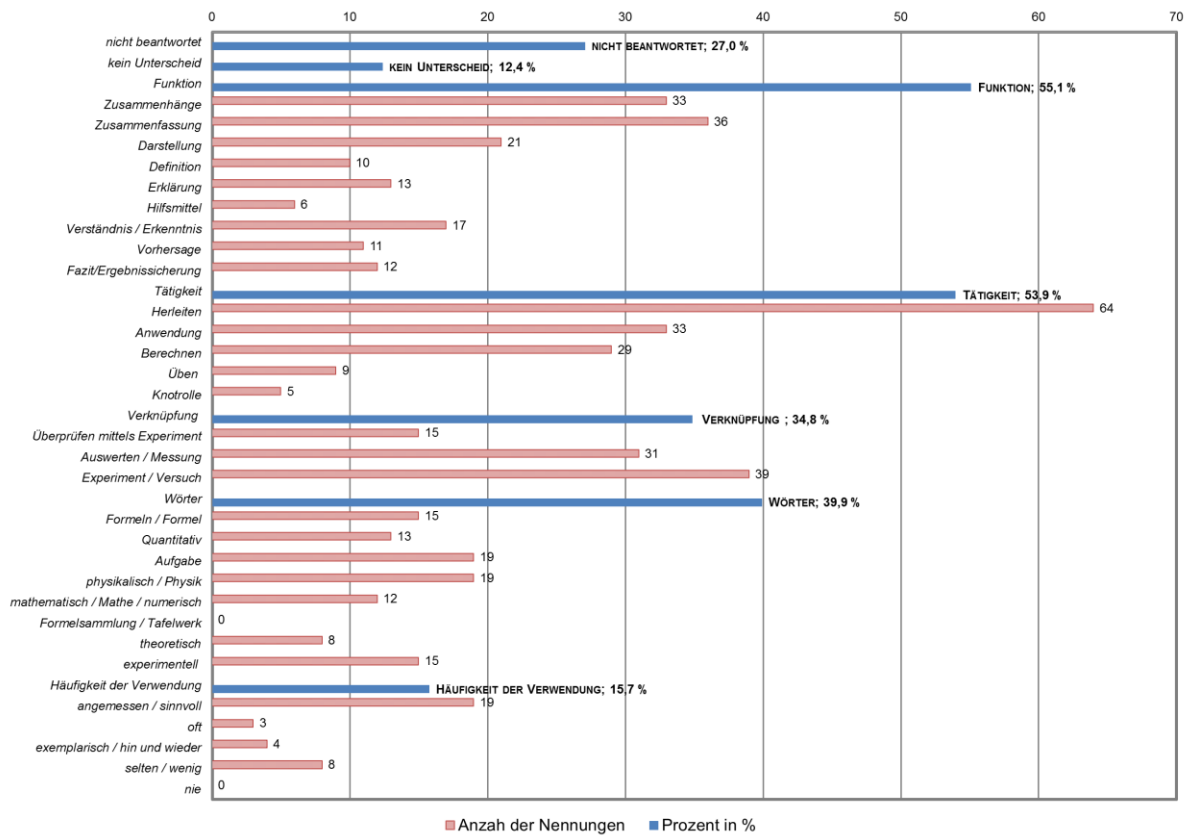


Abb. 5: Verwendung von Formeln im Unterricht.

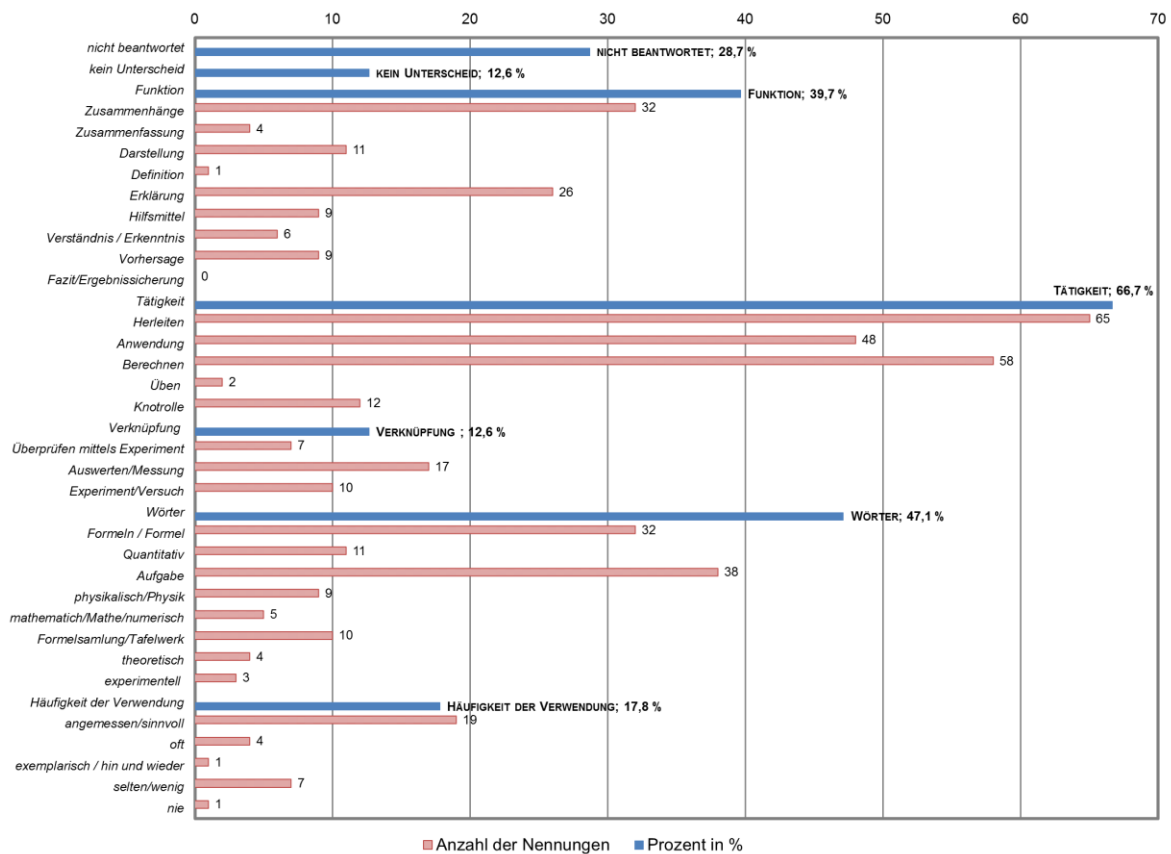


Abb. 6: Verwendung von Formeln in Klausuren.

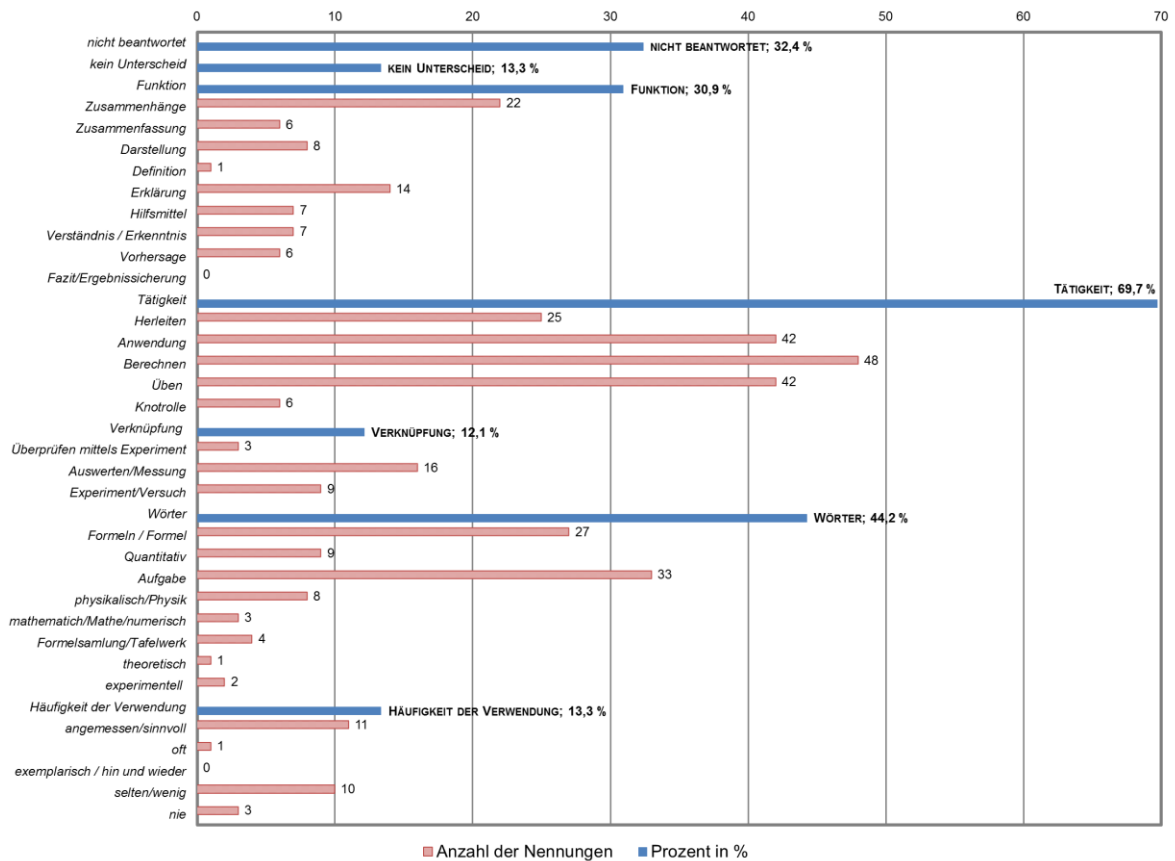


Abb. 7: Verwendung von Formeln in Hausaufgaben.

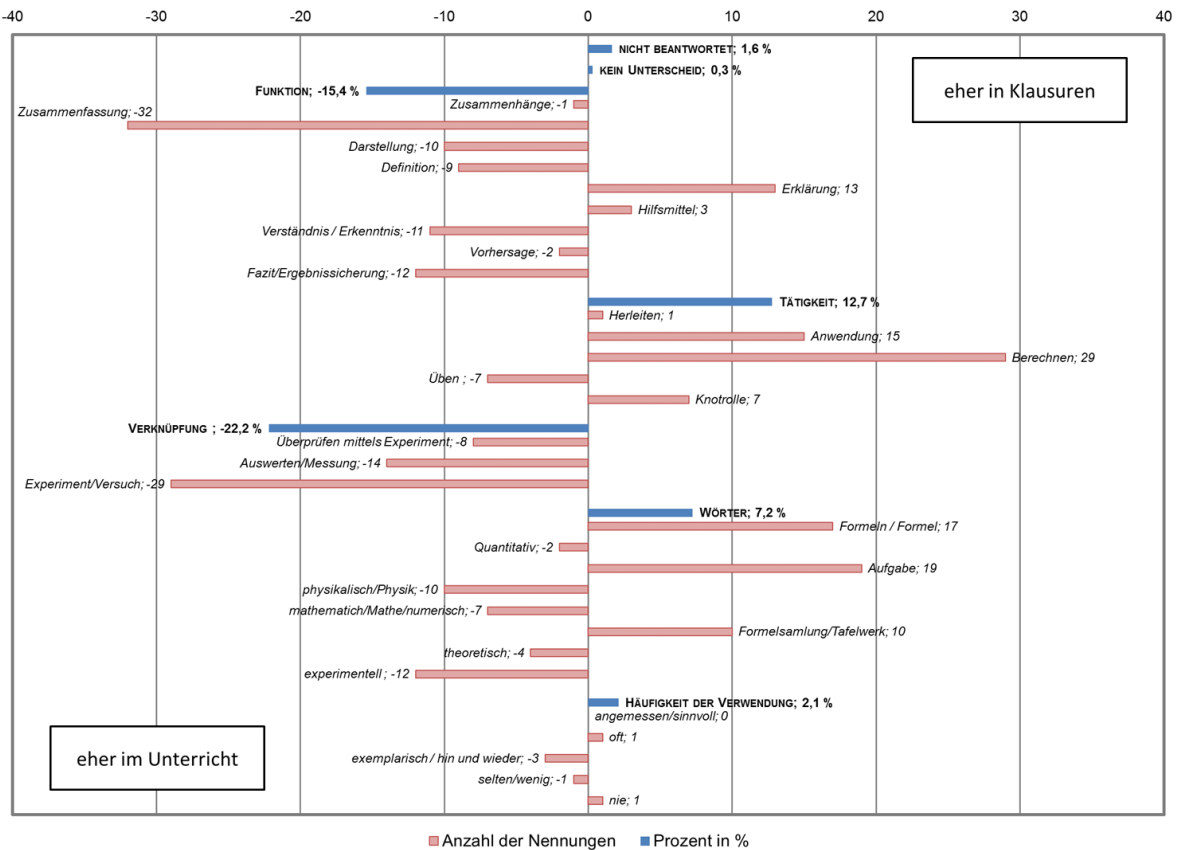


Abb. 8: Differenz zwischen Klausuren (rechts) und Unterricht (links).

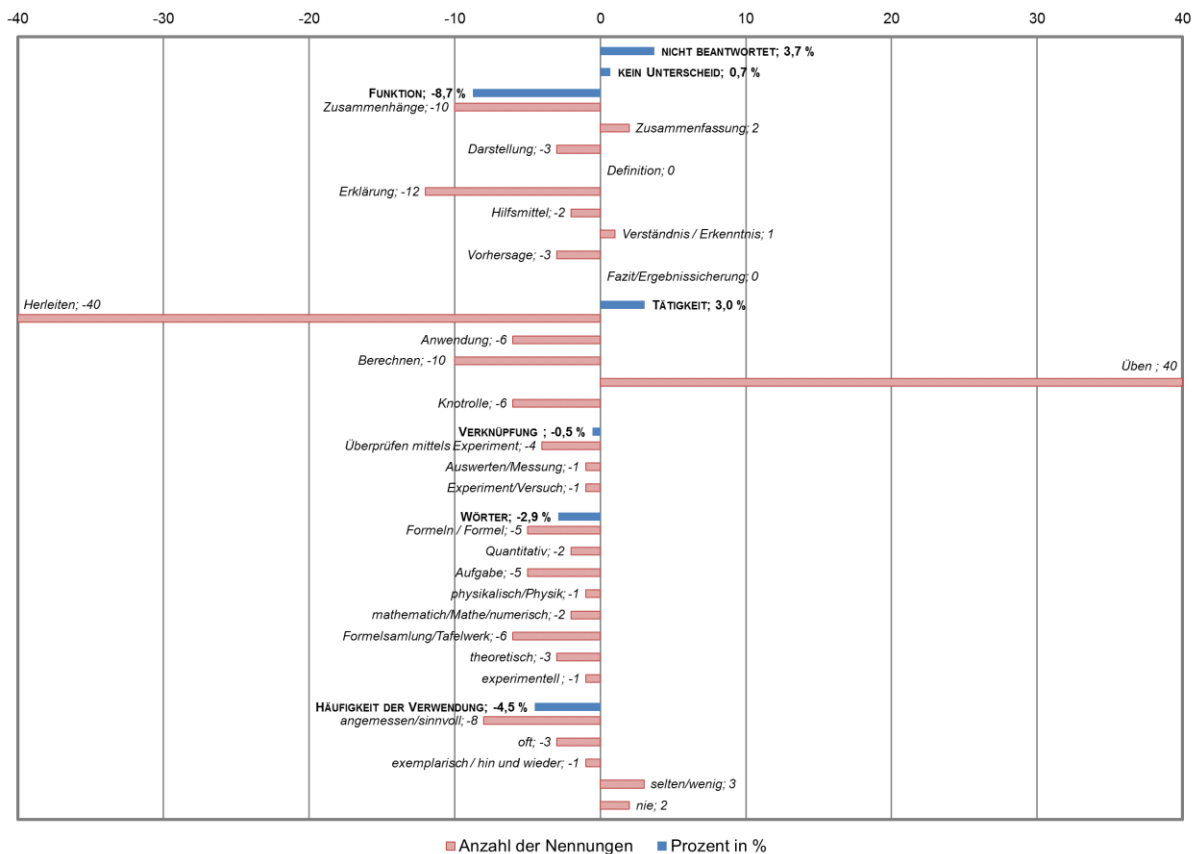


Abb. 9: Differenz zwischen Hausaufgaben (rechts) und Unterricht (links).

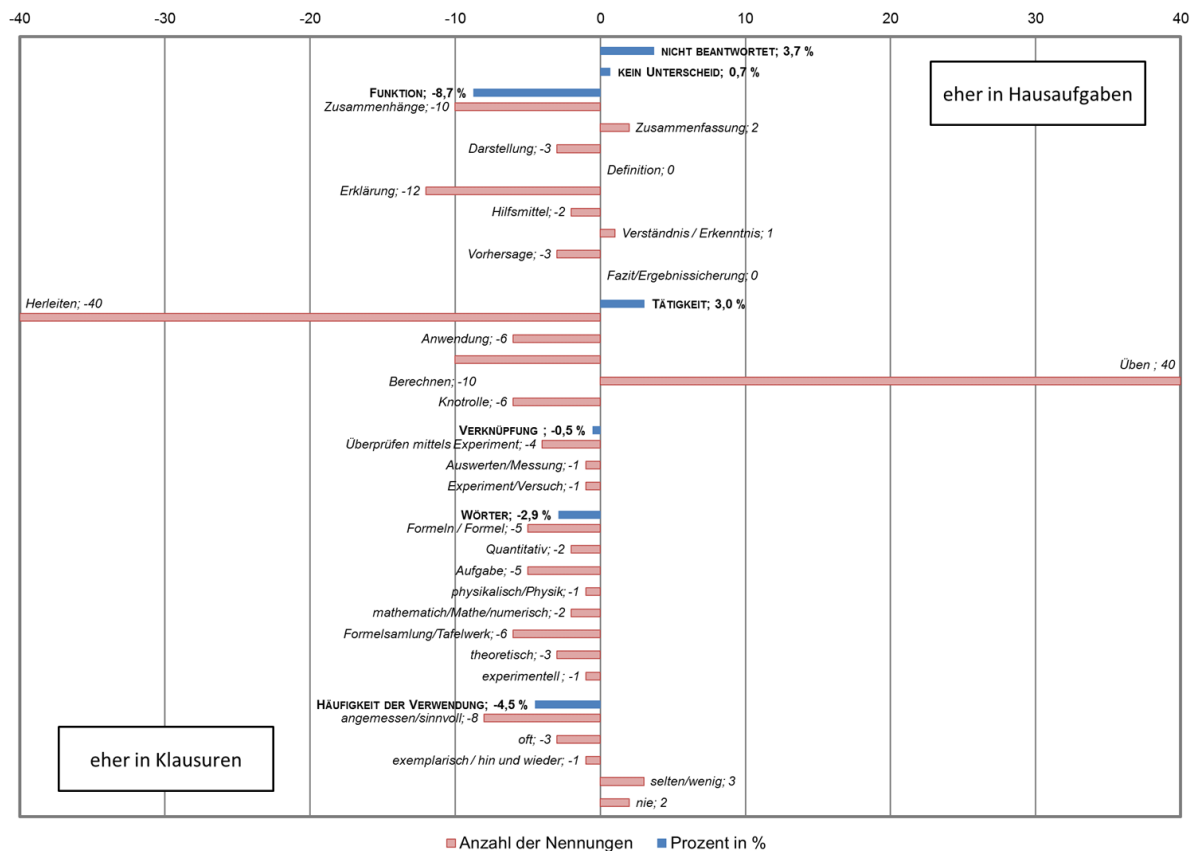


Abb. 10: Differenz zwischen Hausaufgaben (rechts) und Klausuren (links).