

## **Zusätze zu dem Artikel:**

### **Beurteilung von Formeln durch Schüler – eine Fragebogen-Untersuchung**

Alexander Strahl<sup>1</sup>

Alexander Strahl<sup>1</sup>

Josephine Jezek<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TU-Braunschweig/IFdN-Physikdidaktik

Artikel auf [www.strahl.info](http://www.strahl.info): [Artikel](#)

## **Inhalt**

---

### **Fragebogen:**

- **Darstellungsweisen von Einheiten I**
- **Darstellungsweisen von Einheiten II**
- **Aussagen zu Einheiten**

## Fragebogenstudie zur Darstellungsweise von physikalischen Formeln

Liebe Studentinnen und Studenten,

Ich möchte mit dieser Fragebogenstudie herausfinden, wie das Verständnis von physikalischen Einheitenzeichen ausgeprägt ist und wo möglicherweise Probleme liegen. Ich bitte dich den Fragebogen korrekt auszufüllen. Wichtig hierbei ist, dass bei jeder Frage oder Aussage jeweils nur ein Kreuz gesetzt werden darf.

Vielen Dank für deine Mitarbeit,

Josephine Jezek & Alexander Strahl

---

### A. Dein persönlicher Code:

Die Codierung ist wichtig, um Fragebögen anonym zuordnen zu können.

1. Erster Buchstabe deines Geburtsortes:
  2. Zweiter Buchstabe des Vornamens deiner Mutter:
  3. Erster Buchstabe des Vornamens deines Vaters:
  4. Geburtsmonat deiner Mutter (z.B. 01 für Januar):
- Persönlicher Code:**
- 

### B. Angaben zur Person:

- Ich bin  männlich  weiblich
- Studiengang:  2-Fächer-Bachelor  1 Fach Erziehungswissenschaften
- Master „Lehramt an Grund, Haupt- und Realschulen“
- Master „Lehramt an Gymnasien“
- Master „Kultur der technisch-wissenschaftlichen Welt“

Fachsemesterzahl: \_\_\_\_\_ Fächerkombination: \_\_\_\_\_

**Physikalische Einheiten:**

Die Einheiten für physikalische Größen können auf keine anderen Einheiten zurückgeführt werden. International definiert sind 7 SI-Basiseinheiten:

die Längeneinheit Meter (m), die Masseneinheit Kilogramm (kg), die Zeiteinheit Sekunde (s), die Einheit der elektrischen Stromstärke Ampere (A), die Temperatureinheit Kelvin (K), die Lichtstärkeinheit Candela (cd) und die Stoffmenge Mol (mol). Von den Basiseinheiten werden alle anderen physikalischen Einheiten abgeleitet (*abgeleitete Einheiten*).

Im Folgenden werden einige abgeleitete SI- Einheiten in verschiedenen Darstellungsweisen aufgeführt. Ich möchte dich bitten einige Darstellungsweisen zu vergleichen und anschließend zu entscheiden, welche dir am liebsten ist.

**C. Kreuze jeweils eine für dich zutreffende Darstellungsweise an.****I. Mechanische Einheiten****Mech. Arbeit (W)**

$$W = F \cdot s$$

SI-Einheit: Joule (J)

$$N \cdot m$$

$$W \cdot s$$

$$kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$$

$$(m^2 \cdot kg)/s^2$$

$$\frac{m^2 \cdot kg}{s^2}$$

Nicht entscheidbar / egal

**Druck (p)**

$$p = \frac{F}{A}$$

SI-Einheit: Pascal (Pa)

$$N \cdot m^{-2}$$

$$N/m^2$$

$$\frac{N}{m^2}$$

$$kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$$

$$kg/(m \cdot s)$$

$$\frac{kg}{m \cdot s^2}$$

Nicht entscheidbar / egal

**Kraft (F)**

$$F = m \cdot a$$

SI-Einheit: Newton (N)

$$J \cdot m^{-1}$$

$$J/m$$

$$\frac{J}{m}$$

$$m \cdot kg \cdot s^{-2}$$

$$(m \cdot kg)/s^2$$

$$\frac{m \cdot kg}{s^2}$$

Nicht entscheidbar / egal

**Leistung ( $P$ )**

$$P = F \cdot v$$

SI-Einheit: Watt (W)

$$J \cdot s^{-1}$$

$$J/s$$

$$\frac{J}{s}$$

$$kg \cdot m^2 \cdot s^{-3}$$

$$(kg \cdot m^2)/s^3$$

$$\frac{kg \cdot m^2}{s^3}$$

Nicht entscheidbar / egal

**Geschwindigkeit ( $v$ )**

$$v = \frac{s}{t}$$

SI-Einheit: Meter pro Sekunde

$$m \cdot s^{-1}$$

$$m/s$$

$$\frac{m}{s}$$

$$km \cdot h^{-1}$$

$$km/h$$

$$\frac{km}{h}$$

Nicht entscheidbar / egal

**Beschleunigung ( $a$ )**

$$a = \frac{v}{t}$$

SI-Einheit: Meter pro Quadratsekunde

$$m \cdot s^{-2}$$

$$m/s^2$$

$$\frac{m}{s^2}$$

$$km \cdot h^{-2}$$

$$km/h^2$$

$$\frac{km}{h^2}$$

Nicht entscheidbar / egal

**Drehmoment ( $M$ )**

$$M = r \cdot F$$

SI-Einheit: Newtonmeter

$$Nm$$

$$N \cdot m$$

$$\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

$$kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$$

$$(kg \cdot m^2)/s^2$$

Nicht entscheidbar / egal

**Drehimpuls ( $L$ )**

$$L = J \cdot \omega$$

SI-Einheit: Kilogramm mal Quadratmeter pro Sekunde

$$N \cdot m \cdot s$$

$$Nm \cdot s$$

$$\frac{kg \cdot m^2}{s}$$

$$kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$$

$$(kg \cdot m^2)/s$$

Nicht entscheidbar / egal

**Impuls ( $p$ )**  $p = m \cdot v$  SI-Einheit: Kilogramm mal Meter pro Sekunde

$$N \cdot s$$

$$\frac{kg \cdot m}{s}$$

$$kg \cdot m \cdot s^{-1}$$

$$(kg \cdot m) / s$$

Nicht entscheidbar / egal

**Gravitation ( $g$ )**  $g = \frac{F}{m}$  SI-Einheit: Meter pro Quadratsekunde

$$N/kg$$

$$N \cdot kg^{-1}$$

$$\frac{N}{kg}$$

$$\frac{kg \cdot m}{s^2 \cdot kg}$$

$$m \cdot s^{-2}$$

$$\frac{m}{s^2}$$

$$m/s^2$$

Nicht entscheidbar / egal

**Trägheitsmoment ( $J$ )**

$$N \cdot m$$

$$Nm$$

$$kg \cdot m^2$$

Nicht entscheidbar / egal

**Frequenz ( $f$ ) /  
Kreisfrequenz ( $\omega$ )**

$$s^{-1}$$

$$\frac{1}{s}$$

$$1/s$$

$$Hz$$

Nicht entscheidbar / egal

**Ausbreitungs-  
geschwindigkeit ( $v$ )**

$$m \cdot s^{-1}$$

$$\frac{m}{s}$$

$$m/s$$

$$m \cdot Hz$$

Nicht entscheidbar / egal

## II. Elektrische Einheiten

**Stromstärke ( $I$ )**  $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$

SI-Basiseinheit: Ampere (A)

$$A$$

$$C/s$$

$$\frac{C}{s}$$

$$C \cdot s^{-1}$$

Nicht entscheidbar / egal

**Elektrische Ladung ( $Q$ )**  $Q = N \cdot e$

SI-Einheit: Coulomb (C)

$$\frac{C}{s}$$

$$C \cdot s^{-1}$$

Nicht entscheidbar / egal

**Elektrische Feldstärke ( $E$ )**  $E = \frac{F}{Q}$  SI-Einheit: Volt pro Meter

$N \cdot C^{-1}$	$\frac{N}{C}$	$\frac{kg \cdot m^2}{s^3 \cdot A}$	$kg \cdot m \cdot s^{-3} \cdot A$	$\frac{V}{m}$	V/m	$V \cdot m^{-1}$
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nicht entscheidbar / egal

**Kapazität ( $C$ )**  $C = \frac{Q}{U}$  SI-Einheit: Farad (F)

$C \cdot V^{-1}$	$\frac{C}{V}$	C/V	$s^4 \cdot A^2 \cdot kg^{-1} \cdot m^{-2}$	$\frac{s^4 \cdot A^2}{kg \cdot m^2}$	$(A \cdot S)/V$	$\frac{A \cdot S}{V}$
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nicht entscheidbar / egal

**Magnetische Flussdichte ( $B$ )**  $B = \frac{F}{I \cdot l}$  SI-Einheit: Tesla (T)

$Wb \cdot m^{-2}$	$\frac{Wb}{m^2}$	$\frac{V \cdot s}{m^2}$	$kg \cdot (s^{-2} \cdot A^{-1})$	$\frac{kg}{s^2 \cdot A}$	$kg/(s^2 \cdot A)$	$\frac{N}{A \cdot m}$	$N/(A \cdot m)$
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nicht entscheidbar / egal

**Magnetischer Fluss ( $\Phi$ )**  $\Phi = B \cdot A$  SI-Einheit: Weber (Wb)

$V \cdot s$	$\frac{m^2 \cdot kg}{s^2 \cdot A}$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	$(m^2 \cdot kg) / (s^2 \cdot A)$
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nicht entscheidbar / egal

**Elektrischer Widerstand ( $R$ )**  $R = \frac{U}{I}$  SI-Einheit: Ohm ( $\Omega$ )

$V \cdot A^{-1}$	V/A	$\frac{V}{A}$	$m^2 \cdot km \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$	$(m^2 \cdot km)/(s^2 \cdot A)$	$\frac{m^2 \cdot km}{s^2 \cdot A}$
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nicht entscheidbar / egal

**III. Thermodynamische Einheiten**

**Entropie (S)**  $S = \frac{Q}{T}$  SI-Einheit: Joule pro Kelvin

$J \cdot K^{-1}$

$J/K$

$\frac{J}{K}$

$J : K$

$J \div K$

Nicht entscheidbar / egal

**Spez. Wärmekapazität (c)**

SI-Einheit: Joule pro Kilogramm mal Kelvin

$J \cdot (kg \cdot K)^{-1}$

$\frac{J}{kg \cdot K}$

$J/(kg \cdot K)$

$\frac{m^2}{s^2 \cdot K}$

$J \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$

$m^2/(s^2 \cdot K)$

Nicht entscheidbar / egal

**Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ )**

SI-Einheit: Watt pro Meter mal Kelvin

$W \cdot (m \cdot K)^{-1}$

$\frac{W}{m \cdot K}$

$W/(m \cdot K)$

$kg \cdot m \cdot s^{-3} \cdot K$

$(kg \cdot m)/(s^3 \cdot K)$

$\frac{kg \cdot m}{s^3 \cdot K}$

Nicht entscheidbar / egal

**IV. Optische Einheiten****Beleuchtungsstärke (E)**

SI-Einheit: Lux

lx

$lm \cdot m^{-2}$

$lm/m^2$

$\frac{lm}{m^2}$

$\frac{cd \cdot sr}{m^2}$

$cd \cdot sr \cdot m^{-2}$

$(cd \cdot sr)/m^2$

Nicht entscheidbar / egal

**V. Energie**

Nm

Ws

eV

J

$\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$

VC

VAs

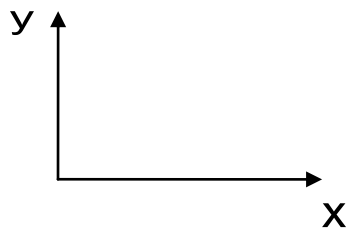
Zum Sachverhalt passend

Nicht entscheidbar / egal

C. FormelnKreuze jeweils eine für dich zutreffende Darstellungsweise an.

## Darstellungsweisen von Gleichungen:

$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = 1360 \text{kg} \cdot \frac{27,8 \text{m/s}}{9,6 \text{s}}$	$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = 1360 \cdot \frac{27,8}{9,6} \cdot \left[ \text{kg} \cdot \frac{\text{m/s}}{\text{s}} \right]$
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = \left[ \text{kg} \cdot \frac{\text{m/s}}{\text{s}} \right] \cdot 1360 \cdot \frac{27,8}{9,6}$	$F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = 1360 \cdot \frac{27,8}{9,6}$
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nicht entscheidbar / egal	
<input type="checkbox"/>	

Darstellungsweisen von Achsenbeschriftungen am Beispiel der Formel  $R = \frac{U}{I}$ 

Achsenbeschriftung in mathematischer Darstellungsweise:

$I$	$I [\text{A}]$	$I, \text{A}$	$I (\text{A})$	$I \text{ in A}$	$I/\text{A}$
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nicht entscheidbar / egal					
<input type="checkbox"/>					

Achsenbeschriftung in ausgeschriebener Darstellungsweise:

Strom	Strom [Ampere]	Strom , Ampere
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strom (Ampere)	Strom in Ampere	Strom/Ampere
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nicht entscheidbar / egal		
<input type="checkbox"/>		



**Mathematische oder ausgeschriebene Darstellung:** $I$  in A oder Strom in Ampere

Nicht entscheidbar / egal

 $U$  in V oder Spannung in Volt

Nicht entscheidbar / egal

 $\left[\frac{\text{V}}{\text{A}}\right]$  oder  $\left[\frac{\text{Volt}}{\text{Ampere}}\right]$ 

Nicht entscheidbar / egal

 $[\Omega]$  oder  $[\text{Ohm}]$ 

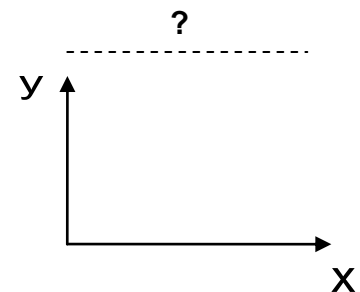
Nicht entscheidbar / egal

 $\frac{U}{I}$  oder  $\frac{\text{Spannung}}{\text{Stromstärke}}$ 

Nicht entscheidbar / egal

 $(R)$  oder (elektr. Widerstand)

Nicht entscheidbar / egal

**Darstellungsweisen von Diagrammbezeichnungen** $y - x$  - Diagramm  Nicht entscheidbar / egal $x - y$  - Diagramm   $y$  über  $x$   $y$  von  $x$   Nicht entscheidbar / egal $y(x)$  Strom über Spannung  Nicht entscheidbar / egalStrom (Spannung)   $I(U)$   Nicht entscheidbar / egal $I$  über  $U$

## Darstellungsweisen von Reihenfolgen

VAs

AsV

sAV

AVs

Nicht entscheidbar / egal

Nms

sNm

Nsm

mNs

Nicht entscheidbar / egal

khW

kWh

Wkh

Whk

Nicht entscheidbar / egal

Nm

mN

Nicht entscheidbar / egal

Ve

eV

Nicht entscheidbar / egal

sW

Ws

Nicht entscheidbar / egal

CV

VC

Nicht entscheidbar / egal

Vs

sV

Nicht entscheidbar / egal

kJ

Jk

Nicht entscheidbar / egal

sN

Ns

Nicht entscheidbar / egal


sJ

Js

Nicht entscheidbar / egal

## E. Aussagen zur Darstellungsweise von Maßeinheiten.

Aussage	(5): Die Aussage trifft vollständig zu					(1): Die Aussage trifft überhaupt nicht zu	nicht entscheidbar
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Mir sind alle SI-Basiseinheiten bekannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Ich kann den physikalischen Größen die passenden Einheitenzeichen zuordnen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Mich schrecken unbekannte Maßeinheiten ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Mich schreckt die Länge von Einheitenzeichen ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Mich schreckt eine größere Anzahl von Einheitenzeichen ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Mich schrecken die abgeleiteten SI-Einheiten ab.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Ich kann die Beziehungen zwischen den abgeleiteten Einheiten nachvollziehen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Bei der Darstellung von Quotienten bevorzuge ich einen Doppelpunkt mit Mittenstrich ( $\div$ ).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Bei der Darstellung von Quotienten von Einheiten bevorzuge ich einen schrägen Bruchstrich. ( $/$ )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Bei der Darstellung von Quotienten bevorzuge ich einen waagerechten Bruchstrich. ( $—$ )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
Bei der Darstellung von Quotienten bevorzuge ich einen Doppelpunkt ( $:$ )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Aussage	(5): Die Aussage trifft vollständig zu  (1): Die Aussage trifft überhaupt nicht zu					nicht entscheidbar
	5	4	3	2	1	
Bei der Darstellung von Produkten bevorzuge ich die Schreibweise mit Multiplikationszeichen. ( · )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mich schreckt die Darstellungsweise des Potenzproduktes ab. (Bsp.: $s^{-1}$ oder $s^{-2}$ )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann mir Formeln gut merken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kann mir Einheiten gut merken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Formeln sind für mich verständlich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Anhand der Einheiten leite ich mir die dazugehörige Formel her.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich die Bedeutung der Einheiten kenne, verstehe ich auch den Inhalt der Formel.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich verstehe Physik durch die Benutzung von Formeln.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der mathematische Inhalt der Formel ist mir meistens klar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kenne die meisten Einheiten aus dem Mathematikunterricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich kenne die meisten Einheiten aus dem Physikunterricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Physik macht mir Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>