

# MECHANIK

## Impuls und Geschwindigkeit

Holger Hauptmann  
Europa-Gymnasium, Wörth am Rhein  
holger.hauptmann@gmx.de

*Bemerkungen*

### **a. Impuls von Anfang an**

Physik mit extensiven Größen:  
Impuls ist die Grundgröße der Mechanik

Mechanik ist der Teil der Physik, in dem es um  
den Impuls und um dessen Ströme geht.

## b. Kraft und Impulsstrom

Sprache der Mechanik ist noch heute die von Newton eingeführte.

Newton: Die Bewegung eines Körpers ändert sich, wenn eine Kraft auf ihn wirkt.

Planck 1908: Kraft = Impulsstrom

Der Impuls eines Körpers ändert sich, wenn ein Impulsstrom in ihn hineinfließt oder aus ihm heraus.

## c. Einführung des Impulses

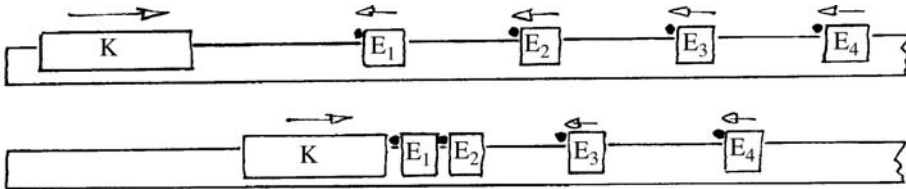
$p$  nicht definiert über  $m \cdot v$

$$p = m \cdot v \Leftrightarrow Q = C \cdot U \quad (\text{analoge Gleichungen})$$

z. B. elektromagnetisches Feld:  $p \neq m \cdot v$

## d. Messung des Impulses

möglich ohne  $p = m \cdot v$



Jedes  $E_i$  trägt *eine Einheit* Impuls

# Impuls und Impulsströme

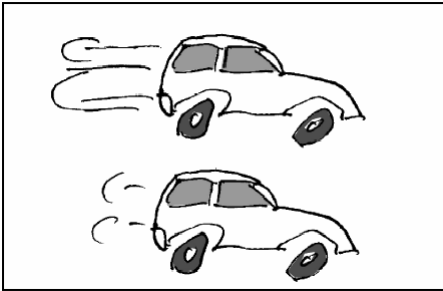
## 1. Physikalische Größen

## 2. Impuls und Geschwindigkeit

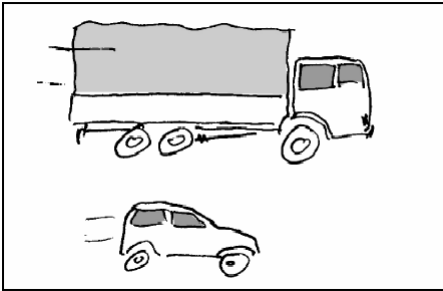
Ein bewegter Körper enthält Impuls.  
Bewegt er sich nicht, so enthält er keinen Impuls.

Einheit Impuls: Huygens (1 Hy)

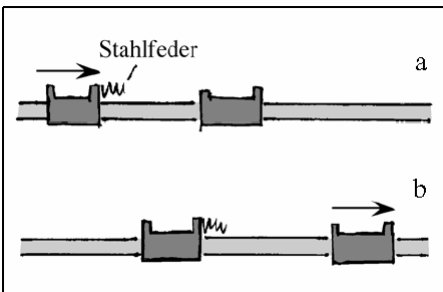
Ein Körper mit einer Masse von 1 kg und einer Geschwindigkeit von 1 m/s enthält 1 Hy.



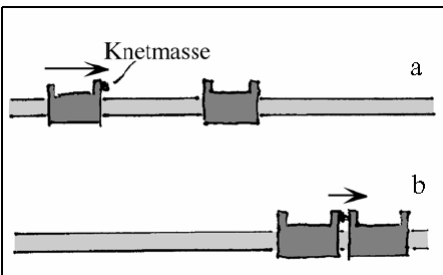
Ein Körper enthält umso mehr Impuls, je höher seine Geschwindigkeit ist.



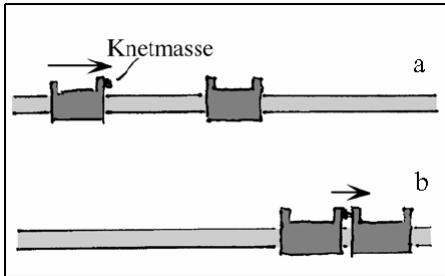
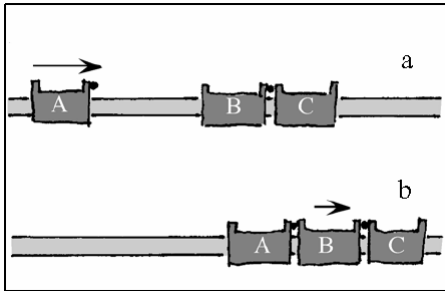
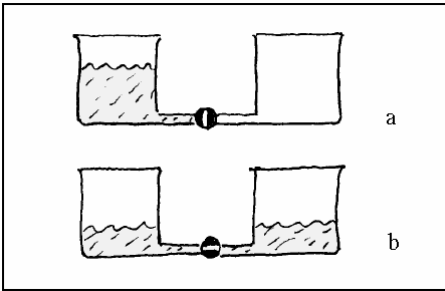
Ein Körper enthält umso mehr Impuls, je größer seine Masse ist.



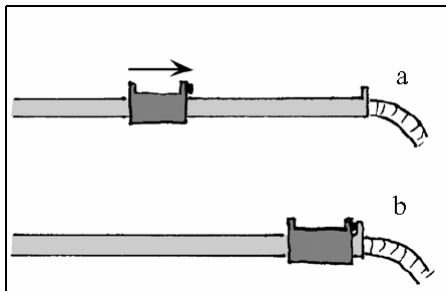
Impuls kann von einem auf einen anderen Körper übergehen.



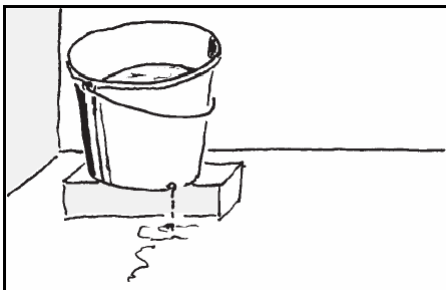
Impuls kann sich auf mehrere Körper verteilen.

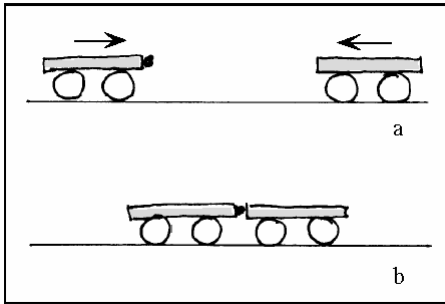


Impuls kann sich auf mehrere Körper verteilen.



Ist ein Fahrzeug schlecht gelagert, so dass es von selbst zum Stillstand kommt, so fließt sein Impuls in die Erde ab.





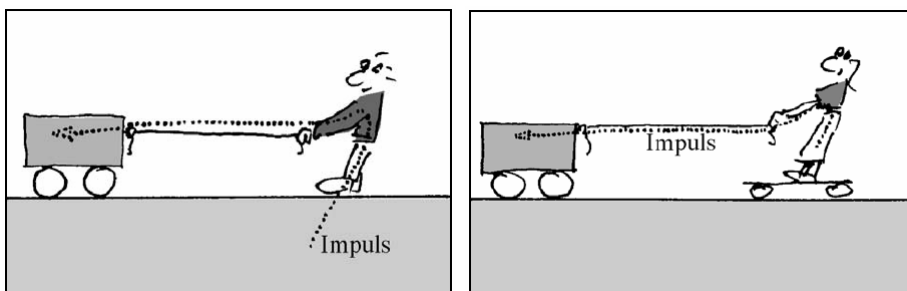
Der Impuls kann positive und negative Werte annehmen.

Vereinbarung:

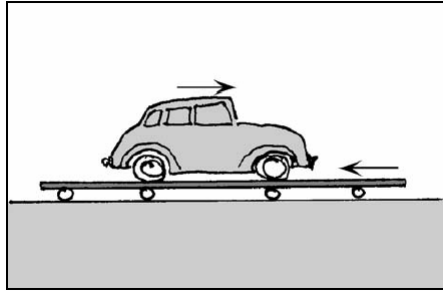
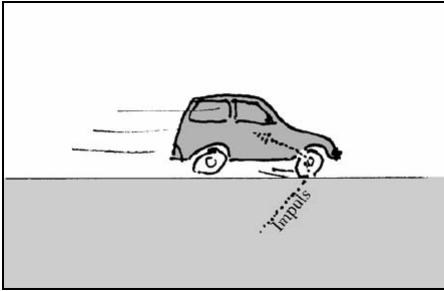
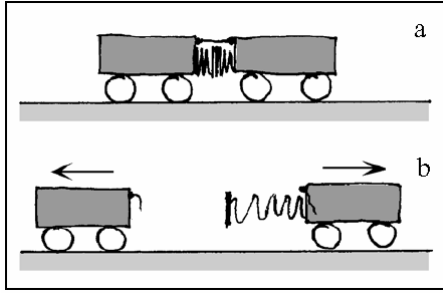
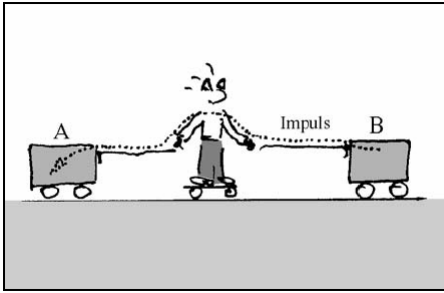
Der Impuls eines Körpers ist positiv, wenn sich der Körper nach rechts bewegt, und negativ, wenn sich der Körper nach links bewegt.

### 3. Impulspumpen

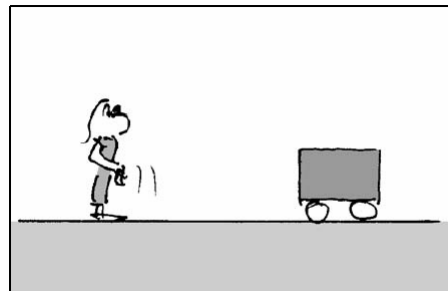
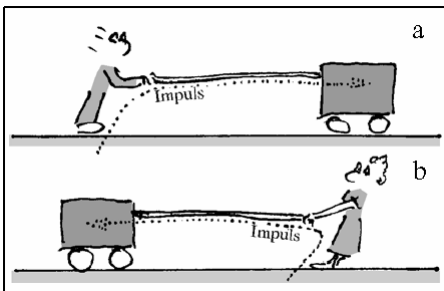
Woher bekommt ein Fahrzeug seinen Impuls wenn es beschleunigt?



Die Person schickt durch das Seil Impuls von links nach rechts.

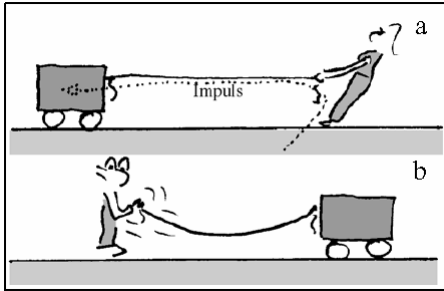


## 4. Impulsleiter und -nichtleiter

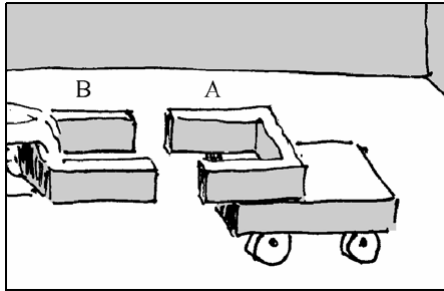


Feste Stoffe (z. B. Stange) leiten den Impuls.

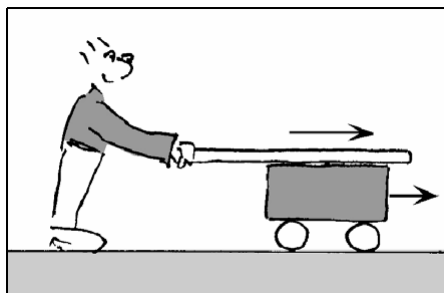
Luft leitet den Impuls nicht.



Seile leiten den Impuls nur in eine Richtung.



Magnetische Felder leiten den Impuls.

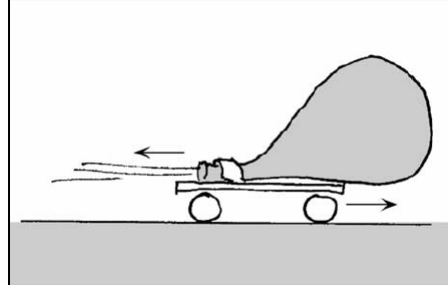
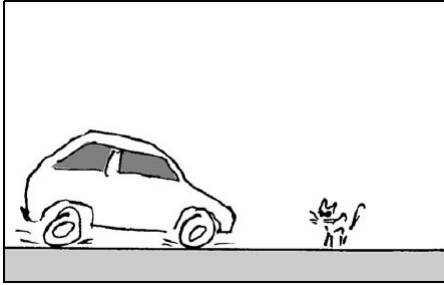


Reiben zwei Gegenstände aneinander, so fließt Impuls vom einen zum anderen: je größer die Reibung, desto mehr.

Vorrichtungen die Reibung verhindern sollen dienen der Impulsisolation, z. B. Räder, Schmiermittel, Kugellager, Luftkissen,...



## 5. Antriebe und Bremsen



Bremsen: Impulsleitung in der man den Impulsstrom regeln kann.

Um ein Fahrzeug zu beschleunigen braucht man einen Antrieb.

Der Antrieb pumpt Impuls aus einem anderen Körper ins Fahrzeug.

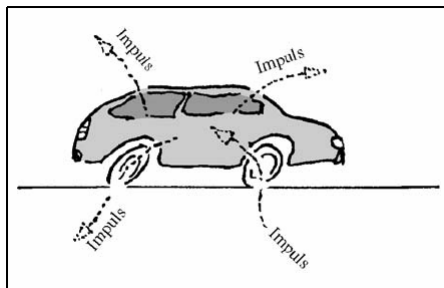
Der andere Körper kann sein: die Erde (z.B. Auto)

Wasser (z.B. Schiff)

Luft (z.B. Flugzeug)

mitgeführter Treibstoff (z.B. Rakete)

## 6. Fließgleichgewichte



Fließgleichgewicht:

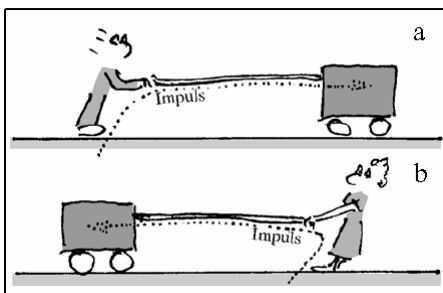
Der Wegstrom stellt sich so ein, dass er gleich dem Zustrom ist.

## 7. Die Richtung von Impulsströmen

Der Impuls fließt von selbst von einem Körper hoher zu einem Körper niedriger Geschwindigkeit.

Eine "Impulspumpe" (Motor, Mensch) befördert ihn in die entgegengesetzte Richtung.

## 8. Druck- und Zugspannung

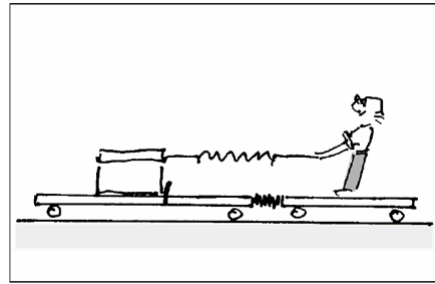
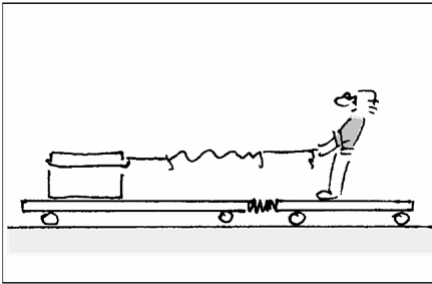
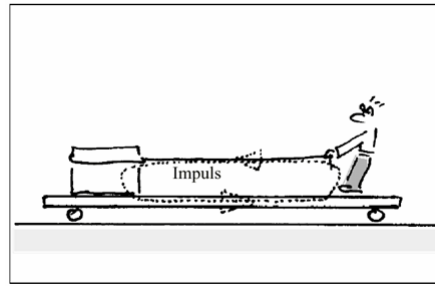
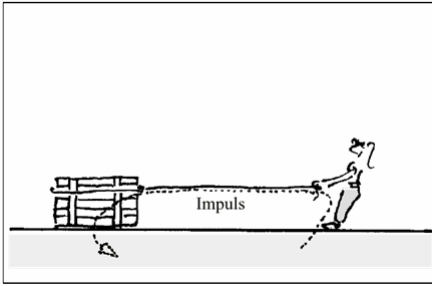


Druckspannung: Impulsstrom nach rechts

(elastische Körper werden verkürzt)

Zugspannung: Impulsstrom nach links

(elastische Körper werden verlängert)

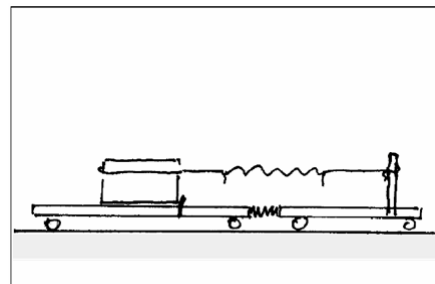


### 3.9 Impulsstromkreise

Impuls kann in einem geschlossenen Stromkreis fließen.

Der Impuls nimmt dann an keiner Stelle zu oder ab.

Ein Teil jedes Impulsstromkreises steht unter Druckspannung,  
ein anderer unter Zugspannung.

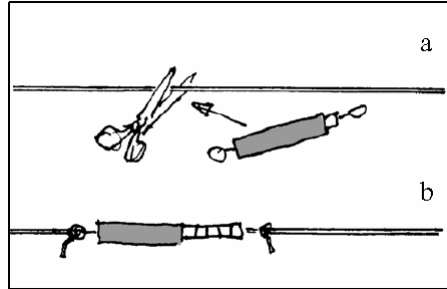


### 3.10 Die Impulsstromstärke

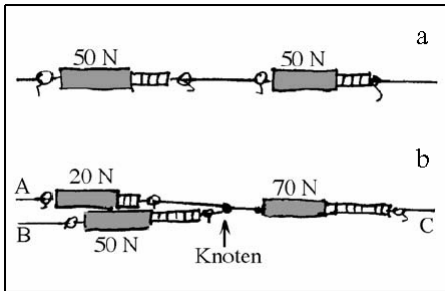
$$\text{Impulsstromstärke} = \frac{\text{Impuls}}{\text{Zeitdauer}}$$

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

$$N = \frac{Hy}{s}$$



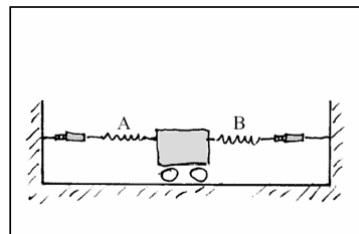
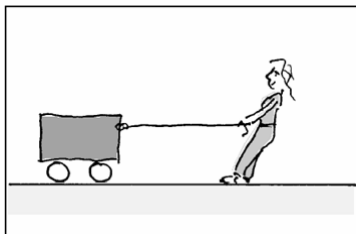
Die zu einem Knoten hinfließenden Ströme sind zusammen genauso stark wie die wegfließenden.



### 11. Die Kraft

Kraft: andere, ältere Bezeichnung für Impulsstromstärke.

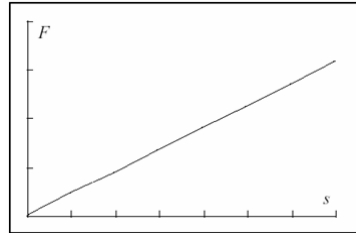
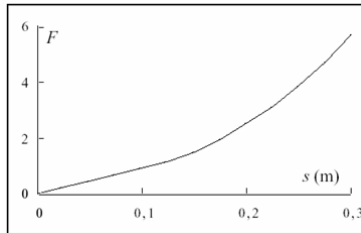
Folge: andere Sprechweise



## 12. Die Messung der Impulsstromstärke

Zur Messung kann man die Verlängerung elastischer Gegenstände verwenden.

Schülerpraktikum: Ausdehnung von Gummibändern, Federn



Hookesches Gesetz: Bei Stahlfedern ist  $F \sim s$ .

Das gilt für die meisten elastischen Körper nicht.

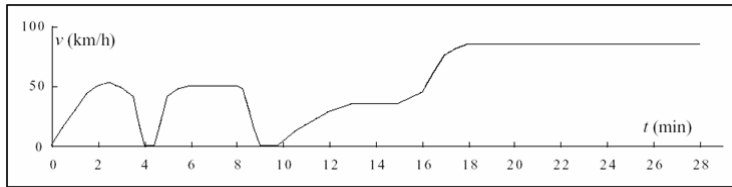
## 13. Impulsströme können zerstören

Wenn der Impulsstrom zu groß wird, geht die Leitung kaputt.

Beispiele:

- Gurt und Airbag
- Hammer auf Daumen
- Funktionsweise des Hammers
- Fangen eines Steins oder Balls
- Abschleppen eines Autos
- Nagel und Reißzwecke

## 14. Die Geschwindigkeit



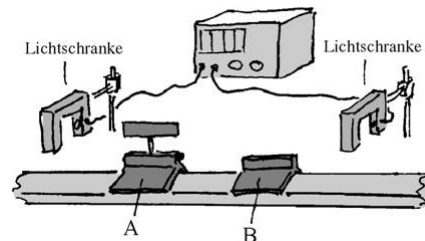
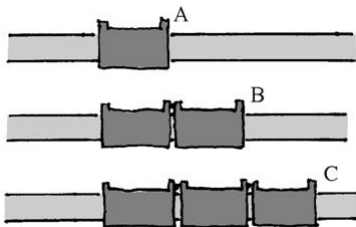
Die Geschwindigkeit gibt an, wie schnell sich ein Körper bewegt.

Messgerät: Tachometer

Bei konstanter Geschwindigkeit gilt:  $s \sim t$ .

Momentangeschwindigkeit

## 15. Der Zusammenhang zwischen Impuls, Masse und Geschwindigkeit



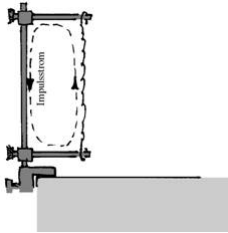
Der Impuls eines Körpers ist proportional zur Masse und zur Geschwindigkeit des Körpers.

Es ist leichter, die Geschwindigkeit eines leichten Körpers zu ändern, als die eines schweren. Schwere Körper sind träger.

# Das Schwerfeld

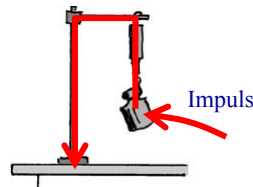
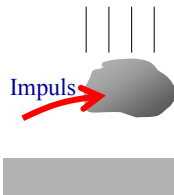
## 1. Senkrechte Bewegungen

Der Impuls eines Körpers ist positiv, wenn sich der Körper nach unten bewegt und negativ, wenn er sich nach oben bewegt.



Impulsstrom nach unten: Druckspannung  
Impulsstrom nach oben: Zugspannung

## 2. Die Erdanziehung – das Schwerfeld

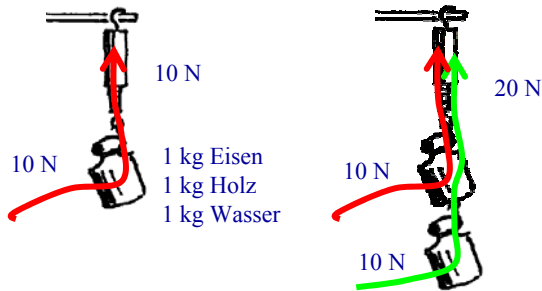


Beobachtung: Die Erde zieht andere Körper an  
- Körper fallen beim loslassen  
- Körper haben Gewicht

Grund: Körper bekommen von der Erde ständig Impuls

Jeder Körper ist von einem Schwerfeld umgeben. Je größer die Masse des Körpers, desto dichter ist das Feld. Durch das Schwerfeld fließt Impuls von einem Körper zum anderen, z. B. von der Erde in andere Körper (Erdanziehung)

### 3. Wovon die Erdanziehung abhängt



An einem festen Ort ist der Impulsstrom  $F$ , der durch das Schwerfeld in einen Körper fließt, proportional zu seiner Masse  $m$ :

$$F = m \cdot g$$

$g$  heißt Ortsfaktor, auf der Erdoberfläche ist  $g = 9,81 \text{ N/kg} \approx 10 \text{ N/kg}$ .