

Rechnen mit physikalischen Größen

Jede physikalische Größe besteht aus Zahlenwert und Einheit !

Basiseinheiten

Größe	Formelzeichen	Grundeinheit
Länge	l;b;h	Meter [m]
Masse	m	Kilogramm [kg]
Zeit	t	Sekunde [s]
Stromstärke	I	Ampere [A]
Temperatur	T	Kelvin [K]

Beispiele zu den Basiseinheiten:

Die Eisenbahnbrücke hat eine Länge von $l = 700 \text{ m}$.

Das Zündholz ist $l = 0,05 \text{ m}$ lang.

Der Mount Everest ist $h = 8848 \text{ m}$ hoch.

Die Masse einer E-Lok beträgt $m = 120.000 \text{ kg}$

Eine Kartoffel hat die Masse $m = 0,2 \text{ kg}$.

Ein Filzstift hat die Masse $m = 0,01 \text{ kg}$.

Eine Stunde hat $t = 3.600 \text{ s}$ (Sekunden)

Ein Tag hat $t = 86.400 \text{ s}$

Die Periodendauer des Wechselstroms beträgt $t = 0,02 \text{ s}$.

Die Stromaufnahme einer E-Lok beträgt $I = 1200 \text{ A}$

Das Amperemeter zeigt einen Strom von $I = 0,003 \text{ A}$ an.

Die Hauptsicherung ist für $I = 63 \text{ A}$ ausgelegt.

Der absolute Nullpunkt liegt bei $T = 0 \text{ K}$.

Angenehme Raumtemperatur empfinden wir bei etwa $T = 293 \text{ K}$ (20 °C)

Auf der Sonnenoberfläche herrschen Temperaturen von etwa $T = 6000 \text{ K}$.

Die Beispiele zeigen, dass es sinnvoll ist, die Basiseinheiten in kleinere oder größere Einheiten umzurechnen.

Umrechnungsbeispiele:

Der Mount Everest ist $h = 8848 \text{ m}$ hoch, das sind $8,848 \text{ km}$.

Die Masse einer E-Lok beträgt $m = 120.000 \text{ kg}$, das sind 120 t .

Das Amperemeter zeigt einen Strom von $I = 0,003 \text{ A}$ an, das sind 3 mA .

Ein Tag hat $t = 86.400 \text{ s}$, das sind $1440 \text{ min} = 24 \text{ h}$.

Oft werden für die Umrechnung Zehnerpotenzen verwendet.

Zehnerpotenzen

$10^0 = 1$	$10^{-1} = 0,1$
$10^1 = 1 \cdot 10$	$10^{-2} = 0,01$
$10^2 = 10 \cdot 10 = 100$	$10^{-3} = 0,001$
$10^3 = 10 \cdot 10 \cdot 10 = 1.000$	$10^{-4} = 0,0001$
$10^4 = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 = 10.000$	$10^{-5} = 0,00001$
$10^5 = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 = 100.000$	$10^{-6} = 0,000001$
$10^6 = 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 10 = 1.000.000$	$10^{-7} = 0,0000001$

Beispiele:

$$17 \text{ km} = 17 \text{ mal } 1000 \text{ m} = 17 \text{ mal } 10^3 \text{ m.}$$

$$9 \text{ m} = 9/1000 \text{ km} = 9 \text{ mal } 10^{-3} \text{ m.}$$

(C) Rudolf Brinkmann
Original Word-Dokumente
ohne Copyright-Vermerk
erhalten Sie im Onlineshop:
<http://www.mathebrinkmann-shop.de>

Die Länge als physikalische Größe

1 Kilometer = 1km	1 Meter = 1m	1 Dezimeter = 1dm
1 Zentimeter = 1cm	1 Millimeter = 1mm	1 Mikrometer = 1 μ

Umrechnungen

	km	m	dm	cm	mm
km	1	0,001 = 10^{-3}	0,0001 = 10^{-4}	0,00001 = 10^{-5}	0,000001 = 10^{-6}
m	1000 = 10^3	1	0,1 = 10^{-1}	0,01 = 10^{-2}	0,001 = 10^{-3}
dm	10.000 = 10^4	10 = 10^1	1	0,1 = 10^{-1}	0,01 = 10^{-2}
cm	100.000 = 10^5	100 = 10^2	10 = 10^1	1	0,1 = 10^{-1}
mm	1000.000 = 10^6	1000 = 10^3	100 = 10^2	10 = 10^1	1

Aufgaben zur Längenberechnung

1. Rechne alle Längenangaben in Kilometer um.

12m	3,4 m	0,5m	7,03 m	0,123m	120m
120 dm	9 dm	0,5 dm	6,5 dm	0,1dm	1.200 dm
1.200 cm	300 cm	25 cm	3 cm	0,1cm	2.4000 cm
20.000mm	7.000 mm	300mm	25 mm	7 mm	400.000mm

Beispiel:

$$350 \text{ cm} = 0,01 \cdot 350 \text{ m} = 0,01 \cdot 0,001 \cdot 350 \text{ km} = 350 \cdot 10^{-5} \text{ km} = \underline{\underline{0,0035 \text{ km}}}$$

2. Rechne alle Längenangaben in Meter um.

12km	3,4 km	0,5 km	7,03 km	0,123 km	140 km
120 dm	9 dm	0,5 dm	6,5 dm	0,1dm	1.500 dm
1.200 cm	300 cm	25 cm	3 cm	0,1cm	1.600 cm
20.000 mm	7.000 mm	300 mm	25 mm	7 mm	5.000 mm

Beispiel:

$$1.500 \text{ cm} = 0,01 \cdot 1.500 \text{ m} = 1.500 \cdot 10^{-2} \text{ m} = \underline{\underline{15 \text{ m}}}$$

3. Rechne alle Längenangaben in Zentimeter um.

12km	3,4 km	0,5 km	7,03 km	0,123 km	0,045 km
120 m	9 m	0,5 m	6,5 m	0,1m	16 m
1.200 dm	300 dm	25 dm	3 dm	0,1dm	16.000 dm
20.000 mm	7.000 mm	300 mm	25 mm	7 mm	650.000 mm

Beispiel:

$$0,5 \text{ km} = 1000 \cdot 0,5 \text{ m} = 1000 \cdot 100 \cdot 0,5 \text{ cm} = 0,5 \cdot 10^5 \text{ cm} = \underline{\underline{50000 \text{ cm}}}$$

4. Rechne alle Längenangaben in Millimeter um.

12 km	3,4 km	0,5 km	7,03 km	0,123 km	0,04 km
120 m	9 m	0,5 m	6,5 m	0,1 m	4.200 m
1.200 dm	300 dm	25 dm	3 dm	0,1 dm	11.000 dm
20.000 cm	7.000 cm	300 cm	25 cm	7 cm	0,02 cm

Beispiel:

$$1.500 \text{ dm} = 0,1 \cdot 1500 \text{ m} = 0,1 \cdot 1000 \cdot 1.500 \text{ mm} = 1.500 \cdot 10^2 \text{ mm} = \underline{\underline{150.000 \text{ mm}}}$$

(C) Rudolf Brinkmann
Original Word-Dokumente
ohne Copyright-Vermerk
erhalten Sie im Onlineshop:
<http://www.mathebrinkmann-shop.de>

Die physikalische Größe Volumen

1 Kubikmeter = $1\text{m}^3 \triangleq 1000\text{Liter}$	1 Kubikdezimeter = $1\text{dm}^3 \triangleq 1\text{Liter}$
1 Kubikzentimeter = $1\text{cm}^3 \triangleq 1\text{ml}$	1 Kubikmillimeter = 1mm^3

Umrechnungen

	m^3	dm^3	cm^3	mm^3
m^3	1	0,001	0,0000001	0,000000001
dm^3	1.000	1	0,001	0,000001
cm^3	1.000.000	1000	1	0,001
mm^3	1.000.000.000	1.000.000	1000	1

Das Volumen eines Quaders: $V = l \cdot b \cdot h$

Aufgaben zur Volumenberechnung

1. Berechne das Volumen nach obiger Formel.

Länge l	10m	20 dm	12cm	70mm	2km	3,7 cm
Breite b	5m	7 dm	7cm	10mm	1km	12,5 cm
Höhe h	2m	4 dm	1cm	5mm	0,5km	0,3 cm

Beispiel:

$$l = 12\text{ cm} \quad b = 9\text{ cm} \quad h = 4\text{ cm}$$

$$V = l \cdot b \cdot h = 12\text{ cm} \cdot 9\text{ cm} \cdot 4\text{ cm} = 12 \cdot 9 \cdot 4\text{ cm}^3 = \underline{\underline{432\text{ cm}^3}}$$

2. Berechne das Volumen. Wandle zuvor alle Größen in Meter um.

Länge l	100m	2km	0,1km	4m	20 dm	0,3m
Breite b	100 cm	100m	10m	2m	10 cm	18 cm
Höhe h	1000mm	200 cm	10mm	4mm	1mm	4 dm

Beispiel:

$$l = 0,4\text{ km} = 400\text{ m} \quad b = 140\text{ m} \quad h = 90\text{ cm} = 0,9\text{ m}$$

$$V = l \cdot b \cdot h = 12\text{ m} \cdot 9\text{ m} \cdot 4\text{ m} = 12 \cdot 9 \cdot 4\text{ m}^3 = \underline{\underline{50.400\text{ m}^3}}$$

3. Berechne das Volumen. Wandle zuvor alle Größen in Zentimeter um.

Länge l	100m	2km	0,1km	4m	20 dm	2000mm
Breite b	100 cm	100m	10m	2m	10 cm	170 cm
Höhe h	100 mm	200 cm	10mm	4mm	1mm	3,5m

Beispiel:

$$l = 0,03 \text{ km} = 30 \text{ m} = 3000 \text{ cm}$$

$$b = 40 \text{ m} = 4000 \text{ cm}$$

$$h = 12 \text{ cm}$$

$$V = l \cdot b \cdot h = 3000 \text{ cm} \cdot 4000 \text{ cm} \cdot 12 \text{ cm}$$

$$= 3000 \cdot 4000 \cdot 12 \text{ cm}^3$$

$$= 3 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 12 \text{ cm}^3$$

$$= 3 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 10^6 \text{ cm}^3 = \underline{\underline{144 \cdot 10^6 \text{ cm}^3}}$$

(C) Rudolf Brinkman
Original Word- Dokumente
ohne Copyright- Vermerk
erhalten Sie im Onlineshop:
<http://www.mathebrinkmann-shop.de>

Die physikalische Größe Masse

1 Tonne = 1t = 1000kg	1 Kilogramm = 1kg = 1000g
1 Gramm = 1g = 1000mg	1 Milligramm = 1mg

Umrechnungen

	t	kg	g	mg
t	1	0,001	0,0000001	0,000000001
kg	1.000	1	0,001	0,000001
g	1.000.000	1000	1	0,001
mg	1000.000.000	1.000.000	1.000	1

Aufgaben zu Masse

1. Rechne alle Masseangaben in Kilogramm um.

1t	12000g	2000000mg	0,03t
120g	0,3t	200000mg	500g

Beispiel:

$$275 \text{ mg} = 0,001 \cdot 275 \text{ g} = 0,001 \cdot 0,001 \cdot 275 \text{ kg} \\ = 10^{-3} \cdot 10^{-3} \cdot 275 \text{ kg} = \underline{\underline{275 \cdot 10^{-6} \text{ kg}}}$$

2. Rechne alle Masseangaben in Gramm um.

12kg	200mg	0,8kg	0,001t
3,5kg	0,1t	0,01kg	1,2t

Beispiel:

$$0,12 \text{ t} = 1000 \cdot 0,12 \text{ kg} = 1000 \cdot 1000 \cdot 0,12 \text{ g} \\ = 10^3 \cdot 10^3 \cdot 0,12 \text{ g} = \underline{\underline{0,12 \cdot 10^6 \text{ g}}}$$

Die Physikalische Größe Dichte

Dichte	Masse	Volumen
$\frac{\text{Masse}}{\text{Volumen}}$	Dichte · Volumen	$\frac{\text{Masse}}{\text{Dichte}}$
$\rho = \frac{m}{V}$	$m = \rho \cdot V$	$V = \frac{m}{\rho}$

Umrechnungen

$1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{1000 \text{g}}{\text{m}^3}$	$1 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = \frac{0,001 \text{kg}}{\text{m}^3}$	$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \frac{1000 \text{kg}}{\text{m}^3}$	$1 \text{ml} \hat{=} 1 \text{cm}^3$ $1 \text{l} \hat{=} 1 \text{dm}^3$
---	--	--	---

Aufgaben zur Dichte

1. Berechne die Dichte in Gramm/Kubikzentimeter (
- g / cm^3
-).

$m = 100 \text{g}$	$m = 2 \text{kg}$	$m = 10 \text{g}$	$m = 2000 \text{mg}$
$V = 10 \text{cm}^3$	$V = 2 \text{dm}^3$	$V = 0,5 \text{cm}^3$	$V = 20 \text{ml}$

Beispiel:

$$m = 1,2 \text{kg} = 1200 \text{g}$$

$$V = 120 \text{mm}^3 = 0,001 \cdot 120 \text{cm}^3 = 120 \cdot 10^{-3} \text{cm}^3$$

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{m}{V} = \frac{1200 \text{g}}{120 \cdot 10^{-3} \text{cm}^3} \\ &= \frac{1200}{120} \cdot 10^3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \\ &= 10 \cdot 10^3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \underline{\underline{10.000 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}}} \end{aligned}$$

2. Berechne die Masse in kg.

$\rho = 12 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\rho = 11,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\rho = 7500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
$V = 125 \text{cm}^3$	$V = 1000 \text{cm}^3$	$V = 51 \text{m}^3$	$V = 0,1 \text{m}^3$

Beispiel:

$$\rho = 5.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$V = 550 \text{dm}^3 = 0,001 \cdot 550 \text{m}^3 = 550 \cdot 10^{-3} \text{m}^3$$

$$\begin{aligned} m &= \rho \cdot V = 5.000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 550 \cdot 10^{-3} \text{m}^3 \\ &= 5.000 \cdot 550 \cdot 10^{-3} \text{kg} \\ &= 5 \cdot 550 \text{kg} = \underline{\underline{2750 \text{kg}}} \end{aligned}$$

3. Berechne das Volumen in m^3 .

$\rho = 10 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\rho = 11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\rho = 0,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
$m = 10 \text{ g}$	$m = 113 \text{ g}$	$m = 10 \text{ kg}$	$m = 1000 \text{ kg}$

Beispiel:

$$\rho = 7,5 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

$$m = 0,15 \text{ t} = 150 \text{ kg}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{150 \text{ kg}}{7,5 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}}$$

$$= \frac{150}{7,5} \cdot \text{dm}^3 = 20 \text{ dm}^3$$

$$= 0,001 \cdot 20 \text{ m}^3 = \underline{\underline{20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}}$$

(C) Rudolf Brinkmann
Original Word-Dokumente
ohne Copyright-Vermerk
erhalten Sie im Onlineshop:
<http://www.mathebrinkmann-shop.de>

Die physikalische Größe Kraft

Die Einheit der Kraft ist ein Newton (**1N**)

Eine besondere Kraft ist die Gewichtskraft

$$F = F_G = m \cdot g$$

$$m = \frac{F}{g}$$

$$g = \frac{F}{m}$$

m = Masse g = Gravitationskonstante $\approx 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

Aufgaben zur Gewichtskraft:

1. Mit welcher Kraft werden folgende Massen von der Erde angezogen?
Hinweis: Wandle alle Masseneinheiten vor der Berechnung in kg um.

Berechnungsformel: $F_G = m \cdot g$ mit $g_{\text{Erde}} = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

m = 10kg	m = 1000g	m = 120kg	m = 12000g	m = 1t	75kg
m = 12,7kg	m = 3,25t	m = 120g	m = 100mg	m = 1000t	0,4t

Beispiel:

$$m = 12.500 \text{ g} = 12,5 \text{ kg} \quad g_{\text{Erde}} = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$F_G = m \cdot g_{\text{Erde}} = 12,5 \cancel{\text{kg}} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\cancel{\text{kg}}} \\ = 12,5 \cdot 9,81 \text{ N} = \underline{\underline{122,625 \text{ N}}}$$

Mit welcher Kraft werden folgende Massen vom Mond angezogen?

2. Hinweis: Wandle alle Masseneinheiten vor der Berechnung in kg um.

Berechnungsformel: $F_G = m \cdot g$ mit $g_{\text{Mond}} = 1,6 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

m = 10kg	m = 1000g	m = 120kg	m = 12000g	m = 1t	17kg
m = 12,7kg	m = 3,25t	m = 120g	m = 100mg	m = 1000t	18,5 t

Beispiel:

$$m = 730 \text{ g} = 0,73 \text{ kg} \quad g_{\text{Mond}} = 1,6 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$F_G = m \cdot g_{\text{Mond}} = 0,73 \cancel{\text{kg}} \cdot 1,6 \frac{\text{N}}{\cancel{\text{kg}}} \\ = 0,73 \cdot 1,6 \text{ N} = \underline{\underline{1,168 \text{ N}}}$$

3. Mit welcher Kraft werden folgende Massen vom Mars angezogen?
Hinweis: Wandle alle Masseneinheiten vor der Berechnung in kg um.

Berechnungsformel: $F_G = m \cdot g$ mit $g_{\text{Mars}} = 4,3 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

m = 10 kg	m = 1000 g	m = 120 kg	m = 12000 g	m = 1 t	170 kg
m = 12,7 kg	m = 3,25 t	m = 120 g	m = 100 mg	m = 1000 t	7,4 t

Beispiel:

$$m = 12,5 \text{ kg} \quad g_{\text{Mars}} = 4,3 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$F_G = m \cdot g_{\text{Mars}} = 12,5 \cancel{\text{ kg}} \cdot 4,3 \frac{\text{N}}{\cancel{\text{ kg}}} \\ = 12,5 \cdot 4,3 \text{ N} = \underline{\underline{53,75 \text{ N}}}$$

4. Welche Massen gehören zu den auf sie wirkenden Gewichtskräfte?
Hinweis: Wandle alle Gewichtskräfte vor der Berechnung in N um.

Berechnungsformel: $F_G = m \cdot g \Rightarrow m = \frac{F}{g}$ mit $g_{\text{Erde}} = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

F = 10 N	F = 1000 mN	F = 120 N	F = 12000 mN
F = 12,7 N	F = 3,25 kN	F = 120 mN	F = 100 kN

Beispiel:

$$F = 0,7 \text{ kN} \quad g_{\text{Erde}} = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$m = \frac{F}{g_{\text{Erde}}} = \frac{700 \text{ N}}{9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}} \\ = \frac{700}{9,81} \text{ kg} = \underline{\underline{71,356 \text{ kg}}}$$

5. Berechne aus den Daten für Masse und Kraft die zugehörige Gravitationskonstante.
Hinweis: Alle Massen sind zuvor in kg und alle Kräfte in N umzuwandeln.

Berechnungsformel: $g = \frac{F}{m}$ mit $g_{\text{Erde}} = 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

m = 10 kg	F = 98,1 N	m = 10 kg	F = 16 N
m = 10 kg	F = 43 N	m = 1,2 kg	F = 120 N
m = 1200 g	F = 200 mN	m = 1,5 t	F = 20 kN
m = 1000 t	F = 10000 N	m = 12 mg	F = 100 mN

Beispiel:

$$m = 12\text{kg} \quad F = 70\text{N}$$

$$g = \frac{F}{m} = \frac{70\text{N}}{12\text{kg}}$$

$$= \frac{70\text{ N}}{12\text{ kg}} \approx \underline{\underline{5,833\frac{\text{N}}{\text{kg}}}}$$

(C) Rudolf Brinkman
Original Word- Dokumente
ohne Copyright- Vermerk
erhalten Sie im Onlineshop:
<http://www.mathebrinkmann-shop.de>

Das Hooksche Gesetz

$$\frac{F}{s} = D$$

D = konstant

$$F = D \cdot s$$

$$s = \frac{F}{D}$$

Aufgaben zum Hookschen Gesetz

1. Berechne für die folgenden Messwerte die jeweilige Federkonstante.
Hinweis: Wandle alle Kräfte zuvor in N und alle Längen in cm um.

Berechnungsformel: $D = \frac{F}{s}$

F = 2N	s = 1cm	F = 120N	s = 2 cm
F = 100N	s = 1cm	F = 200N	s = 12 cm
F = 1kN	s = 1m	F = 120mN	s = 1,2 mm
F = 2mN	s = 0,1mm	F = 1200kN	s = 12 dm

Beispiel:

$$F = 300\text{N} \quad s = 0,15\text{m} = 15\text{cm}$$

$$D = \frac{F}{s} = \frac{300\text{N}}{15\text{cm}}$$

$$= \frac{300}{15} \frac{\text{N}}{\text{cm}} = \underline{\underline{20 \frac{\text{N}}{\text{cm}}}}$$

2. Eine Feder hat die Federkonstante $D = 120 \text{ N/cm}$.
Berechne die jeweilige Auslenkung s der Feder.
Hinweis: Wandle zuvor alle Kräfte in N um.

Berechnungsformel: $s = \frac{F}{D}$

F = 1N	F = 10N	F = 100N	F = 1kN
F = 120mN	F = 1,2kN	F = 12,7N	F = 3,6kN
F = $5 \cdot 10^4$ mN	F = $2 \cdot 10^3$ N	F = $2 \cdot 10^{-3}$ N	F = $4 \cdot 10^5$ N

Beispiel:

$$F = 1500\text{N} \quad D = 120 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

$$s = \frac{F}{D} = \frac{1500\text{N}}{120 \frac{\text{N}}{\text{cm}}}$$

$$= \frac{1500}{120} \text{cm} = \underline{\underline{12,5\text{cm}}}$$

3. Eine Feder hat die Federkonstante $D = 150 \text{ N/cm}$.
Berechne die jeweilige Kraft, die zur gemessenen Auslenkung gehört.
Hinweis: Wandle zuvor alle gemessenen Auslenkungen in cm um.
Berechnungsformel: $F = D \cdot s$

$s = 1 \text{ cm}$	$s = 10 \text{ cm}$	$s = 100 \text{ cm}$	$s = 124 \text{ mm}$
$s = 3,5 \cdot 10^2 \text{ mm}$	$s = 4,7 \cdot 10^4 \text{ mm}$	$s = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$	$s = 12 \text{ mm}$

Beispiel:

$$s = 140 \text{ mm} = 14 \text{ cm} \quad D = 150 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$$

$$\begin{aligned} F &= D \cdot s = 150 \frac{\text{N}}{\text{cm}} \cdot 14 \text{ cm} \\ &= 150 \cdot 14 \text{ N} = \underline{\underline{2100 \text{ N}}} \end{aligned}$$

(C) Rudolf Brinkmann
Original Word-Dokumente
ohne Copyright-Vermerk
erhalten Sie im Onlineshop:
<http://www.mathebrinkmann-shop.de>