



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
Kraftfahrzeugtechnik

# Formeln für Berufskraftfahrer

Bearbeitet von Gewerbelehrern und Ingenieuren

2. Auflage

## **Vorwort zur 2. Auflage**

Die Formelsammlung für Berufskraftfahrer soll den Aus- und Fortzubildenden sowie den Praktiker im Personen- und Güterkraftverkehr bei der Bearbeitung technisch-mathematischer Aufgabenstellungen unterstützen. Im Bereich der technischen Mathematik werden in der Regel Größengleichungen sowie Zahlenwertgleichungen verwendet.

Das vorliegende Werk berücksichtigt die gültigen Normen sowie die aktuellen Lehrpläne und Ausbildungsordnungen im Bereich der Ausbildung zur Berufskraftfahrerin bzw. zum Berufskraftfahrer.

Neu in der 2. Auflage ein Kapitel mit Formeln zu Beförderungsprozessen.

Die Seiten zur Ladungssicherung sind wesentlich ergänzt und neu verfasst. Neben der VDI 2700 (Blatt 2, Juli 2014) wird die DIN EN 12195-1 (2011-6) berücksichtigt. Beide Normen sind als Regelwerke offiziell anerkannt. Mit beiden Normen können sämtliche in der beruflichen Praxis auftretende Sicherheitsfälle dargestellt und berechnet werden.

Das Kapitel Ladungssicherung ist nun in die drei Bereiche Grundlagen, Formeln nach VDI 2700 und Formeln nach DIN EN 12195 aufgeteilt.

Alle Angaben in der Formelsammlung erfolgen nach dem aktuellen Stand der Normen und Vorschriften. Haftungsansprüche gegenüber den Autoren und dem Verlag sind ausgeschlossen.

Die Autoren und der Verlag sind für Anregungen und kritische Hinweise dankbar (lektorat@europa-lehrmittel.de).

Sommer 2021

Autoren und Verlag

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsselderger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

**Europa-Nr.: 21120**

Autoren:		
Felder, Helmut	Oberstudienrat a. D.	Wuppertal – Essen
Moormann, Markus	Dipl.-Ing., Studiendirektor	Duisburg – Essen

Leiter des Arbeitskreises und Lektorat:		
Hohmann, Berthold	Oberstudiendirektor	Eversberg

Bildbearbeitung:  
Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Bilder:  
Fotos der Autoren

Den „Formeln für Berufskraftfahrer“ wurden die neuesten Ausgaben der DIN-Blätter zugrunde gelegt. Verbindlich sind jedoch nur die DIN-Blätter selbst.

Die DIN-Blätter können von der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, bezogen werden.

2. Auflage 2021  
Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-7585-2135-5

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2021 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
[www.europa-lehrmittel.de](http://www.europa-lehrmittel.de)

Satz:	Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Umschlag:	braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald
Umschlagfotos:	Daimler AG, 76742 Wörth
Druck:	RCOM Print GmbH, 97222 Rimpar

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Grundlagen</b> .....	<b>4</b>	Wirkungsgrad, Sankey-Diagramm (Beispiel) .....	25
Mathematische Zeichen (Auswahl) .....	4	Antriebsleistung, Beschleunigung .....	25
Griechisches Alphabet (Auswahl) .....	4	Kraftstoffverbrauch, Reichweite .....	25
Einheiten .....	4	Einfache und mehrfache Übersetzung ..	26
Vorsätze von Einheiten .....	4	Raddrehzahl und Fahrzeuggeschwindigkeit .....	26
Anglo-amerikanische Einheiten .....	4	Getriebe, $n$ - $v$ -Diagramm .....	27
Größen und Einheiten .....	5	Grundlagen der Elektrotechnik .....	28
Winkelfunktionen am rechtwinkligen Dreieck .....	7	Ladungssicherung .....	29
Satz des Pythagoras .....	7	Tabelle Niederzurren als Rutschsicherung (VDI 2700) .....	34
Verhältnisrechnen (Dreisatz) .....	8	Tabelle Diagonalzurren als Rutschsicherung (VDI 2700) .....	36
Prozentrechnen .....	8	Ladungssicherung .....	37
Promillerechnen .....	9	Beförderungsprozesse .....	43
Zinsrechnen .....	9	<b>Einsatzplanung Linienverkehr</b> .....	<b>46</b>
Mischungsrechnen .....	9	Fahrzeugeinsatzplanung Linienverkehr (vereinfachte Darstellung) .....	46
Maßstäbe (für Straßenkarten) .....	10	Fahrzeug- und Personaleinsatzplanung Linienverkehr (vereinfachte Darstellung) .....	47
Längen .....	10	<b>Beurteilung körperlicher Belastungen beim Heben und Umsetzen</b> .....	<b>48</b>
Flächen .....	11	Beurteilung von Lasten anhand von Leitmerkmalen .....	48
Zusammengesetzte Flächen .....	13	Beurteilung von Lasten anhand von Leitmerkmalen (Fortsetzung) .....	49
Volumen, Mantelflächen, Oberflächen ..	13	<b>Wirtschaftlichkeitsrechnungen</b> .....	<b>50</b>
Kraft und Drehmoment .....	15	Allgemeine Grundlagen (vereinfachte Darstellung) .....	50
Hebelgesetze .....	16	Ermittlung der variablen Kosten (vereinfachte Darstellung) .....	50
Druck, Druckkraft .....	16	Ermittlung der fixen Kosten (vereinfachte Darstellung) .....	51
Reibung .....	16	Ermittlung der Auftragsgesamtkosten (ohne Gewinne des Unternehmens) ...	51
Arbeit, Energie, Leistung .....	17	Abschreibung .....	52
Wirkungsgrad .....	17	<b>Fahrzeugdaten</b> .....	<b>53</b>
<b>Technische Berechnungen am Fahrzeug</b> <b>18</b>		<b>Formelzeichen</b> .....	<b>55</b>
Gesamtschwerpunkt mehrerer Einzel-ladungen .....	18	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	<b>58</b>
Lastverteilung, Achslasten .....	18		
Achslasten, Lastverteilungsplan (LVP) ..	19		
Geschwindigkeit, Beschleunigung, Bremsen .....	20		
Reaktionsweg, Reaktionszeit, Anhalteweg, Anhaltezeit .....	20		
Überholweg, Überholzeit .....	21		
Gewichtsleistung .....	21		
Fahrwiderstände, Rollreibung, Luftwiderstand, Steigungswiderstand ..	21		
Bremsenergie, Bremsleistung bei Abbremsung bis zum Stillstand .....	22		
Bremsschlupf .....	22		
Bremskraft .....	22		
Fliehkraft .....	22		
$D$ -Wert, $D_c$ -Wert, $V$ -Wert .....	23		
Zylindervolumen, Gesamthubraum .....	24		
Verdichtungsverhältnis .....	24		
Motorkennlinien .....	24		
Motordrehmoment, Motorleistung .....	25		

## GRUNDLAGEN

### Mathematische Zeichen (Auswahl)

Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung	Zeichen	Erklärung
...	bis, und so weiter bis gleich	$\sqrt{\quad}$	minus, weniger	$\Delta$	Delta, Zeichen f. Differenz
$\neq$	nicht gleich, ungleich	$\cdot \times$	Quadratwurzel aus a mal (der Punkt steht auf halber Zeilenhöhe)	$\cong$	kongruent
$\sim$	proportional	$:-$	durch, geteilt durch, dividiert durch	$\sim$	ähnlich
$\approx$	annähernd, nahezu gleich, rund, etwas entspricht	%	Prozent, vom Hundert	$\sphericalangle$	Winkel
$\triangleq$	kleiner als	$\text{‰}$	Promille, vom Tausend	$\overline{AB}$	Strecke AB
$<$	größer als	$\text{‰}$	runde, eckige, geschweifte Klammer auf und zu	$\widehat{AB}$	Bogen AB
$>$	größer oder gleich, mindestens gleich	$\{ \} [ ] \}$	parallel	$\Sigma$	Summe
$\geq$	kleiner oder gleich, höchstens gleich	$\parallel$	nicht parallel	$e$	Eulersche Zahl $e = 2,718281828\dots$
$\leq$	plus, mehr, und	$\perp$	rechtwinklig zu, senkrecht auf	$\alpha$	Pi = 3,14159...
$+$				$\infty$	unendlich
				log	Logarithmus (allgemein)
				lg	Zehnerlogarithmus
				ln	natürlicher Logarithmus

### Griechisches Alphabet (Auswahl)

A $\alpha$ a Alpha	E $\epsilon$ e Epsilon	$\Lambda$ $\lambda$ l Lambda	P $\rho$ r Rho	$\Phi$ $\phi$ f(ph) Phi
B $\beta$ b Beta	H $\eta$ e Eta	M $\mu$ m Mü	$\Sigma$ $\sigma$ s Sigma	X $\chi$ ch Chi
$\Gamma$ $\gamma$ g Gamma	$\Theta$ $\theta$ th Theta	N $\nu$ n Nü	T $\tau$ t Tau	$\Psi$ $\psi$ ps Psi
$\Delta$ $\delta$ d Delta	K $\kappa$ k Kappa	$\Pi$ $\pi$ p Pi	Y $\upsilon$ ü Ypsilon	$\Omega$ $\omega$ o Omega

### Einheiten

#### Vorsätze von Einheiten

	Vorsatz	Zeichen	Beispiel		Vorsatz	Zeichen	Beispiel
g r ö ß e r ↑	Mega	M	1 Megawatt = 1 MW = 1.000.000 W	k l e i n e r ↓	einfacher Wert		1 Meter = 1 m
	Kilo	k	1 Kilogramm = 1 kg = 1000 g		Dezi	d	1 Dezimeter = 1 dm = 0,1 m
	Hekto	h	1 Hektoliter = 1 hl = 100 l		Zenti	c	1 Zentimeter = 1 cm = 0,01 m
	Deka	da	1 Dekanewton = 1 daN = 10 N		Milli	m	1 Millimeter = 1 mm = 0,001 m
	einfacher Wert		1 Meter = 1 m oder 1 Newton = 1 N		Mikro	$\mu$	1 Mikrometer = 1 $\mu$ m = 0,000001 m

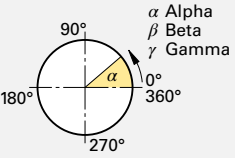
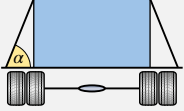
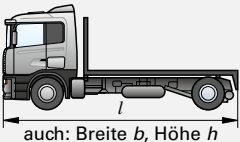
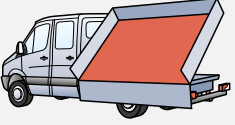



### Anglo-amerikanische Einheiten

Länge				Fläche			
		mm	m (l)			cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
inch (Zoll)	1 in	25,4	0,025	square inch	1 in <sup>2</sup>	6,452	–
foot	1 ft	304,8	0,305	square foot	1 ft <sup>2</sup>	929	0,0931
yard	1 yd	914,4	0,914	square yard	1 yd <sup>2</sup>	8361	0,8360
statute mile	1 mile	–	1609,34	acre	1 acre	–	4047 m <sup>2</sup>
nautical mile	1 n mile	–	1852	square mile	1 mile <sup>2</sup>	–	2,59 km <sup>2</sup>
1 mile = 1760 yd; 1 yd = 3 ft; 1 ft = 12 in							
Volumen				Masse			
		cm <sup>3</sup>	dm <sup>3</sup>			g	kg
cubic inch	1 in <sup>3</sup>	16,387	0,0164	grain	1 gr	0,0648	–
cubic foot	1 ft <sup>3</sup>	28317	28,317	dram	1 dram	1,772	–
cubic yard	1 yd <sup>3</sup>	–	764,555	ounce	1 oz	28,35	0,028
US-gallon	1 gal	3785	3,785	pound (libre)	1 lb	453,59	0,454
engl. gallon	1 gal	4546	4,546	hundredweight	1 cwt	50802	40,802
barrel	1 barrel	–	158,99	amer. ton	1 tn	–	1016
				1 tn = 20 hw; 1 cwt = 112 lb; 1 lb = 16 oz			
Geschwindigkeit				Druck			
		m/s	km/h			N/cm <sup>2</sup>	bar
foot per second	1 fps	0,3048	1,096	pound per square inch	1 psi = 1 lb/in <sup>2</sup>	0,704	0,0704
statute mile per hour	1 mph	0,4470	1,609				
nautic mile per hour	1 kn	0,5147	1,852				

#### Temperatur

Temperatur in Grad Fahrenheit = 1,8 · Temperatur in Grad Celsius + 32  
 Temperatur in Grad Celsius = (Temperatur in Grad Fahrenheit – 32) : 1,8

## Größen und Einheiten

Größe und Formelzeichen	Einheit		Umrechnungen, Erklärungen	
	Name	Zeichen		
<b>Winkel</b>  <p><math>\alpha</math> Alpha <math>\beta</math> Beta <math>\gamma</math> Gamma</p>	Grad	°	<ul style="list-style-type: none"> <li>– als Zurrwinkel <math>\alpha</math> beim Niederzurren (siehe Bild)</li> <li>– Vertikal- und Neigungswinkel <math>\alpha</math> beim Diagonalzurren</li> <li>– als Horizontalwinkel <math>\beta</math> beim Diagonalzurren</li> </ul>	
<b>Länge</b> $l$  <p>auch: Breite <math>b</math>, Höhe <math>h</math></p>	Meter	m	1 km = 1000 m 1 m = 10 dm 1 m = 100 cm 1 m = 1000 mm 1 dm = 10 cm 1 dm = 100 mm 1 cm = 10 mm	1 m = 0,001 km 1 dm = 0,1 m 1 cm = 0,01 m 1 mm = 0,001 m 1 cm = 0,1 dm 1 mm = 0,01 dm 1 mm = 0,1 cm
<b>Fläche</b> $A$ 	Quadratmeter	m <sup>2</sup>	1 m <sup>2</sup> = 100 dm <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup> = 10.000 cm <sup>2</sup> 1 m <sup>2</sup> = 1.000.000 mm <sup>2</sup>	1 dm <sup>2</sup> = 0,01 m <sup>2</sup> 1 cm <sup>2</sup> = 0,0001 m <sup>2</sup> 1 mm <sup>2</sup> = 0,000001 m <sup>2</sup>
	Quadratdezimeter	dm <sup>2</sup>	1 dm <sup>2</sup> = 100 cm <sup>2</sup> 1 dm <sup>2</sup> = 10.000 mm <sup>2</sup> 1 cm <sup>2</sup> = 100 mm <sup>2</sup>	1 cm <sup>2</sup> = 0,01 dm <sup>2</sup> 1 mm <sup>2</sup> = 0,0001 dm <sup>2</sup> 1 mm <sup>2</sup> = 0,01 cm <sup>2</sup>
	Hektar	ha	1 ha = 10.000 m <sup>2</sup>	
<b>Volumen</b> $V$ 	Kubikmeter	m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup> = 1000 dm <sup>3</sup> 1 m <sup>3</sup> = 1.000.000 cm <sup>3</sup> 1 dm <sup>3</sup> = 1000 cm <sup>3</sup>	1 dm <sup>3</sup> = 0,001 m <sup>3</sup> 1 cm <sup>3</sup> = 0,000001 m <sup>3</sup> 1 cm <sup>3</sup> = 0,001 dm <sup>3</sup>
	Liter	l	1 l = 1 dm <sup>3</sup> 1 l = 1000 cm <sup>3</sup>	
	Milliliter	ml	1 ml = 1 cm <sup>3</sup>	
<b>Zeit</b> $t$  <p>Lenk- und Ruhezeiten</p>	Sekunde	s	1 min = 60 s 1 h = 60 min 1 h = 3600 s 1 d = 24 h 1 a = 365 Tage (Schaltjahr 366 Tage)	1 s = 0,0167 min 1 min = 0,0167 h 1 s = 0,00028 h 1 h = 0,0417 d
	Minute	min		
	Stunde	h		
	Tag	d		
	Jahr	a		
			<b>Umrechnungsbeispiel:</b> 1,4 h = 1,4 · 60 min = 84 min = 1 h 24 min 78 min = 78 : 60 h = 1,3 h	
<b>Geschwindigkeit</b> $v$ 	Meter pro Sekunde	m/s	1 km/h = 0,278 m/s 1 m/s = 3,6 km/h	
	Kilometer pro Stunde	km/h		<b>Hinweis:</b> in englischsprachigen Ländern oft „mph“ oder „ft/min“ mph = miles per hour 1 mph = 0,447 m/s = 1,609 km/h ft/min = feet per minute 1 ft/min = 0,0058 m/s
<b>Beschleunigung</b> $a$ <b>Fallbeschleunigung</b> $g$	Meter pro Sekunde hoch zwei	m/s <sup>2</sup>	Die Richtung ist beliebig. Verzögerung ist eine negative Beschleunigung. $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ (vereinfachte Rechnung mit $g = 10 \text{ m/s}^2$ bei der Berechnung von Ladungssicherungskraften)	