

---

# ATZ/MTZ-Fachbuch

Die komplexe Technik heutiger Kraftfahrzeuge macht einen immer größer werdenden Fundus an Informationen notwendig, um die Funktion und die Arbeitsweise von Komponenten oder Systemen zu verstehen. Den raschen und sicheren Zugriff auf diese Informationen bietet die Reihe ATZ/MTZ-Fachbuch, welche die zum Verständnis erforderlichen Grundlagen, Daten und Erklärungen anschaulich, systematisch, aktuell und anwendungsorientiert zusammenstellt.

Die Reihe wendet sich an Fahrzeugingenieure in Praxis und Studium, die im Rahmen beruflicher Weiterbildung Nachschlagebedarf haben und im Zusammenhang Fragestellungen ihres Arbeitsfeldes verstehen müssen sowie an Professoren und Dozenten an Hoch- und Fachhochschulen mit Schwerpunkt Kraftfahrzeugtechnik. Sie liefert gleichzeitig das theoretische Rüstzeug für das Verständnis wie auch die Anwendungen, wie sie für Gutachter, Prüfer und Entwicklungsingenieure in der Automobil- und Zulieferindustrie benötigt werden.

---

Michael Trzesniowski

# Rennwagentechnik

Grundlagen, Konstruktion, Komponenten,  
Systeme

3., aktualisierte und erweiterte Auflage

Mit 1088 Abbildungen und 99 Tabellen

PRAXIS



Springer Vieweg

FH-Prof. DI Michael Trzesniowski  
FH JOANNEUM, Studiengang Fahrzeugtechnik  
Alte Poststraße 149, 8020 Graz  
Austria  
*michael.trzesniowski@fh-joanneum.at*

ISBN 978-3-8348-1779-2  
DOI 10.1007/978-3-8348-2209-3

ISBN 978-3-8348-2209-3 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Vieweg

© Vieweg+Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden 2008, 2010, 2012

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

*Einbandentwurf:* KünkelLopka GmbH, Heidelberg

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Vieweg ist eine Marke von Springer DE.

Springer DE ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media  
[www.springer-vieweg.de](http://www.springer-vieweg.de)

---

# Vorwort

Der Rennsport hat schon immer eine Faszination auf Techniker wie auf Laien gleichermaßen ausgeübt, wenn vielleicht auch mit anderen Sichtweisen. Auf jeden Fall steht eines im Vordergrund: Das Ausloten des menschlich und physikalisch Machbaren. Für Techniker ist die Suche nach dem Optimum faszinierend und wichtig zugleich, auch wenn es nicht (gleich) erreichbar ist. Kennt man zumindest die richtige Richtung, kann man die Weichen einer Entwicklung zukunftsfruchtig stellen. In dem Zusammenhang war eine Publikation für mich richtungweisend, bei der in einer Grafik eine Bauteilauslegung in unterschiedliche Bereiche gegliedert war. Weit abgerückt von den Serienteilen hob sich ein Bereich hervor, der mit „Vorausentwicklung/Forschung und Rennsport“ zusammengefasst war. Das, was heute als Extrembeispiel versucht wird, kann morgen als Serienlösung aufgegriffen werden. Im Rennsport wird losgelöst vom Serienalltag versucht, eine Lösung auf technische Problemstellungen zu finden. Allerdings nicht irgendeine Lösung, sondern eine herausragende, eine, die einen Wettbewerbsvorteil gegenüber den Gegnern verschafft. Faszinierend ist auch, mit welchem Einsatz die Beteiligten dabei vorgehen. Vergleichsweise kleine Abteilungen schaffen in verblüffend kurzer Zeit Motoren, Rahmen, ja ganze Fahrzeuge, die noch dazu konkurrenzfähig sind.

Natürlich wird die Entwicklung dabei stark vom Reglement vorgegeben. Langstreckenrennen und Rallyes sind auf Grund der Anforderungen näher an Serienlösungen angesiedelt als Sprintbewerbe auf der Rundstrecke.

Wenn Beispiele aus der Formel 1 an verschiedenen Stellen in diesem Buch auftauchen, dann deshalb weil diese Rennserie zumindest in Europa den Gipfel an finanziellem sowie personellem Aufwand darstellt und so zumindest im mittlerweile eng gesteckten Rahmen ihres Reglements das derzeit Machbare darstellt. Diese Beispiele sollen aber nicht die Leistungen von anderen Rennsportklassen schmälern, die mitunter mit wenigen freiwilligen Helfern manchmal nur unter Einsatz von Privatmitteln vergleichsweise Beachtliches auf die Räder stellen. Hier wird fehlendes Budget durch ansteckende Begeisterung ausgeglichen. Ich möchte mich auch bei all diesen Teams bedanken, die sich bereitwillig die Zeit genommen haben und mir einen offenen, ungehinderten Zugang zu ihrer Technik ermöglicht haben.

Dieses Buch soll das Wissen interessierter Laien erweitern, so dass sie beim nächsten Rennbesuch die Fahrzeuge mit anderen Augen betrachten können und im Fahrerlager bei leidenschaftlichen Gesprächen über den Wagen mitdiskutieren können. Weil nicht jede vorkommende Fachvokabel geläufig sein kann, gibt es einen Anhang mit Erläuterungen zu wichtigen Ausdrücken.

Dieses Buch ist aber auch für Studierende einer technischen Fachrichtung ebenso gedacht wie für bereits berufstätige Ingenieure, die ihr Wissen in den Rennsportbereich ausweiten wollen. Des-

halb werden an wesentlichen Stellen auch physikalische Hintergründe samt einfachen Gleichungen dargelegt.

Zahlreiche dankende und ermunternde Leserzuschriften bestätigen, dass diese Ziele erreicht wurden. Viele Vorschläge für Verbesserungen und Ergänzungen sind in die vorliegende 3. Auflage eingeflossen.

Drei wesentliche Erweiterungen hat diese Auflage erfahren. Allesamt aus dem Bereich des Antriebs: Die Abgasturboaufladung, der Hybrid- und der Elektroantrieb werden nun in angemessener Tiefe behandelt. Vor allem die Entwicklung der neuen Antriebsarten werden sowohl auf der Rennstrecke als auch auf der Straße mit großem öffentlichen Interesse verfolgt. Hoffentlich kann der Motorsport auch auf diesem Gebiet seiner Vorreiterrolle nachkommen und die technische Entwicklung auf gewohnt unbürokratische und gewiefte Art vorantreiben.

Ich wünsche allen Leserinnen und Lesern, dass sie bei der Lektüre wesentliche Impulse für Studium, Beruf und/oder Freizeit aus dem vorliegenden Werk erhalten, sei es weil sie ein Fahrzeug konstruieren, eines bauen oder weil sie eines neugierig betrachten.

Graz, im Frühjahr 2012

Michael Trzesniowski

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungen, Formelzeichen und Einheiten</b>	<i>List of Symbols and Units</i>	XIII
<b>A</b>	<b>Einleitung</b> <i>Introduction</i>	1
1	Arten von Rennfahrzeugen <i>Types of Race Cars</i>	1
2	Vergleich Rennsport-Serie <i>Comparison Racing vs. Mass Production</i>	8
3	Entwicklungsablauf <i>Development Process</i>	11
	Literatur	14
<b>B</b>	<b>Fahrzeugkonzept</b> <i>Vehicle Concept</i>	15
1	Entwicklungsablauf <i>Development Process</i>	15
2	Auslegungsbereiche <i>Layout Sections</i>	16
3	Konzeptmerkmale <i>Concept Characteristic</i>	18
3.1	Aggregatlage und Antriebskonzept <i>Engine Position and Drive Layout</i>	19
3.2	Konzeptvergleich <i>Concept Comparison</i>	22
4	Konzeptionierung Gesamtfahrzeug <i>Layout of Overall Vehicle</i>	38
5	Allgemeine Konstruktionsprinzipien beim Entwerfen <i>Principles of Embodiment Design in General</i>	43
6	Werkstoffe <i>Materials</i>	56
6.1	Übersicht gängiger Werkstoffe	56
6.2	Werkstoffvergleich <i>Material Comparison</i>	59
6.3	Werkstoffwahl <i>Material Selection</i>	60
7	Kosten <i>Costs</i>	62
	Literatur	64
<b>C</b>	<b>Sicherheit</b> <i>Safety</i>	67
1	Fahrzeugaufbau <i>Vehicle Construction</i>	67
2	Schalter <i>Switches</i>	71
3	Schutzeinrichtungen <i>Protecting Device</i>	72
4	Prüfungen <i>Tests</i>	84
	Literatur	88

<b>D</b>	<b>Cockpit <i>Cockpit</i></b>	89
1	Konzept <i>Layout</i>	89
2	Fahrerposition <i>Driver's Posture</i>	92
3	Sitz <i>Seat</i>	97
4	Lenkrad <i>Steering Wheel</i>	99
4.1	Lage des Lenkrades <i>Position of Steering Wheel</i>	99
4.2	Lenkradabmessungen und Ausführungen <i>Steering Wheel, Dimensions and Types</i>	100
5	Fußhebelwerk und Pedale <i>Bracketry and Pedals</i>	104
6	Schaltung <i>Gear Linkage</i>	113
7	Armaturenbrett <i>Dashboard</i>	116
8	Rückhaltesysteme <i>Restraint Systems</i>	117
9	Beispiele <i>Examples</i>	123
	Literatur	125
<b>E</b>	<b>Aerodynamik <i>Aerodynamics</i></b>	127
1	Einleitung <i>Introduction</i>	127
2	Luftwiderstand <i>Aerodynamic Drag</i>	130
3	Abtrieb <i>Downforce</i>	138
4	Flügelberechnung <i>Calculation of Wings</i>	163
5	Luftleitelemente <i>Deflector Devices</i>	167
6	Wärmeabfuhr und Entlüftung <i>Heat Removal and Ventilation</i>	170
7	Auslegung und Abstimmung <i>Dimensioning and Setup</i>	178
	Literatur	183
<b>F</b>	<b>Außenhaut <i>Bodywork</i></b>	185
1	Begriffe <i>Terms</i>	185
2	Anforderungen <i>Requirements</i>	185
3	Gestaltung <i>Design</i>	187
4	Werkstoffe <i>Materials</i>	195
	Literatur	195
<b>G</b>	<b>Reifen und Räder <i>Tyres and Wheels</i></b>	197
1	Begriffe <i>Terms</i>	198
2	Reifen <i>Tyres</i>	204
2.1	Anforderungen <i>Requirements</i>	205
2.2	Grundlagen <i>Basics</i>	205
2.3	Einfluss auf das Fahrverhalten <i>Influence on Driving Behaviour</i>	208
2.4	Wahl der Reifengröße <i>Choosing of Wheels</i>	231
2.5	Reifendaten <i>Specifications</i>	232
2.6	Reifenarten <i>Types of Tyres</i>	232
2.7	Ventil <i>Valve</i>	235
3	Räder <i>Wheels</i>	235
3.1	Anforderungen <i>Requirements</i>	235
3.2	Bezeichnungen von Rädern <i>Designation of Wheels</i>	236
3.3	Arten von Rädern <i>Types of Wheels</i>	238
3.4	Wahl der Radgröße <i>Choosing of Tyres</i>	239
4	Radbefestigung <i>Wheel Mounting</i>	243
	Literatur	249



<b>H</b>	<b>Fahrwerk <i>Suspension</i></b>	251
1	Funktion <i>Function</i>	251
2	Begriffe und kinematische Größen <i>Terms</i>	254
2.1	Begriffe	255
2.2	Entwicklungsziele <i>Design Goals</i>	269
3	Teile der Radaufhängung <i>Parts of a Suspension</i>	282
3.1	Radaufnehmende Elemente <i>Wheel Carrying Elements</i>	282
3.2	Verbindungsglieder <i>Linkage</i>	285
3.3	Gelenke <i>Joints</i>	285
3.4	Radlager <i>Wheel Bearing</i>	288
3.5	Berechnung <i>Calculation</i>	302
4	Federung <i>Springs</i>	304
5	Dämpfer <i>Damper</i>	317
5.1	Schwingungen <i>Oscillations</i>	317
5.2	Schwingungsdämpfer <i>Dampers, Shock Absorbers</i>	321
6	Stabilisatoren <i>Stabilisers, Anti Roll Bars, AE: Sway Bars</i>	336
6.1	Berechnung <i>Calculation</i>	339
6.2	Gestaltung von Stabilisatoren <i>Design of Anti Roll Bars</i>	345
6.3	Beispiele von Stabilisatoren <i>Examples of Anti Roll Bars</i>	352
7	Bauformen von Achsen <i>Types of Suspensions</i>	352
7.1	Doppelquerlenkerachse <i>Double Wishbone Suspension</i>	354
7.2	Bauteile von Doppelquerlenkerachsen <i>Parts of Double Wishbone Axles</i>	365
7.3	McPherson Achse <i>McPherson Axle</i>	398
7.4	Starrachse <i>Beam Axle</i>	399
8	Beispiele von Radaufhängungen von Rennfahrzeugen <i>Examples of Race Car Suspensions</i>	400
9	Daten <i>Data</i>	405
	Literatur	406
<b>I</b>	<b>Bremsanlage <i>Braking System</i></b>	409
1	Allgemeines <i>General</i>	409
2	Anforderungen an Bremsanlagen <i>Brake System Requirements</i>	411
3	Physikalische Grundlagen <i>Physical Basics</i>	411
4	Bremsenbauarten und Anordnungen <i>Brake Constructions And Arrangements</i>	423
5	Kennwerte <i>Parameters</i>	425
6	Bauteile von Bremsanlagen <i>Parts of Braking Systems</i>	430
7	Bremseneinbau <i>Brake Installation</i>	452
8	Auslegungskriterien von Bremsanlagen <i>Dimensioning Criteria</i>	455
9	Normen <i>Standards</i>	455
	Literatur	456
<b>J</b>	<b>Lenkung <i>Steering</i></b>	457
1	Anforderungen <i>Requirements</i>	457
2	Auslegung <i>Terms</i>	459
2.1	Lenkwinkel, Spurdifferenzwinkel <i>Steer Angle, Ackermann Angle</i>	459
2.2	Kenngößen der Lenkgeometrie <i>Parameters of Steering Geometry</i>	464
2.3	Lenkübersetzung <i>Steering Ratio</i>	470
2.4	Lenkunterstützung <i>Steering Assistance</i>	474
3	Lenkwelle <i>Steering Shaft</i>	475

4	Lenkgetriebe <i>Steering Gear</i> . . . . .	480
5	Übertragungseinrichtung und Achslager <i>Transmitting Devices And Axle Bearing</i> . . . . .	490
6	Lenkungsschwingungen <i>Shimmy (Vibrations of the Steering System)</i> . . . . .	504
7	Allradlenkung <i>Four Wheel Steering</i> . . . . .	505
	Literatur . . . . .	506
<b>K</b>	<b>Getriebeauslegung <i>Transmission Calculation</i></b> . . . . .	509
1	Leistungsbedarf <i>Power Demand</i> . . . . .	509
2	Getriebeplan und Zugkraftdiagramm <i>Traction Force Diagram</i> . . . . .	518
3	Antriebsstrang Übersicht <i>Drivetrain Overview</i> . . . . .	523
4	Übersetzungen <i>Gear Ratios</i> . . . . .	524
	Literatur . . . . .	535
<b>L</b>	<b>Rennmotoren <i>Competition Engines</i></b> . . . . .	537
1	Grundlagen <i>Fundamentals</i> . . . . .	537
2	Motorenwahl <i>Choice of Engine</i> . . . . .	546
3	Verluste <i>Losses</i> . . . . .	553
4	Baugruppen <i>Modules</i> . . . . .	558
4.1	Zylinderkopf <i>Cylinder Head</i> . . . . .	560
4.2	Ventiltrieb <i>Valve Train</i> . . . . .	577
4.3	Kurbeltrieb <i>Cranktrain</i> . . . . .	588
4.4	Kurbelgehäuse <i>Crankcase</i> . . . . .	602
4.5	Ansauganlage <i>Induction System</i> . . . . .	606
4.6	Abgasanlage <i>Exhaust System</i> . . . . .	634
4.7	Schmierölversorgung <i>Lubrication System</i> . . . . .	641
4.8	Kühlung <i>Cooling System</i> . . . . .	647
5	Besonderheiten von Rennmotoren <i>Specialities</i> . . . . .	652
6	Betriebsstoffe <i>Fuels, Coolants and Lubricants</i> . . . . .	654
6.1	Kraftstoffe <i>Fuels</i> . . . . .	654
6.2	Schmierstoffe <i>Lubricants</i> . . . . .	656
6.3	Kühlflüssigkeit <i>Coolant</i> . . . . .	657
7	Beispiele von Motoren <i>Examples of Engines</i> . . . . .	657
	Literatur . . . . .	664
<b>M</b>	<b>Antriebsstrang <i>Drive Line</i></b> . . . . .	667
1	Funktion <i>Function</i> . . . . .	667
2	Kupplung <i>Clutch</i> . . . . .	672
2.1	Kupplungsbauarten <i>Types of Clutches</i> . . . . .	673
2.2	Auswahl der Kupplungsgröße <i>Choice of Clutch Size</i> . . . . .	679
2.3	Kupplungsbetätigung <i>Clutch Actuation</i> . . . . .	680
3	Getriebe <i>Gearbox</i> . . . . .	684
3.1	Schaltgetriebe <i>Mechanical Gearbox</i> . . . . .	687
3.2	Stufenlosgetriebe (CVT) <i>Continous Variable Transmission</i> . . . . .	715
3.3	Achsgetriebe <i>Final Drive</i> . . . . .	716
4	Differenzial <i>Differential</i> . . . . .	718
4.1	Beeinflussbare Differenziale <i>Controlable Differentials</i> . . . . .	723
5	Wellen <i>Shafts</i> . . . . .	732
5.1	Antriebswellen <i>Prop(eller) Shafts AE: Drive Shafts</i> . . . . .	732
5.2	Seitenwellen <i>Half Shaft, AE: Axle Shafts</i> . . . . .	740

	5.3	Wellengelenke <i>Universal Joints</i>	743
6		Allradantrieb <i>All Wheel Drive</i>	754
	6.1	Grundlagen <i>Basics</i>	754
	6.2	Renneinsatz <i>Racing</i>	757
	6.3	Bauformen <i>Types</i>	758
7		Elektronische Fahrhilfen <i>Electronic Driver Aids</i>	760
8		Hybridantriebe <i>Hybrid Drives</i>	764
9		Elektroantriebe <i>e-Drive</i>	785
	9.1	Grundlagen <i>Fundamentals</i>	785
	9.2	Antriebskonfigurationen <i>Layouts of Drive Lines</i>	787
	9.3	Motoren <i>Motors</i>	789
	9.4	Energiespeicher <i>Energy Storage System</i>	802
	9.5	Laden <i>Charging</i>	817
	9.6	Leistungselektronik <i>Power Electronics</i>	817
	9.7	Sicherheit <i>Safety</i>	820
10		Beispiele <i>Examples</i>	826
		Literatur	826
<b>N</b>		<b>Kraftstoffsystem <i>Fuel System</i></b>	829
	1	Anforderungen und Übersicht <i>Requirements and Overview</i>	829
	2	Kraftstofftank <i>Fuel Tank</i>	831
	2.1	Größe <i>Size</i>	831
	2.2	Anordnung <i>Arrangement</i>	832
	2.3	Bauformen <i>Designs</i>	833
	3	Anschlüsse <i>Connections</i>	836
	4	Kraftstoffpumpe <i>Fuel Pump</i>	841
		Literatur	842
<b>O</b>		<b>Rahmen <i>Chassis</i></b>	843
	1	Anforderungen <i>Requirements</i>	843
	2	Bauarten <i>Types</i>	844
	2.1	Gitterrohrrahmen <i>Tubular Spaceframe</i>	844
	2.2	Kastenrahmen <i>Sheet Metal Monocoque</i>	861
	2.3	Monocoques aus Faserverbundwerkstoffen <i>Composite Monocoque Chassis</i>	877
	3	Festigkeit <i>Strength</i>	888
	4	Anbauteile <i>Add-on Parts</i>	890
		Literatur	895
<b>P</b>		<b>Elektrik <i>Electrical System</i></b>	897
	1	Verkabelung Übersicht <i>Wiring Overview</i>	897
	2	Batterie <i>Battery</i>	898
	3	Generator <i>Alternator</i>	900
	4	Leitungen und Verbindungen <i>Leads and Connectors</i>	900
	5	Schalter <i>Switches</i>	902
	6	Schaltplan <i>Circuit Diagram</i>	903
		Literatur	904

---

<b>Q</b>	<b>Abstimmung und Entwicklung <i>Set-up and Development</i></b>	905
1	Einleitung <i>Introduction</i>	905
2	Einflussfaktoren <i>Influencing Factors</i>	906
3	Datenerfassung <i>Data Logging</i>	913
	Literatur	919
	<b>Glossar <i>Glossary</i></b>	921
	Literatur	933
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	935

---

# Abkürzungen, Formelzeichen und Einheiten

## List of Symbols and Units

Im Text angeführte Gleichungen sind im Allgemeinen Größengleichungen. Die Größen können dabei in beliebigen Einheiten eingesetzt werden, vorzugsweise in den SI-Einheiten (Meter-Kilogramm-Sekunden-System). Die Einheit der auszurechnenden Größe ergibt sich dann aus den gewählten Einheiten der Variablen. Manchmal sind auch die in der Praxis gängigen Zahlenwertgleichungen angeführt. Bei diesen stimmt die Gleichung nur, wenn diese mit den angegebenen Einheiten gerechnet wird. Die Einheit der Ergebnisgröße wird demnach im Text ebenfalls angeführt.

---

### Geometrische Punkte *Geometric Points*

<i>Bo</i>	Wagenkastenschwerpunkt <i>body centre of gravity</i>
<i>C</i> bis <i>G</i>	allg. Bezugspunkte <i>reference points, in general</i>
<i>M</i>	Mittelpunkt <i>centre point</i>
<i>O</i>	Nickpol <i>pitch centre</i>
<i>P</i>	Wank- bzw. Rollpol <i>Roll centre</i>
<i>Q</i>	Mitte des Antriebsgelenks <i>centre of driving joint</i>
<i>Ro</i>	Wank- bzw. Rollzentrum <i>roll centre</i>
<i>T</i> und <i>U</i>	Spurstangen- und Gestänge-Gelenkpunkte <i>tie rod or linkage point</i>
<i>U<sub>f</sub></i> bzw. <i>U<sub>r</sub></i>	Radmittelpunkt, vorn bzw. hinten <i>wheel centre point, front or rear</i>
<i>V</i>	Fahrzeugschwerpunkt <i>vehicle centre of gravity</i>
<i>W</i>	Rad- bzw. Reifenaufstandspunkt <i>centre of tyre resp. wheel contact</i>

---

### Indizes *Suffices*

Kommen mehrere Indizes vor, werden diese durch ein Komma getrennt. Die Reihenfolge von Indizes ist diese:

Bei Kräften gibt der erste Index den Ort bzw. Punkt an, an dem die Kraft angreift und der zweite Index die Kraftrichtung, z. B.  $F_{W,Z}$  ... Radaufstandskraft (Hochkraft im Reifenaufstandspunkt). Das benutzte fahrzeugfeste Koordinatensystem wird im Glossar definiert.

Zusätzliche Angaben, wie vorne, hinten, angetrieben usw., folgen als weitere Indizes.

a	angetrieben (nur ein Rad) <i>driven, accelerating (one wheel only)</i>
0	vorgegebene Nulllage bzw. Ausgangswert. Umgebung <i>zero-point position or starting point. Ambient</i>
1	nach oben/in Druckrichtung/ein- <i>to the top/in jounce/in compression/in</i>
2	nach unten/in Zugrichtung/aus- <i>to the bottom/in rebound/out</i>
A	anfahrend, angetrieben (eine Achse) <i>drive-off condition, accelerating (one axle)</i>
A	Ackermannwinkel <i>Ackermann steering angle</i>
ax	axial <i>axial</i>
b	Biege-, Biegung <i>bending</i>
b	bremsend (nur ein Rad) <i>braking (one wheel only)</i>
B	bremsend (eine Achse) <i>braking (one axle)</i>
Ba	Stabilisatorrücken <i>stabiliser bar</i>
Bd	Bremsscheibe <i>brake disc</i>
Bl	Stabilisatorschenkel <i>blade of anti-roll bar</i>
Bo	Wagenkasten <i>body</i>
Bt	Batterie <i>battery</i>
c	Trägheit <i>inertia</i>
C	Kühlmittel <i>coolant</i>
C	(Elektro-)Motorsteuerung <i>motor controller</i>
Ca	Vergaser <i>carburettor</i>
cl	Kupplung <i>clutch</i>
co	Kurvenfahrt <i>cornering</i>
D	Dämpfung <i>damping</i>
D bzw. d	Achsantrieb (Differenzial) <i>axle drive (differential)</i>
dr	Widerstand- <i>drag</i>
dyn	dynamisch <i>dynamic</i>
e (Fahrwerk)	elastizitätsbedingt <i>due to the elasticity (compliances)</i>
e (Motor)	effektiv <i>effective</i>
Ex	Überschuss- <i>excess</i>
f	vorn <i>front</i>
f	Ständer (Stator) <i>stator</i>
F	Fehler <i>fault</i>
fix	Fest-, Tot- <i>fixed, idle</i>
fr	Reibung <i>friction</i>
G	Getriebe <i>gearbox</i>
Ga	Gas <i>gas</i>
H	Lenkrad <i>steering wheel</i>
h	Haupt- <i>master-</i>
hyd	hydraulisch <i>hydraulic</i>
i	kurveninnen, innen <i>inner wheel, inner</i>
Ic	Ladeluftkühler <i>inter cooler</i>
id	idealer Wert <i>ideal value</i>
k	kinematisch (infolge Radhubkinematik) <i>kinematic (due to wheel travel)</i>
K	Kraftstoff <i>fuel</i>
krit	kritisch <i>critical</i>
kb	Randstein <i>curb</i>
L	Luft- <i>aerodynamic</i>
l	links <i>left, left side</i>

lo	Gleiten bzw. Blockieren <i>slipping, lock resp.</i>
ls	Verlust <i>loss</i>
m	Masse <i>mass</i>
M	Motor <i>engine resp. motor</i>
m bzw. med	mittel <i>middle, mean</i>
max	maximal bzw. zul. Größtwert <i>maximum permissible</i>
min	minimal <i>minimum</i>
n	Nennwert <i>rated value</i>
N	Saugmotor <i>naturally aspirated engine</i>
No	Nocke <i>cam</i>
o	kurvenaußen, außen <i>outer wheel, outer</i>
p	Fahrer <i>driver</i>
Pi	Kolben <i>piston</i>
pl	Konstruktionslage (teilbeladen) <i>design position (partial loaded)</i>
Pr	Kolbenstange <i>piston rod</i>
q	Steigung- <i>gradient-</i>
r	hinten <i>rear</i>
R	Rollen des Rades (Abrollen) <i>rolling (wheel)</i>
R	Rotor (Läufer) <i>rotor</i>
rad	radial <i>radial</i>
Rd	Stab bzw. Stange <i>rod, linkage resp.</i>
Re	Rest- <i>residual</i>
ref	Bezug- <i>reference ~</i>
rs	rechts <i>right, right side</i>
Rs	Restriktor <i>restrictor</i>
rsl	resultierend <i>resulting</i>
S	Lenken <i>steering</i>
S	Stabilisator <i>anti roll bar</i>
Sp	Feder <i>spring</i>
t	gesamt bzw. Nennwert <i>total, nominal value resp.</i>
T	turboaufgeladener Motor <i>turbocharged engine</i>
tan	tangential <i>tangent</i>
ts	Torsion- <i>torsional</i>
T	Reifen <i>tyre</i>
tc	Wendekreis <i>turning circle</i>
U	ungefederte Masse bzw. Achse <i>unsprung weight or axle</i>
ul	unbeladen (Zustand leer) <i>unloaded (empty condition)</i>
V	(Gesamt-) Fahrzeug <i>overall vehicle</i>
v	Ventil <i>valve</i>
W	Rad <i>wheel</i>
X bzw. x	Koordinatenrichtung längs allgemein <i>longitudinal direction in general</i>
Y bzw. y	Koordinatenrichtung quer (seitlich) <i>lateral direction</i>
Z bzw. z	Koordinatenrichtung vertikal (senkrecht) <i>vertical direction</i>
Z (Motor)	Zylinderbuchse <i>cylinder liner</i>

**Strecken Distances (in mm)**

$a$ bis $p$	Strecken und Längen (allg.) <i>distances and length ( in general)</i>
$a$	Achsabstand (Getriebe) <i>centre distance (transmission)</i>
$b_f$ bzw. $b_r$	Spurweite, vorn bzw. hinten <i>track width, front or rear</i>
$\Delta b$	Spurweitenänderung <i>track-change</i>
$B$	Bohrung(sdurchmesser) <i>bore (diameter)</i>
$B_t$	Fahrzeugesamtbreite <i>overall width of the vehicle</i>
$c$	Sehnenlänge eines Flügels <i>chord length of a wing</i>
$C_R$	Abrollumfang des Reifens bei 60 km/h <i>dynamic rolling circumference at 60 kph</i>
$C_{R,dyn}$	Abrollumfang des Reifens bei höheren Geschwindigkeiten <i>dynamic rolling circumference at top speed</i>
$d$ bzw. $D$	Durchmesser (allgemein) <i>diameter, in general</i>
$D_S$	Spurkreisdurchmesser (vorn) <i>track circle diameter ( front)</i>
$D_{S,r}$	Spurkreisdurchmesser, hinten <i>track circle diameter, rear</i>
$D_{tc}$	Wendekreisdurchmesser <i>turning circle diameter, wall to wall</i>
$e$	Einpresstiefe Rad <i>wheel offset</i>
$e_R$	Vertikalkraftversatz am rollenden Reifen <i>offset of vertical force at rolling tyre</i>
$f$	Schrägfederungsweg <i>diagonal spring travel</i>
$f$	Wölbung eines Flügels <i>convexity</i>
$h$ bzw. $H$	Höhe bzw. Hubhöhe (allgemein) <i>height, in general</i>
$H_t$	Fahrzeug-Gesamthöhe <i>overall height of the vehicle</i>
$h_{Bo}$	Höhe des Wagenkastenschwerpunktes <i>height of body centre of gravity</i>
$h_{Ro,f}$ bzw. $h_{Ro,r}$	Höhe des Rollzentrums der Vorderachse bzw. der Hinterachse <i>height of roll centre at front or rear axle</i>
$h_{ref}$	Bodenabstand <i>ride height</i>
$h_{Sg}$	Hub des Lenkgetriebes (Zahnstangen-Lenkgetriebe) <i>travel of steering gear (rack and pinion)</i>
$h_{ul}$	Höhe des leeren Fahrzeugs <i>height of the unloaded vehicle</i>
$h_v$	Höhe des Fahrzeugschwerpunkts <i>height of the vehicle center of gravity</i>
$h_v$	Ventilhub <i>valve travel</i>
$j$	Abstand der Lenkachsen am Boden <i>distance between the two steering axis at the ground</i>
$l$	Radstand <i>wheelbase</i>
$l_{Bo,f}$ bzw. $l_{Bo,r}$	Abstand des Wagenkastenschwerpunkts zu Mitte Vorder- bzw. Hinterachse <i>distance of body centre of gravity to the middle of the front or rear axle</i>
$l_f$ bzw. $l_r$	Abstand des Fahrzeugschwerpunkts zu Mitte Vorder- bzw. Hinterachse <i>distance of vehicle centre of gravity to middle of front or rear axle</i>
$l_{Rd}$	(Pleuel-)Stangenlänge <i>length of conrod</i>
$L_{fix}$	Stoßdämpfertotlänge <i>idle (fixed) length of the shock absorber</i>
$L_t$	Fahrzeugesamtlänge <i>total length of the vehicle</i>
$n_\tau$	Nach- bzw. Vorlaufversatz <i>caster offset at wheel centre</i>
$n_{\tau,k}$	kinematischer Seitenkrafthebelarm bei Nachlauf <i>kinematic lateral force lever arm due to caster</i>
$n_{\tau,t}$	Seitenkrafthebelarm, insgesamt <i>lateral force arm, in total</i>



$OD_T$	Außendurchmesser des Reifens <i>outer diameter of the tyre</i>
$q$	Lenk- bzw. Hochkrafthebelarm, Radlasthebelarm <i>force lever of vertical force</i>
$r$	Lenker-, Spurhebellänge bzw. Hebelarm (allg.) <i>effective control arm length or force lever in general</i>
$r_a$	Stör-, Längs- bzw. Antriebskrafthebelarm <i>deflection force lever arm</i>
$r_b$	Bremskrafthebelarm <i>force lever of brake</i>
$r_{\text{dyn}}$	dynamischer Reifenhalmmesser bei 60 km/h <i>force dynamic rolling radius of the tyre at 60 kph</i>
$r_{\text{stat}}$	statischer Reifenhalmmesser (stehendes Fahrzeug) <i>static loaded radius of the tyre</i>
$r_T$	Seitenversatz in der Reifenaufstandsfläche kurveninnen (+) bzw. -außen (-) <i>force offset in the centre of tyre contact (+) inside or (-) outside of curve</i>
$r_{\Delta}$	statische Vorspur eines Rades <i>static toe-in (one wheel only)</i>
$r_{\Delta,t}$	statische Vorspur beider Räder einer Achse <i>total static toe-in (both wheels of one axis)</i>
$r_{\sigma}$	Lenkrollhalmmesser (statisch) <i>scrub radius, static</i>
$r_{\sigma,t}$	gesamter Lenkrollhalmmesser <i>total transverse offset at ground</i>
$r_{\tau,e}$	elastokinematischer Nachlauf <i>elastokinematic caster offset at ground</i>
$r_{\tau,k}$	kinematische Nach- bzw. Vorlaufstrecke <i>kinematic caster offset at ground</i>
$r_{\tau,t}$	gesamte Nachlaufstrecke des Rades <i>total caster offset at ground</i>
$r_{\tau,T}$	Reifennachlauf <i>pneumatic trail</i>
$R$	Bahnradius <i>path radius</i>
$s$	Weg bzw. Hub (allg.) <i>travel or stroke, in general</i>
$s$	Spannweite eines Flügels <i>span of a wing</i>
$s_{\text{Re}}$	Resthubweg beim Ein- bzw. Ausfedern eines Rades <i>residual wheel travel</i>
$s_t$	gesamter Radhubweg („Federweg“) <i>total wheel travel</i>
$s_T$	statische Reifeneindrückung <i>static tyre deflection</i>
$s_1$	Hubweg des Rades beim Einfedern <i>wheel travel in jounce</i>
$s_2$	Hubweg des Rades beim Ausfedern <i>wheel travel in rebound</i>
$t$	Dicke, Wandstärke (wall) <i>thickness</i>
$t$	Profildicke eines Flügels <i>maximum thickness airfoil</i>

---

## Winkel Angle (in °)

$\alpha$	Steigungswinkel der Fahrbahn <i>angle of gradient of the road</i>
$\alpha$	Anstellwinkel eines Flügels <i>angle of attack</i>
$\alpha_f$ bzw. $\alpha_r$	Reifenschräglaufwinkel an einem Vorder- bzw. Hinterreifen <i>slip angle of front or rear tyre</i>
$\beta$	Ventilsitzwinkel <i>valve seat angle</i>
$\beta$	Winkel allgemein <i>angle, in general</i>
$\gamma$	Schwimmwinkel <i>sideslip angle</i>
$\chi$	Anfahrabstützwinkel bzw. Schrägfederungswinkel <i>acceleration reaction support resp. diagonal springing angle</i>

$\delta$	Lenkwinkel <i>steer angle</i>
$\delta_{A,o}$	Lenkwinkel, kurvenaußen, Sollwert nach Ackermann <i>Ackermann steer angle, nominal value outer wheel</i>
$\delta_H$	Lenkradwinkel <i>steering wheel angle</i>
$\delta_m$	mittlerer Lenkwinkel <i>mean steer angle</i>
$\delta_i$ bzw. $\delta_o$	Lenkwinkel, Istwert kurveninnen bzw. -außen <i>actual steer angle, inner or outer wheel</i>
$\delta_r$	Vorspurwinkel Hinterrad <i>toe in angle at rear wheel</i>
$\delta_{Sg}$	Drehwinkel des Lenkstockhebels <i>turn angle of steering-column stalk</i>
$\delta_{V,0,t}$	statischer Vorspurwinkel beider Räder <i>total static toe angle</i>
$\Delta\delta$	Lenk- bzw. Spurdifferenzwinkel (Istwert) <i>differential steer angle (actual value)</i>
$\Delta\delta_A$	Lenkdifferenzwinkel nach Ackermann (Sollwert) <i>differential steer angle according to Ackermann (nominal value)</i>
$\Delta\delta_F$	Lenkabweichung (Lenkfehler) <i>steering flaw</i>
$\Delta\delta_{H,e}$	Lenkwinkeländerung am Lenkrad durch Elastizitäten <i>part of steering-wheel angle due to compliances</i>
$\Delta\delta_H$	Lenkwinkelbereich am Lenkrad <i>range of steering wheel angle</i>
$\varepsilon$ bzw. $\varepsilon_W$	Sturzwinkel eines Rades <i>camber angle</i>
$\varepsilon$	Bremsabstützwinkel <i>brake reaction support angle</i>
$\varphi$	Rollwinkel des Wagenkastens <i>body roll angle</i>
$\lambda$	Spurhebelwinkel <i>steering arm angle</i>
$\sigma$	Spreizung <i>kingpin inclination angle</i>
$\tau$	Nach- bzw. Vorlaufwinkel der gelenkten Vorderräder <i>caster angle of the steered front wheels</i>
$\tau_r$	imaginärer Nach- bzw. Vorlaufwinkel der un gelenkten Hinterräder <i>virtual caster angle of the unsteered rear wheels</i>

---

## Massen, Gewichte *Masses, Weights (in kg)*

$m$	Masse, Gewicht bzw. Last, allg. <i>mass, weight or load in general</i>
$m_{Bo}$	Gewicht des Aufbaus <i>vehicle body weight</i>
$m_{Bo,f}$ bzw. $m_{Bo,r}$	Gewichtsanteil des Aufbaus über der Vorder- bzw. Hinterachse <i>part of body mass on front or rear</i>
$m_{U,f}$ bzw. $m_{U,r}$	Gewicht der (ungefederten) Achsmassen, vorn bzw. hinten <i>unsprung axle mass, front or rear</i>
$m_V$	Eigengewicht des fahrbereiten Fahrzeugs <i>weight of driveable vehicle</i>
$m_{V,dr}$	Leergewicht des Fahrzeugs in fahrbereitem Zustand, einschl. Fahrer <i>weight of driveable vehicle (with driver)</i>
$m_{V,f}$ bzw. $m_{V,r}$	gewogene Achslast, vorn bzw. hinten <i>axle load, front or rear</i>
$m_{V,f,pl}$ bzw. $m_{V,r,pl}$	Achslast in Konstruktionslage (teilbeladen), vorn bzw. hinten <i>partial axle load (design load), front or rear</i>
$m_{V,t}$	Gesamtgewicht des Fahrzeugs <i>gross vehicle weight</i>
$m_W$	Gewicht eines Rades <i>weight of one wheel</i>
$m_{1,Bo,f}$ bzw. $m_{1,Bo,r}$	Gewichtsanteil des Aufbaus über nur einer Achsseite, vorn bzw. hinten <i>part of body mass on one side of the front or rear axle</i>

$m_{1,U,f}$ bzw. $m_{1,U,r}$	Gewicht einer Achsseite, vorn bzw. hinten <i>weight of one side of front or rear axle</i>
$m_{1,V,f}$ bzw. $m_{1,V,r}$	Radlast vorn bzw. hinten <i>wheel load front or rear</i>

---

## Kräfte *Forces (in N)*

$\Delta F$	Kraftänderung <i>change of force</i>
$F_B$	Gesamtbremskraft aller Räder <i>total brake force of all wheels</i>
$F_D$	Dämpfungskraft <i>damping force</i>
$F_{c,Bo}$	Fliehkraft, angreifend am Aufbau- bzw. Fahrzeugschwerpunkt <i>centrifugal force at the body centre or vehicle</i>
$F_{fr}$	Reibungskraft, bezogen auf ein Bauteil bzw. eine Achsseite <i>friction force in general or related to one side of the axle</i>
$F_H$	Lenkradkraft <i>steering-wheel force</i>
$F_L$	Luftkraft <i>aerodynamic drag</i>
$F_O$	Kraft am Nickpol <i>force at pitch centre</i>
$F_{Pi}$	Kolbenstangen-Ausfahr- bzw. Hilfskraft <i>piston rod extensive or aid force</i>
$F_{rsl}$	resultierende Kraft <i>resulting force</i>
$F_R$	Rollwiderstandskraft am Reifen <i>rolling resistance of the tyre</i>
$F_{Sp}$	Federkraft, bezogen auf eine Achsseite <i>spring force, one side of the axle</i>
$F_T$	Spurstangen- bzw. Stabkraft <i>tie rod or push rod force</i>
$F_{Bo,X,B,f}$ bzw. $F_{Bo,X,B,r}$	Bremskraftanteil, bezogen auf den Wagenkasten, vorn bzw. hinten <i>brake reaction force to the body, front or rear</i>
$F_{V,X,ex}$	Überschusskraft <i>excess force</i>
$F_{V,X,A}$	Zugkraft <i>traction force</i>
$F_{U,X,B,f}$ bzw. $F_{U,X,B,r}$	Bremskraftanteil, bezogen auf eine Achse, vorn bzw. hinten <i>brake reaction force to the front or rear axle</i>
$F_{V,X,B}$	Bremskraft, angreifend im Schwerpunkt des Gesamtfahrzeugs <i>brake force at the centre of gravity of the vehicle</i>
$F_{W,X,a}$ bzw. $F_{W,X,A}$	Antriebskraft am Aufstandspunkt eines Rades (a) bzw. beider Räder einer Achse (A) <i>accelerating force in the centre of tyre contact of one wheel (a) or both wheels (A)</i>
$F_{W,X,b}$	Bremskraft am Aufstandspunkt eines Rades <i>brake force in the centre of tyre contact of one wheel</i>
$F_{W,X,B,f}$ bzw. $F_{W,X,B,r}$	Bremskraft beider Räder vorne bzw. hinten <i>brake reaction force to the front or rear axle</i>
$F_{T,Y,\epsilon}$	Sturzseitenkraft <i>lateral force due to camber</i>
$F_{V,Y}$	Quer-(Seiten-)kraft am Fahrzeugschwerpunkt <i>lateral force at vehicle</i>
$F_{W,Y}$	Quer-(Seiten-)kraft am Radaufstandspunkt <i>lateral force at wheel</i>
$F_{Bo,Z}$	Gewichtskraft des Wagenkastens <i>static body weight (force)</i>
$F_{Bo,Z,B,f}$ bzw. $F_{Bo,Z,B,r}$	den Wagenkasten beim Bremsen abstützende oder herunterziehende Kraft, vorn bzw. hinten <i>body lift or dive differential force during braking, front or rear</i>
$F_{U,Z,f}$ bzw. $F_{U,Z,r}$	Gewichtskraft der Achsmasse, vorn bzw. hinten <i>weight (force) of front or rear axle</i>

---

$\Delta F_{V,Z}$	dynamische Achskraft- bzw. Achslastverlagerung (beide Räder) <i>axle load transfer</i>
$F_{V,Z,f}$ bzw. $F_{V,Z,r}$	Achslast vorn bzw. hinten <i>axle load front or rear</i>
$F_{V,Z,f,dyn}$ bzw. $F_{V,Z,r,dyn}$	dynamische Achskraft vorn bzw. hinten <i>dynamic axle load, front or rear</i>
$F_{V,Z,t}$	Gewichtskraft des Gesamtfahrzeugs <i>cross vehicle weight</i>
$F_{W,Z}$	Hochkraft am Radaufstandspunkt (Radlast) <i>vertical force at the centre of tyre contact</i>
$\Delta F_{W,Z}$	Radlaständerung (nur ein Rad) <i>change of vertical force at one wheel</i>
$F_1$	Druckkraft beim Einfederhub <i>compressive force</i>
$F_2$	Zugkraft beim Ausfederhub <i>rebound force</i>

---

### Momente *Torques and Moments (in Nm)*

$M_a$ bzw. $M_A$	Antriebsmoment an einem Rad (a) bzw. einer Achse (A) <i>driving torque to one wheel (a) or axle (A)</i>
$M_b$ bzw. $M_B$	Bremsmoment an einem Rad (b) bzw. einer Achse (B) <i>braking torque applied to one wheel (b) or axle (B)</i>
$M_b$	Biegemoment <i>bending moment</i>
$M_H$	Lenkradmoment <i>steering wheel torque</i>
$M_M$	Motormoment <i>engine torque</i>
$M_v$	Vergleichsmoment <i>comparative torque</i>
$M_W$	Reifenrückstellmoment (durch Seitenkraft) <i>self-aligning torque</i>
$M_{fr}$	Reibmoment <i>moment of friction</i>
$M_{Sg}$	Moment am Lenkgetriebe <i>torque at steering gear</i>
$T$	Torsionsmoment allgemein <i>torsional moment in general</i>

---

### Federraten *Spring Rates (in N/mm)*

$c_f$ bzw. $c_r$	Rate der Aufbaufeder bei gleichseitiger Federung, bezogen auf den Radaufstandspunkt einer Achsseite, vorn bzw. hinten <i>rate of the body supporting spring at parallel springing, related to the center of tyre contact of one axle side, front or rear</i>
$c_S$	Rate des Stabilisators selbst, bei wechselseitiger Federung <i>rate of the anti roll bar at reciprocal springing</i>
$c_{S,\varphi}$	Rate des Stabilisators, bezogen auf den Radaufstandspunkt <i>rate of the anti roll bar related to the centre of tyre contact</i>
$c_{SP}$	Federrate <i>static rate of the spring</i>
$c_{\varphi,f}$ bzw. $c_{\varphi,r}$	vordere bzw. hintere Rate der Aufbaufeder bei wechselseitiger Federung, bezogen auf den Radaufstandspunkt <i>front or rear rate of the body supporting spring at reciprocal springing related to the centre of tyre contact</i>

**(in Nm/°)**

$c_\alpha$	Federrate einer Drehstabfeder allgemein <i>rate of torsional bar</i>
$c_{R0,S,f}$	auf die Vorderachse bezogene Wanksteifigkeit des Stabilisators vorne <i>roll stiffness of anti roll bar acting on front axle</i>
$c_{R0,f}$	gesamter Wankwiderstand der Vorderachse <i>roll stiffness front axle</i>

**Dimensionslose Kennzahlen**

$c_A$	Abtriebsbeiwert <i>downforce coefficient</i>
$c_W$	Luftwiderstandsbeiwert <i>drag coefficient</i>
$i$	Taktzahl <i>factor representing number of strokes of engine</i>
$i_D$	Übersetzung im Achsantrieb <i>axle ratio</i>
$i_G$	Getriebeübersetzung <i>gearbox ratio</i>
$i_m$	Achslastverhältnis vorne/hinten <i>axleload ratio front/rear</i>
$i_S$	kinematische Lenkübersetzung <i>overall kinematic steering ratio</i>
$i_{Sg}$	Übersetzung im Lenkgetriebe selbst <i>steering gear ratio</i>
$i_{Sp}$	Übersetzung Rad zu Feder <i>ratio of spring to wheel</i>
$i_T$	Lenkgestängeübersetzung <i>ratio of steering linkage</i>
$j$	Anzahl allgemein <i>number in general</i>
$k$	Korrekturfaktor für Reifensteifigkeit <i>correction factor for tyre stiffness</i>
$k_A$	Flächenverhältnis eines Diffusors <i>area ratio of a diffuser</i>
$k_B$	Bremsenkennwert <i>brake coefficient</i>
$k_{Ca}$	Korrekturfaktor für Vergaser <i>correction factor for carburettor</i>
$k_m$	Drehmassenzuschlagfaktor <i>factor representing rotating masses</i>
$k_p$	Korrekturfaktor für Reifenfülldruck wegen Radsturz <i>correction factor for tyre pressure because of camber</i>
$k_Q$	Korrekturfaktor für Tragfähigkeit wegen Radsturz <i>correction factor for load capacity because of camber</i>
$k_R$	Rollwiderstandszahl bei Geradeausfahrt <i>rolling resistance coefficient</i>
$k_{R,0}$	Rollwiderstandsbeiwert auf der Prüfstandstrommel <i>rolling resistance coefficient measured on a tyre test rig</i>
$k_{dyn}$	dynamischer Überhöhungsfaktor <i>dynamic amplifying factor</i>
$k_\alpha$	Schräglauflaufwiderstandsbeiwert <i>factor for tyre slip resistance</i>
$k_\chi$	Anfahrmickausgleich <i>anti-squat coefficient</i>
$k_{\epsilon,f}$ bzw. $r$	Bremsnickausgleich vorne bzw. hinten <i>anti-dive coefficient</i>
$k_\phi$	Progressionsfaktor für Stufensprung <i>factor for progressive ratio of speed</i>
$K_f$	Kerbwirkungszahl <i>notch factor</i>
$L_{min}$	Luftbedarf <i>air requirement</i>
$n$	Zählindex <i>numbering index</i>
$S_{W,X,a}$ bzw. $S_{W,X,b}$	Umfangsschlupf beim Beschleunigen bzw. Bremsen <i>longitudinal slip under accelerating or braking</i>
$u$	Zähnezahlverhältnis <i>gear ratio</i>
$z$ (Fahrwerk)	Abbremsung <i>braking factor</i>
$z$ (Motor)	Anzahl der Zylinder <i>number of cylinders</i>

---

$\alpha_0$	Anstrengungsverhältnis <i>factor representing different load cases</i>
$\lambda$	Luftzahl <i>air-fuel-ratio</i>
$\eta$	Gesamtwirkungsgrad Getriebe und Achsantrieb <i>total efficiency of gear-train and final drive</i>
$\eta_{cl}$	Wirkungsgrad der Energieumwandlung (Kupplung) <i>efficiency of energy transformation (clutch)</i>
$\eta_G$	Gütegrad der Seitenkraftverteilung <i>efficiency of lateral force proportioning</i>
$\lambda_a$	Luftaufwand <i>charging efficiency</i>
$\lambda_{Rd}$	(Pleuel-)Stangenverhältnis <i>stroke-to-conrod ratio</i>
$\eta_e$	effektiver Wirkungsgrad <i>effective efficiency</i>
$\Phi$	Stufensprung der Getriebeübersetzung <i>gradation of ratio of speed</i>
$\Phi_f$ bzw. $\Phi_r$	Vorder- bzw. Hinterachsbremskraftanteil <i>brake force fraction front or rear</i>
$\Phi_L$	Verhältnis der Einlassdauer zu einer Kurbelwellendrehung <i>ratio intake period to one revolution of crankshaft</i>
$\Phi_{Sp}$	Verhältnis der radbezogenen Federraten vorne/hinten <i>ratio of wheel spring rates front/rear</i>
$\lambda_1$	Liefergrad <i>volumetric efficiency</i>
$\Lambda$	Seitenverhältnis eines Flügels <i>aspect ratio of a wing</i>
$\mu_{W,X}$	Haftreibungszahl in Längsrichtung <i>coefficient of friction in longitudinal direction</i>
$\mu_{W,Y}$	Haftreibungszahl in Querrichtung <i>coefficient of friction in lateral direction</i>
$\mu_L$	Lagerreibungszahl <i>coefficient of friction for bearing</i>
$\mu_{cl}$	Reibungszahl der Kupplungsscheiben <i>friction coefficient of clutch discs</i>
$\nu$	Antriebsmomentenverteilung vorne/hinten <i>bias of driving torque front/rear</i>

---

## Sonstige Größen

$\theta$	Celsius-Temperatur <i>Celsius temperature</i> ( $^{\circ}\text{C}$ )
$\omega$	Kreisfrequenz, Winkelgeschwindigkeit <i>circular frequency</i> ( $\text{s}^{-1}$ )
$\rho$	Dichte allgemein <i>density</i> ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$\sigma$	(Normal)Spannung <i>stress</i> ( $\text{N}/\text{m}^2$ )
$\tau$	Schubspannung <i>shear stress</i> ( $\text{N}/\text{m}^2$ )
$\rho_L$	Dichte der Luft <i>density of air</i> ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$A$	Fläche <i>area, cross-section area</i> ( $\text{m}^2$ )
$A_5$	Bruchdehnung <i>ductile yield, elongation at rupture</i> (%)
$a_x$	Längsbeschleunigung allg. <i>longitudinal acceleration in general</i> ( $\text{m}/\text{s}^2$ )
$a_y$	Querbeschleunigung <i>lateral acceleration</i> ( $\text{m}/\text{s}^2$ )
$b_e$	spezifischer Kraftstoffverbrauch <i>specific fuel consumption</i> ( $\text{kg}/\text{kWh}$ )
$B$	magnetische Flussdichte <i>density of magnetic flux</i> (T)
$c_B$	Brenngeschwindigkeit <i>burn rate</i> (m/s)
$c_F$	Flammenfrontgeschwindigkeit <i>speed of flame front</i> (m/s)
$C_S$	Lenkungssteifigkeit <i>stiffness of the steering system</i> (Nm/rad)

$c_s$	Schallgeschwindigkeit <i>sonic speed</i> (m/s)
$c_T$	Transportgeschwindigkeit <i>speed of transport</i> (m/s)
$E$	Elastizitätsmodul, <i>E-Modul modulus of elasticity, Young's modulus</i> (N/mm <sup>2</sup> )
$f$	Frequenz <i>frequency</i> (Hz)
$g$	Erdbeschleunigung <i>acceleration due to gravity</i> (m/s <sup>2</sup> )
$G$	Schubmodul <i>shear modulus</i> (N/m <sup>2</sup> )
$H_G$	Gemischheizwert <i>calorific value of mixture</i> (J/m <sup>3</sup> )
$H_u$	spezifischer Heizwert <i>specific calorific value</i> (J/kg)
$I$	axiales Flächenträgheitsmoment <i>area moment of inertia</i> (mm <sup>4</sup> )
$I$	(elektrischer) Strom ( <i>electric</i> ) current (A)
$J_{Bo,X}$	Massenträgheitsmoment des Wagenkastens um die X-Achse <i>dynamic moment of inertia of body around the longitudinal axis</i> (kg m <sup>2</sup> )
$J_{Bo,Y}$	Massenträgheitsmoment des Wagenkastens um die Y-Achse <i>dynamic moment of inertia of body around the transverse axis</i> (kg m <sup>2</sup> )
$J_{V,Z}$	Massenträgheitsmoment des Gesamtfahrzeugs um die Z-Achse <i>dynamic moment of inertia of vehicle around the vertical axis</i> (kg m <sup>2</sup> )
$k$	Wärmedurchgangszahl <i>heat transfer coefficient</i> (W/(m <sup>2</sup> K))
$k_D$	Dämpfungsfaktor <i>damping value</i> (Ns/m)
$N$	spezifische Bremsleistung <i>specific stopping power</i> (kW/cm <sup>2</sup> )
$n$	Dreh- bzw. Schwingungszahl <i>revolutions per minute or vibration frequency</i> (min <sup>-1</sup> )
$n$	Polytropenexponent <i>polytropic exponent</i> (–)
$n_{krit}$	biegekritische Drehzahl <i>critical rotational speed for bending, whirling speed</i> (min <sup>-1</sup> )
$n_{krit,ts}$	verdrehkritische Drehzahl <i>critical rotational speed for torsion</i> (min <sup>-1</sup> )
$P_e$	effektive Motorleistung <i>effective power of engine</i> (kW)
$p_{hyd}$	hydraulischer Druck <i>hydraulic pressure</i> (N/cm <sup>2</sup> )
$P_{ls}$	Verlustleistung <i>power loss</i> (W)
$p_{m,e}$	effektiver Mitteldruck <i>mean effective pressure</i> (bar)
$p_T$	Luftdruck im Reifen <i>tyre pressure</i> (bar)
$p_0$	Umgebungsdruck (Luftdruck) <i>ambient pressure</i> (bar)
$q$	Steigung <i>gradient</i> (%)
$\dot{Q}$	Wärmestrom <i>heat flow</i> (W)
$R_e$	Streckgrenze <i>yield strength</i> (N/m <sup>2</sup> )
$R_L$	Gaskonstante der Luft <i>gas constant of air</i> (kJ/(kg K))
$R_m$	Zugfestigkeit <i>ultimate tensile strength</i> (N/m <sup>2</sup> )
$R_{p0,2}$	0,2 %-Dehngrenze <i>0.2% yield strength</i> (N/m <sup>2</sup> )
$T$	Temperatur (absolute) <i>thermodynamic temperature</i> (K)
$t$	Zeit <i>time</i> (s)
$U$	(elektrische) Spannung ( <i>electric</i> ) voltage (V)
$v_Y$ bzw. $v_X$	Fahrzeuggeschwindigkeit <i>longitudinal velocity</i> (m/s bzw. km/h)
$v_D$	Kolbengeschwindigkeit im Stoßdämpfer <i>piston velocity in shock absorber</i> (m/s)
$V$	Volumen <i>volume</i> (l = dm <sup>3</sup> )
$V_c$	Kompressionsvolumen <i>compression volume</i> (l = dm <sup>3</sup> )
$V_h$	Hubvolumen eines Zylinders <i>swept volume of one cylinder</i> (l = dm <sup>3</sup> )
$V_H$	Hubvolumen des Motors <i>swept volume of engine</i> (l = dm <sup>3</sup> )

$v_m$	mittlere Kolbengeschwindigkeit <i>mean piston velocity</i> (m/s)
$v_w$	Radumfangsgeschwindigkeit <i>circumferential tyre velocity</i> (m/s)
$W$	axiales Widerstandsmoment <i>section modulus under bending</i> (m <sup>3</sup> )
$W$	Arbeit <i>work</i> (J)

---

## Sonstige Abkürzungen

UT	Unterer Totpunkt <i>bottom dead centre</i>
OT	Oberer Totpunkt <i>top dead centre</i>
Es	Einlass schließt <i>intake closes</i>
Eö	Einlass öffnet <i>intake opens</i>
As	Auslass schließt <i>exhaust closes</i>
Aö	Auslass öffnet <i>exhaust opens</i>
FVW	Faserverbundwerkstoff <i>fibre composite material</i>
Nfz	Nutzfahrzeug <i>commercial vehicle</i>
Pkw	Personenkraftwagen <i>passenger car</i>