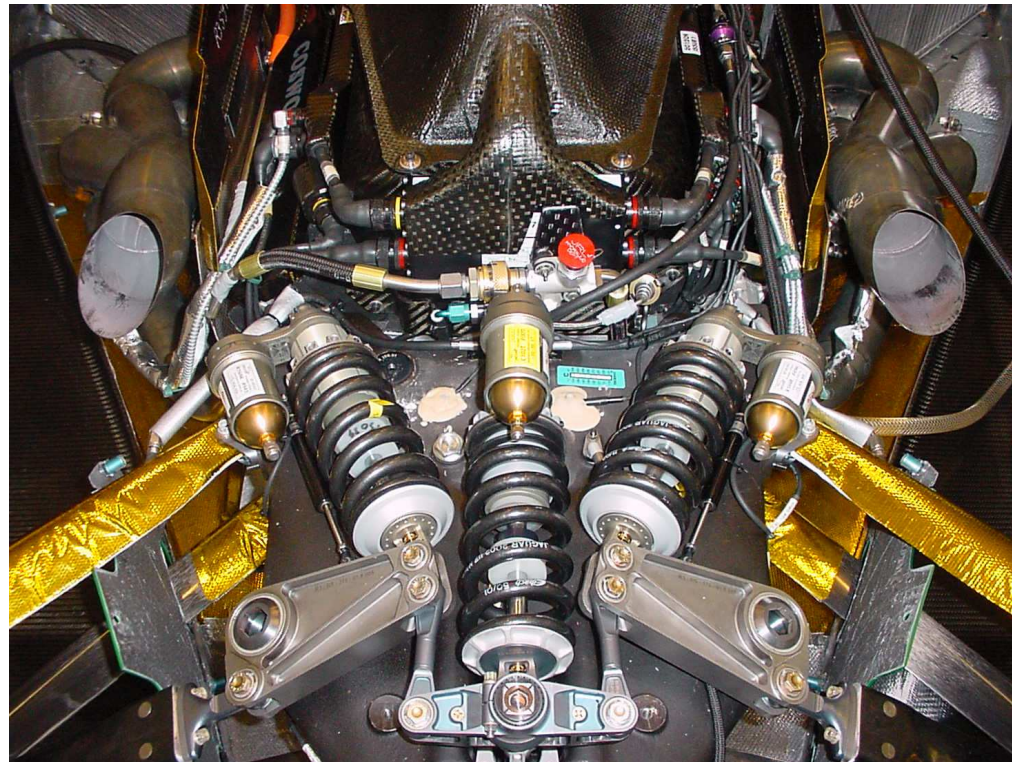


# Kraftfahrzeugtechnik

---

Dr.-Ing. Klaus Herzog



# Inhalt der Vorlesungsreihe Kraftfahrzeugtechnik

---

- Räder und Reifen
- Fahrwiderstände
- Fahrwerke
- Bremsen
- Fahrsicherheitssysteme
- Kfz-Elektronik

# Kraftfahrzeugtechnik

## 1 Räder und Reifen

---

Dr.-Ing. Klaus Herzog

# 1 Räder und Reifen

---

- Bauarten, Abmessungen und Kennzeichnungen von Reifen
- Bauarten, Abmessungen und Kennzeichnungen von Felgen
- Kraftübertragung

# 1.1 Reifen

---

- Bauarten
- Abmessungen
- Kennzeichnungen
- Pannensichere Reifensysteme

# Anforderungen an einen Kfz-Reifen

---

- Übertragung von Brems- und Antriebskräften
- Übertragung von Seitenführungskräften
- Übertragung von Vertikalkräften
- geringes Gewicht (ungefederte Masse)
- lange Lebensdauer
- gute Notlaufeigenschaften
- niedriger Rollwiderstand
- geringe Geräuschemissionen

# Aufbau eines Pkw-Reifens

## Aufbau

1 Gewebeunterbau/Karkasse  
Mehrere Lagen Cordgewebe

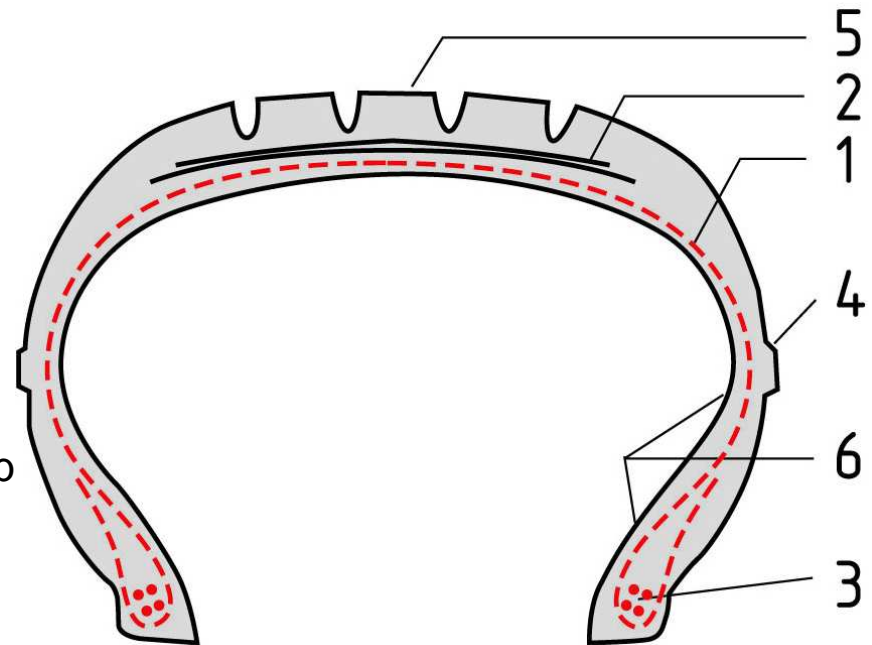
2 Gürtel (Stahlcord)  
Mehrere Lagen Stahl- oder Textildcord

3 Wulstkern  
Mehrere in Gummi eingebettete Stahldrähte

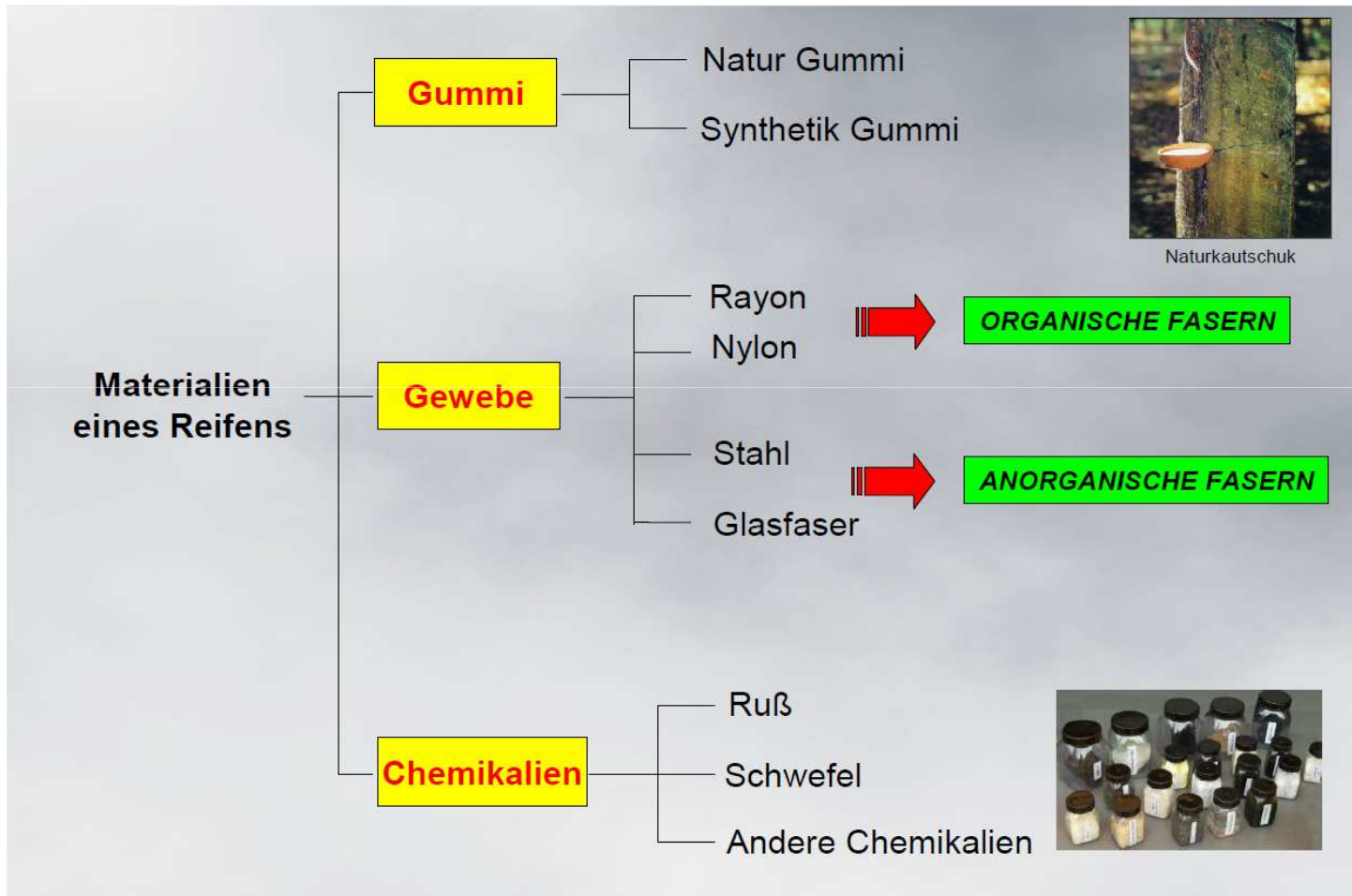
4 Seitenwand mit Scheuerleiste  
Schützt das Cordgewebe und leitet Wärme ab

5 Lauffläche  
Bewirkt den Kraftschluss mit der Straße

6 Innere Gummischicht  
Dient der Abdichtung bei schlauchlosen  
Reifen



# Materialien zur Reifenherstellung



Quelle: Bridgestone



# Herstellung eines Pkw-Reifens

---



1.) Lauffläche



3.) Zusammenbau



2.) Wulstband und Kernfüller



4.) Vulkanisation



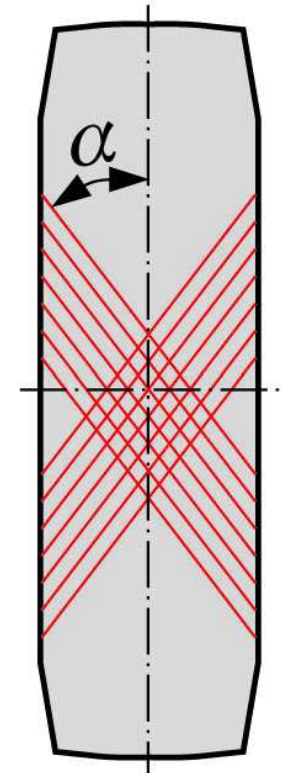
5.) Endkontrolle

Quelle: Bridgestone

# Diagonalreifen

---

- Die Kordlagen erstrecken sich von Wulst zu Wulst
- Abwechselnd in Winkeln  $\ll 90^\circ$  zur Mittellinie der Lauffläche
- Anwendung teilweise bei Motorrädern und Nfz
- Starke Federung und Dämpfung durch die Konstruktion
- Bezeichnung Beispielsweise: 3.25 – 19 (Reifenbreite – Felgendurchmesser in Zoll)

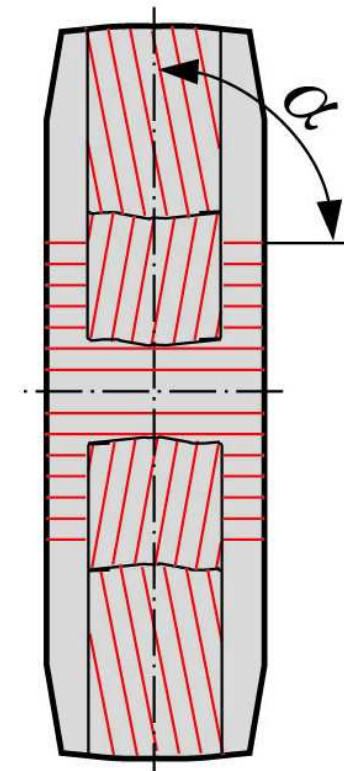


Diagonal-  
reifen

# Radialreifen (Gürtelreifen)

---

- Kordlagen erstrecken sich im Winkel von ca.  $90^\circ$  zur Mittellinie von Wulst zu Wulst
- Karkasse ist durch einen umlaufenden undehnbaren Gürtel verstärkt
- Kennzeichnung mittels „R“ in der Größenbezeichnung
- Vorteile gegenüber Diagonalbereifung
  - Niedriger Rollwiderstand
  - Geringer Verschleiß (höhere Laufleistung)
  - Bessere Bodenhaftung

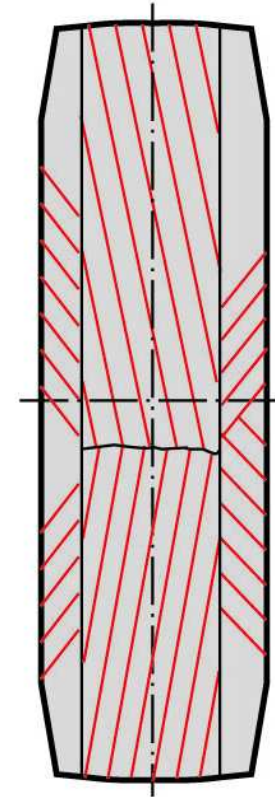


Radial-  
reifen (R)

# Bias-Belted-Reifen

---

- Gürtelreifen mit Diagonalkarkasse
- Bias = schräg; belted = gegürtelt
- Einsatz teilweise bei Motorrädern
- Angabe des Buchstaben „B“ vor dem Felgendurchmesser oder „bias-belted“
- Entwicklung aus den 80ern zur Reduzierung des fliehkraftbedingten Durchmesserwachstums (ungegürtelt bis zu 30 mm, gegürtelt bis zu 6mm)
- Bezeichnungsbeispiel: 140/90 B 17



Diagonal-  
Gürtel (B)

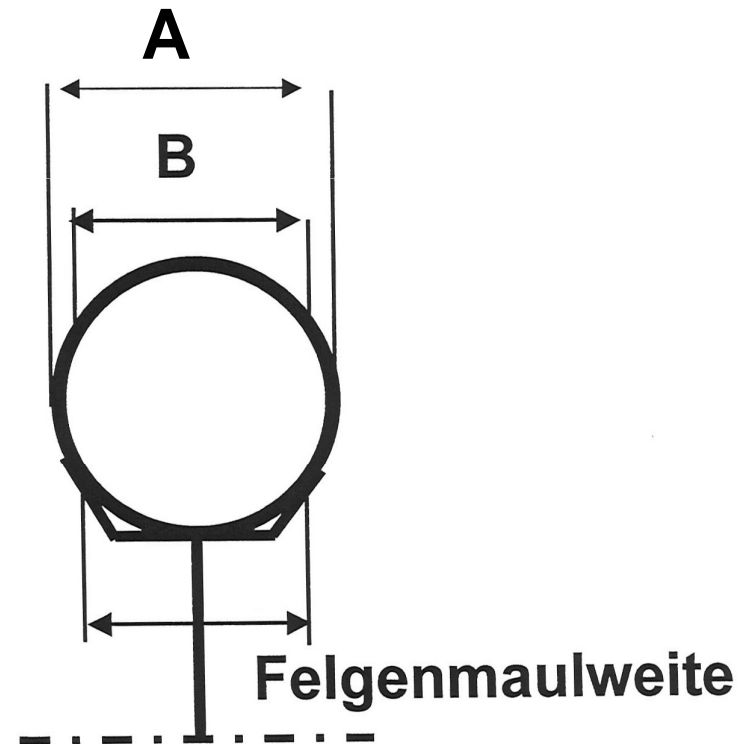
# Reifenabmessungen

---

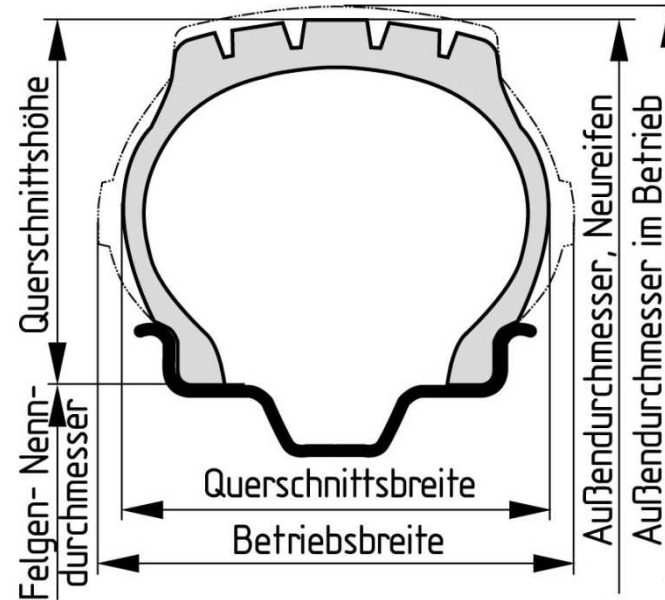
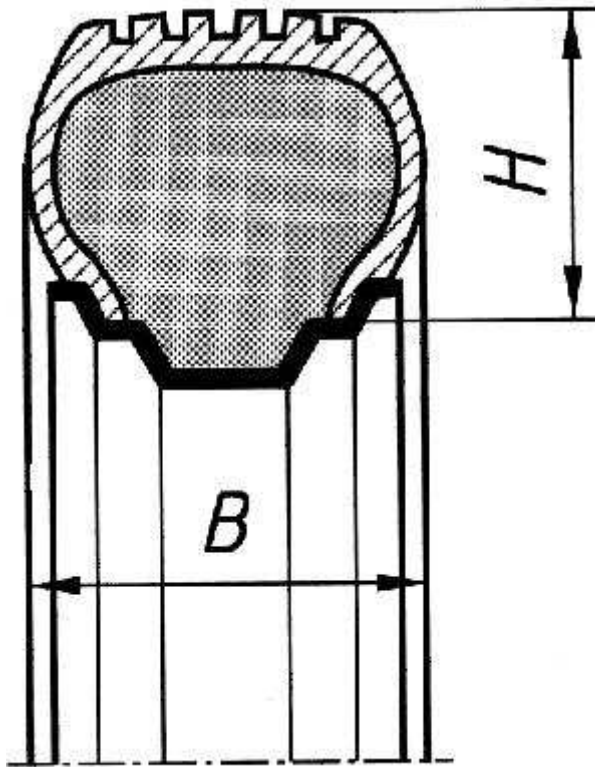
Reifenhauptmaße nach DIN, ETRTO (European Tire and Rim Technical Organisation), und WdK (Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie)

A: *Betriebsbreite* Breite des Reifens von Seitenwand zu Seitenwand

B: *Nennbreite* auf Messfelge bei Luftdruck von 2,5 bar ohne Scheuerleisten und Beschriftung



# Höhen-Breitenverhältnis von Reifen



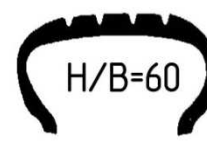
Querschnittsverhältnis



Serie 82



Serie 70



Serie 60

# Trag- und Geschwindigkeitsindex

---

## Tragindex (Load Index)

li	kg	li	kg	li	kg	li	kg	li	kg	li	kg	li	kg
50	190	61	257	72	355	83	487	94	670	105	925	116	1250
51	195	62	265	73	365	84	500	95	690	106	950	117	1285
52	200	63	272	74	375	85	515	96	710	107	975	118	1320
53	206	64	280	75	387	86	530	97	730	108	1000	119	1360
54	212	65	290	76	400	87	545	98	750	109	1030	120	1400
55	218	66	300	77	412	88	560	99	775	110	1060		
56	224	67	307	78	425	89	580	100	800	111	1090		
57	230	68	315	79	437	90	600	101	825	112	1120		
58	236	69	325	80	450	91	615	102	850	113	1150		
59	243	70	335	81	462	92	630	103	875	114	1180		
60	250	71	345	82	475	93	650	104	900	115	1215		

## Geschwindigkeitsindex (Speed Index)

Geschwindigkeitsindex (si)	N	P	Q	S	T	U	H	V	W	Y	ZR
Höchstgeschwindigkeit	140	150	160	180	190	200	210	240	270	300	>240

# Reifenkennzeichnungen

---

## Weitere Reifenkennzeichnungen

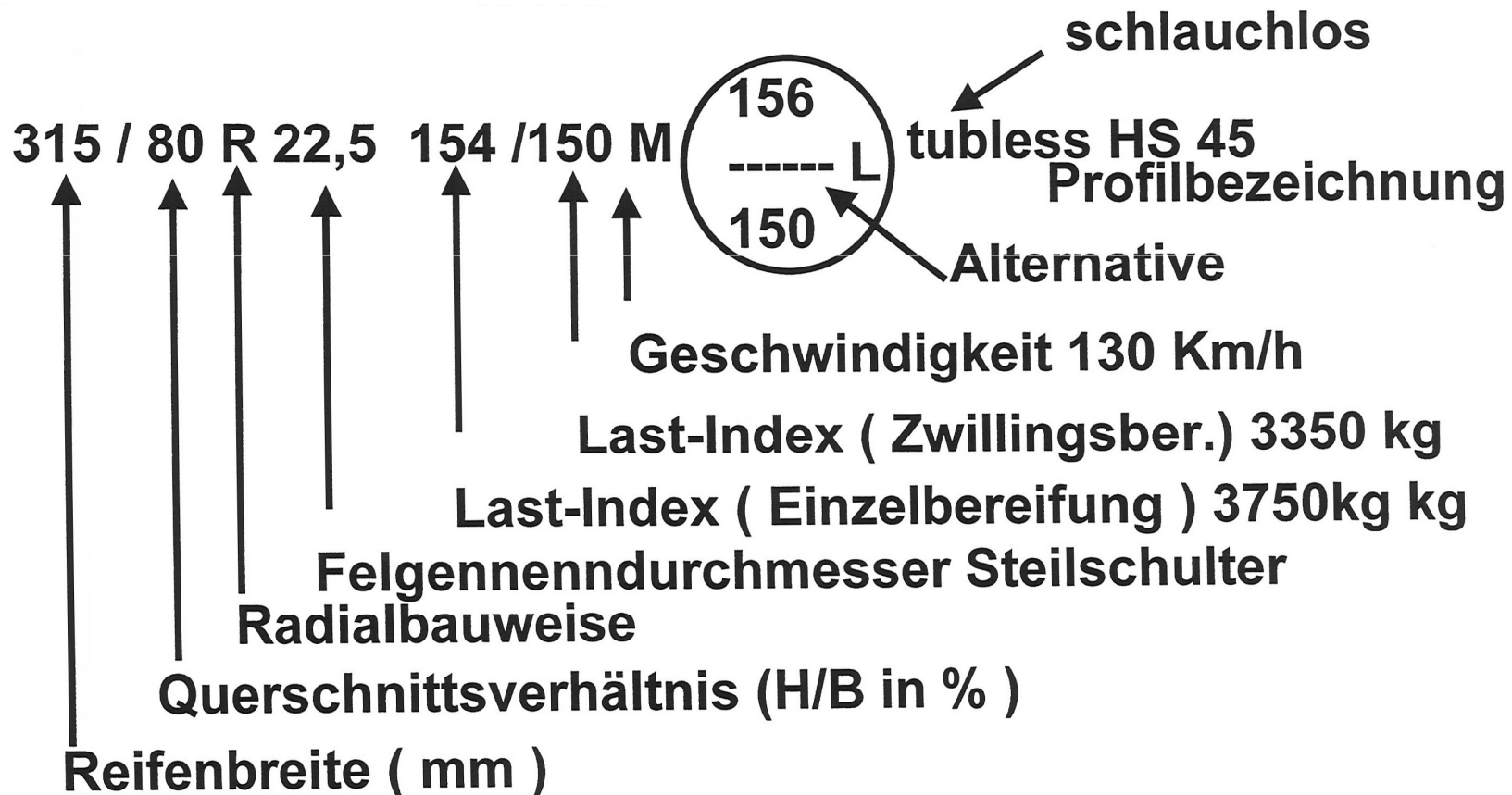
- TWI „tread wear indicator“  
Profilabnutzungsanzeige
- DA Reifen mit Nebenfehlern (2. Wahl)
- DOT „Department of Transportation“ US-  
Kennzeichnung
- DOT...159 Fertigungswoche und -Jahr
- TUBELESS Kennzeichnung für „Schlauchlose“ Bereifung
- REGROOVABLE „Nachschneidbares“- Reifenprofil
- REINFORCED verstärkter Reifen
- PR - „Play Rating“ Ausdruck für höhere Tragfähigkeit
- ROTATION Laufrichtungsbindung
- RETREATED Runderneuert
- M&S Winterreifen
- E 2 0291614 Land nach Homologation ECE R30



# Reifenbezeichnung

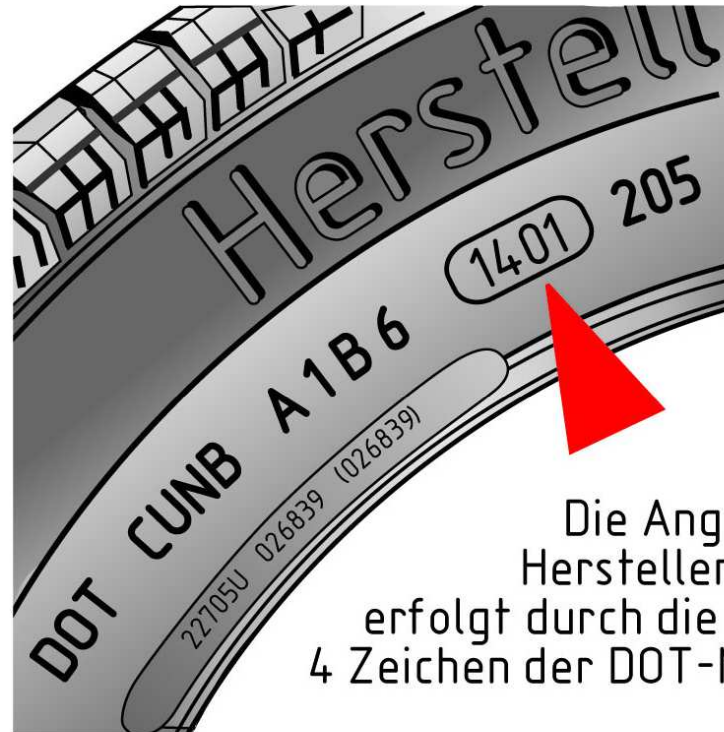
---

Beispiel einer Nutzfahrzeugreifen-Bezeichnung



# Kennzeichen des Herstellungsdatums

---



Die Angabe des  
Herstellerdatums  
erfolgt durch die letzten  
4 Zeichen der DOT-Nummer

z.B. 148      Herstellung **14.** Wo 1988  
148      Herstellung **14.** Wo 1998  
1401      Herstellung **14.** Wo 2001

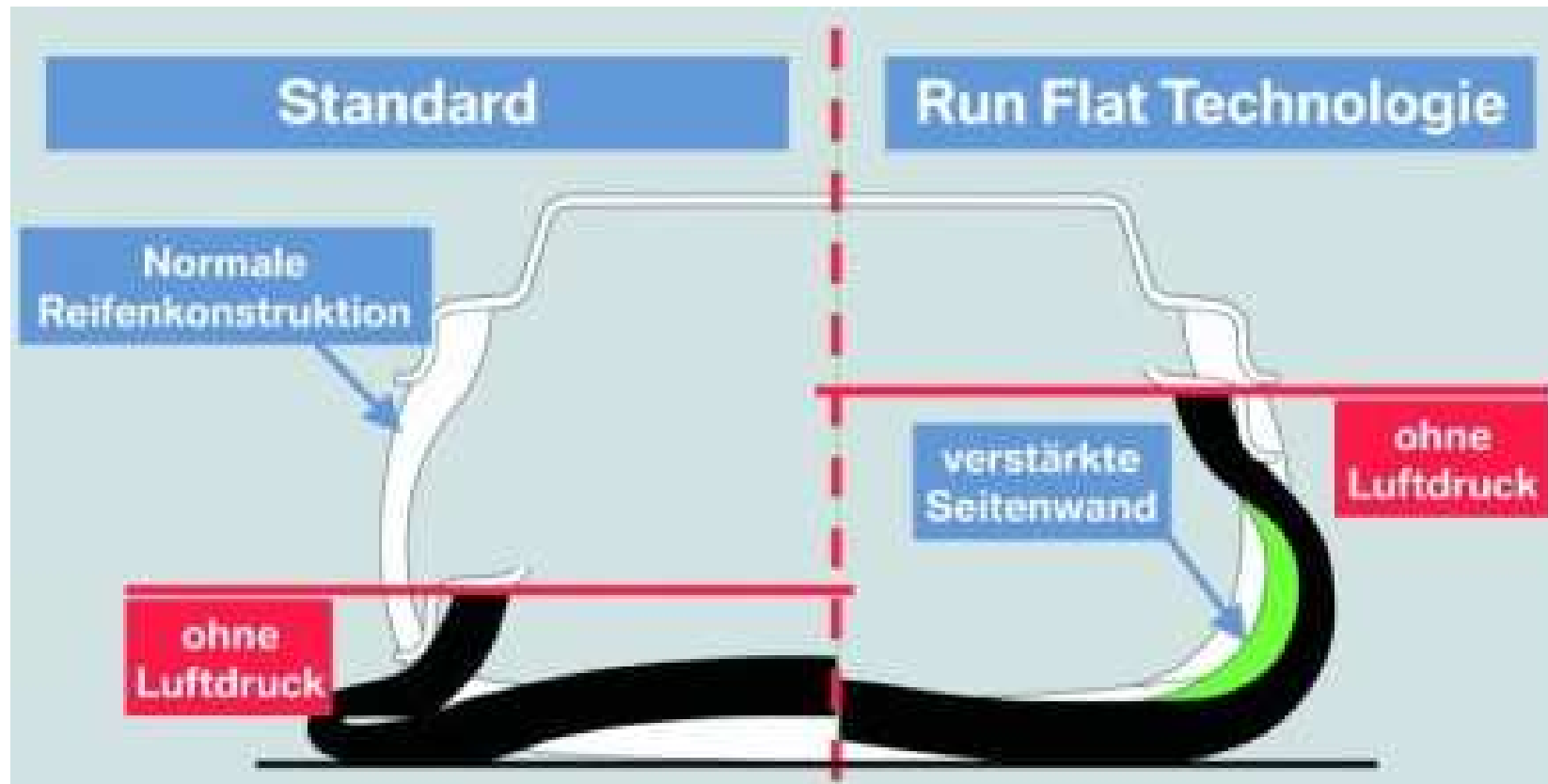
(DOT = Department of Transport)

# Pannensichere Reifensysteme

---

- Run Flat Tires (Reifen, die bei Druckverlust noch mit geringer Geschwindigkeit weiter gefahren werden können)
- Selbstabdichtende Reifen
- Reifen mit Stützring

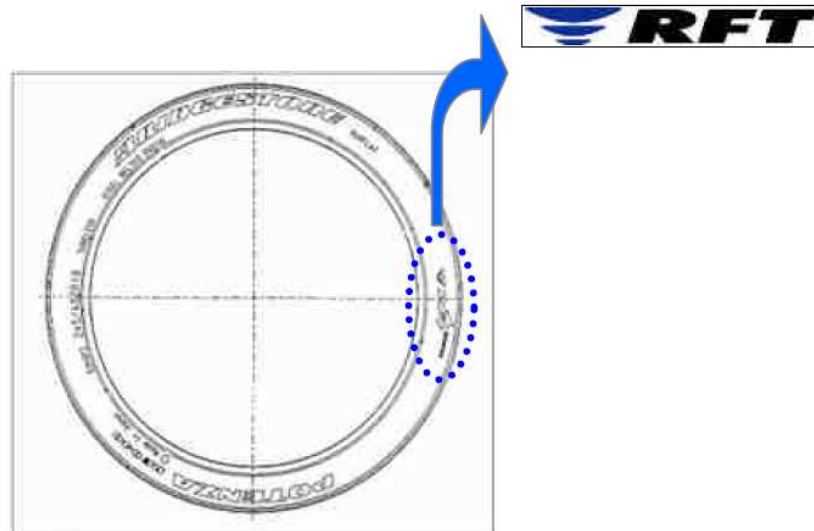
# Run Flat Tires



# Kennzeichnungen verschiedener „Run Flat“ Systeme

---

- RFT – Run-Flat-Tires
- ROF - Run (on) Flat Tires
- RSC - Runflat System Component
- EMT - Extended Mobility Tires
- SST - Self Supporting Tires
- ZP - Zero Pressure



# Run Flat Tires

---

- Vorteile

- Kein Abspringen von der Felge möglich
- Weiterfahrt möglich (max. 80km/h)
- Kein Notrad erforderlich (Gewichts- und Platzersparnis)

- Nachteile

- Höhere Kosten
- Höheres Reifengewicht (höhere ungefederte Masse)
- Aufwendige Montage, spezielle Felge erforderlich
- Reifendruckkontrollsystem erforderlich
- Komforteinbußen
- Keine Reparatur möglich

# Selbstabdichtende Reifen

---

## **KLEBER – Protectis**

Ein Standard-Reifen, in den der Hersteller ein selbstabdichtendes Polymer einbringt, das unmittelbar und anhaltend Schäden bis zu einem Durchmesser von 4,7mm versiegelt



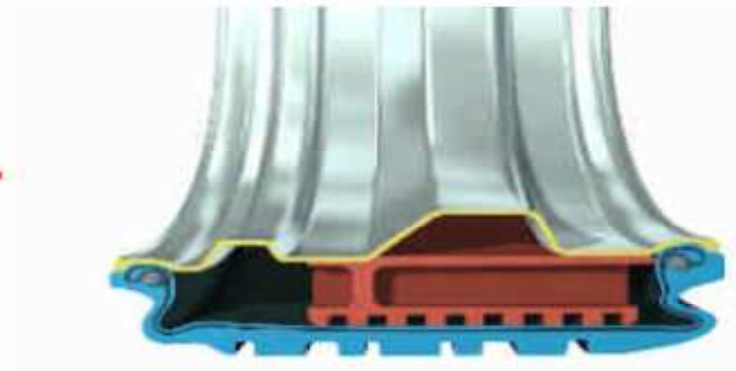
Quelle: Kleber

# Reifen mit Stützring

---

## Michelin PAX

Ein Kunststoff-Stützring trägt bei Druckverlust die Last und verhindert ein Plattrollen des Reifens und damit weitere Beschädigungen



Quelle: Michelin



# Reifen mit Stützring

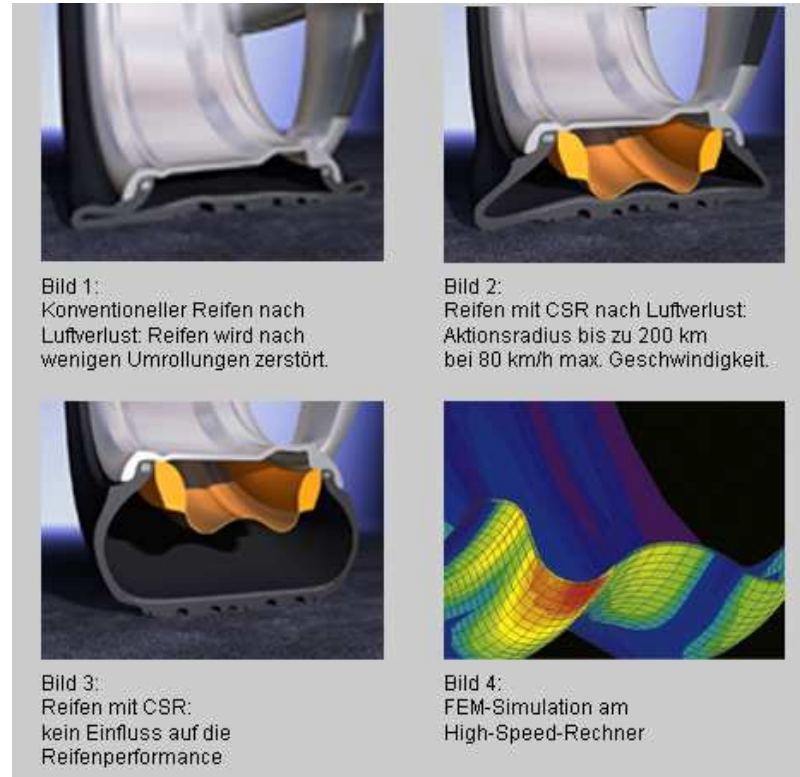
## ContiSupportRing

1 Edelstahlring

2 Flexible Auflage



Montage auf Standardfelge mit Standardreifen



Quelle: Conti

# 1.2 Felgen

---

- Bauarten
- Abmessungen

# Anforderungen an eine Kfz-Felge

---

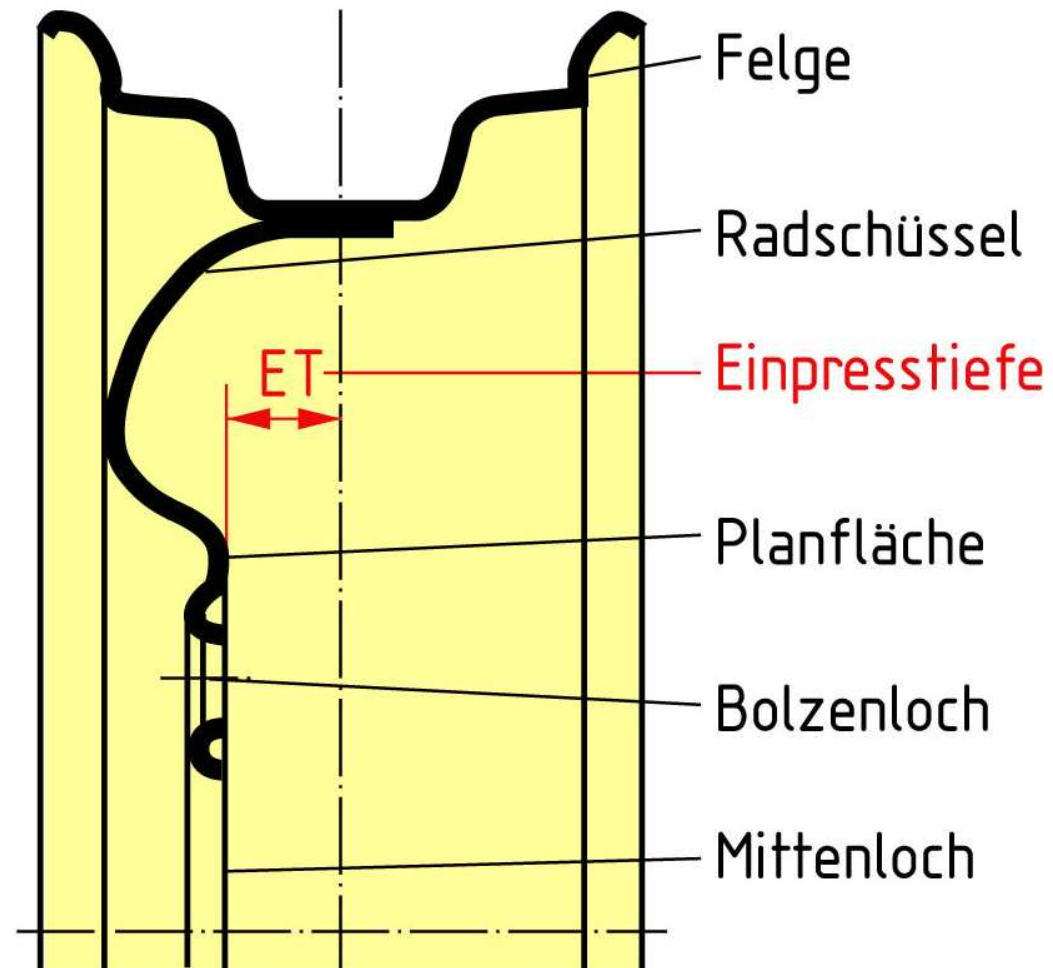
- Übertragung von Kräften und Momenten vom Reifen auf die Radnabe
- geringes Gewicht (ungefederte Masse)
- hohe Steifigkeit
- niedrige Herstellungskosten

# Felgenbauarten

---

- **Stahlscheibenräder**
  - Herstellung durch Tiefziehen
  - Felge und Radschüssel werden verschweißt
- **Leichtmetallräder**
  - Gegossen, geschmiedet oder aus mehreren Teilen verschraubt
  - Werkstoffe: AL-Legierungen, für Rennsport auch MG-Legierungen
  - Geringe Masse
  - Gute Bremsenkühlung möglich
- **Drahtspeichenräder**
  - Einsatz bei Motorrädern oder Klassikern
  - Geringe Masse
  - Hohe Elastizität

# Felgen



# Felgenbezeichnung

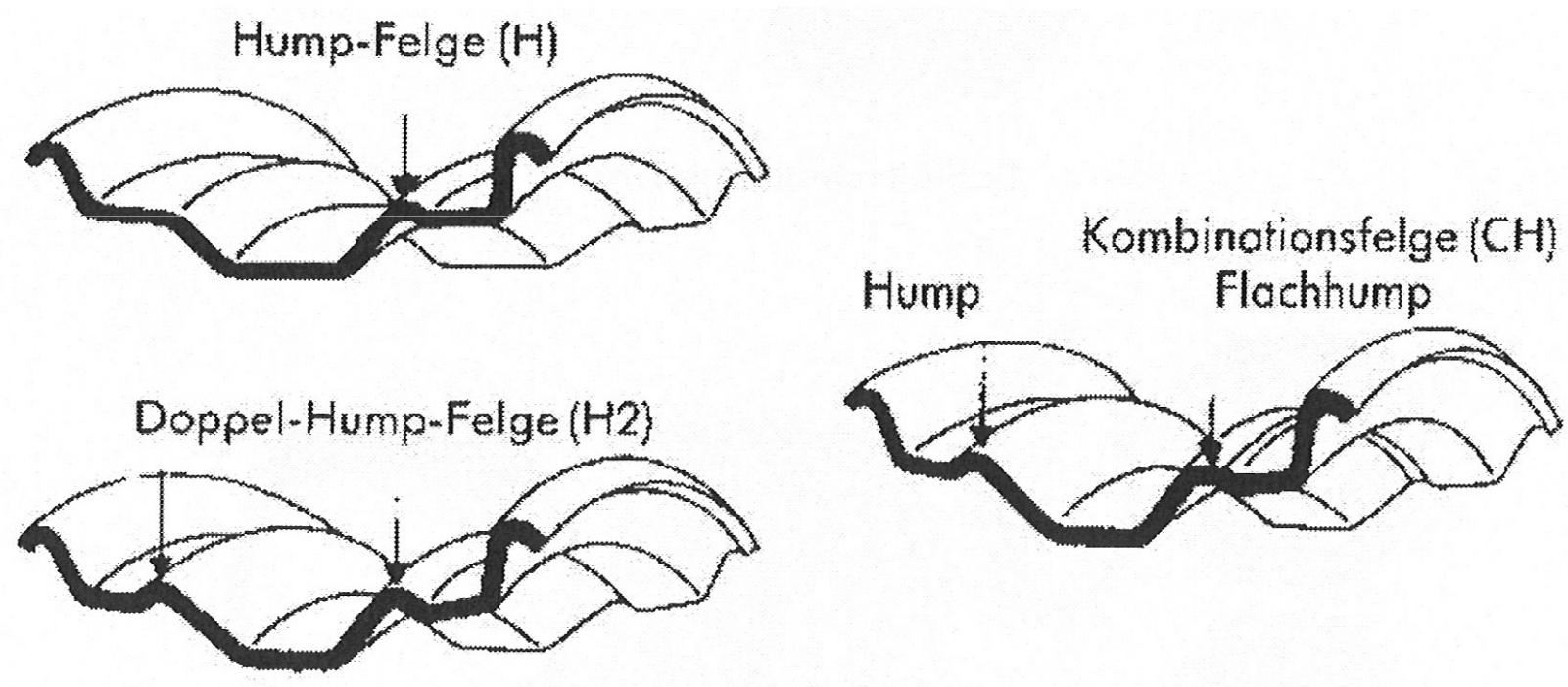
---

Beispiel: 5 1/2 J X 14 H2 B ET 45

5 1/2	Maulweite in Zoll
J	Hornausführung, hier: Typ „J“
X	Tiefbett
14	Durchmesser in Zoll
H2	Doppelhump
B	Asymmetrisches Tiefbett
ET	45 Einpresstiefe in mm

# Humpausführungen

---



# 1.3 Kraftübertragung Fahrbahn-Reifen

---

- Schlupf
- Längskräfte
- Schräglaufwinkel
- Seitenkräfte
- Überlagerung von Längs- und Seitenkräften
- Seitenkraftübertragung durch Sturz



# Schlupfdefinition

---

$$\text{Antriebsschlupf } s_A = \frac{\omega_R \cdot r_{\text{dyn}} - v_F}{\omega_R \cdot r_{\text{dyn}}}$$

$\omega_R$  = Radwinkelgeschwindigkeit

$r_{\text{dyn}}$  = dynamischer Rollradius

$v_F$  = Fahrzeuggeschwindigkeit

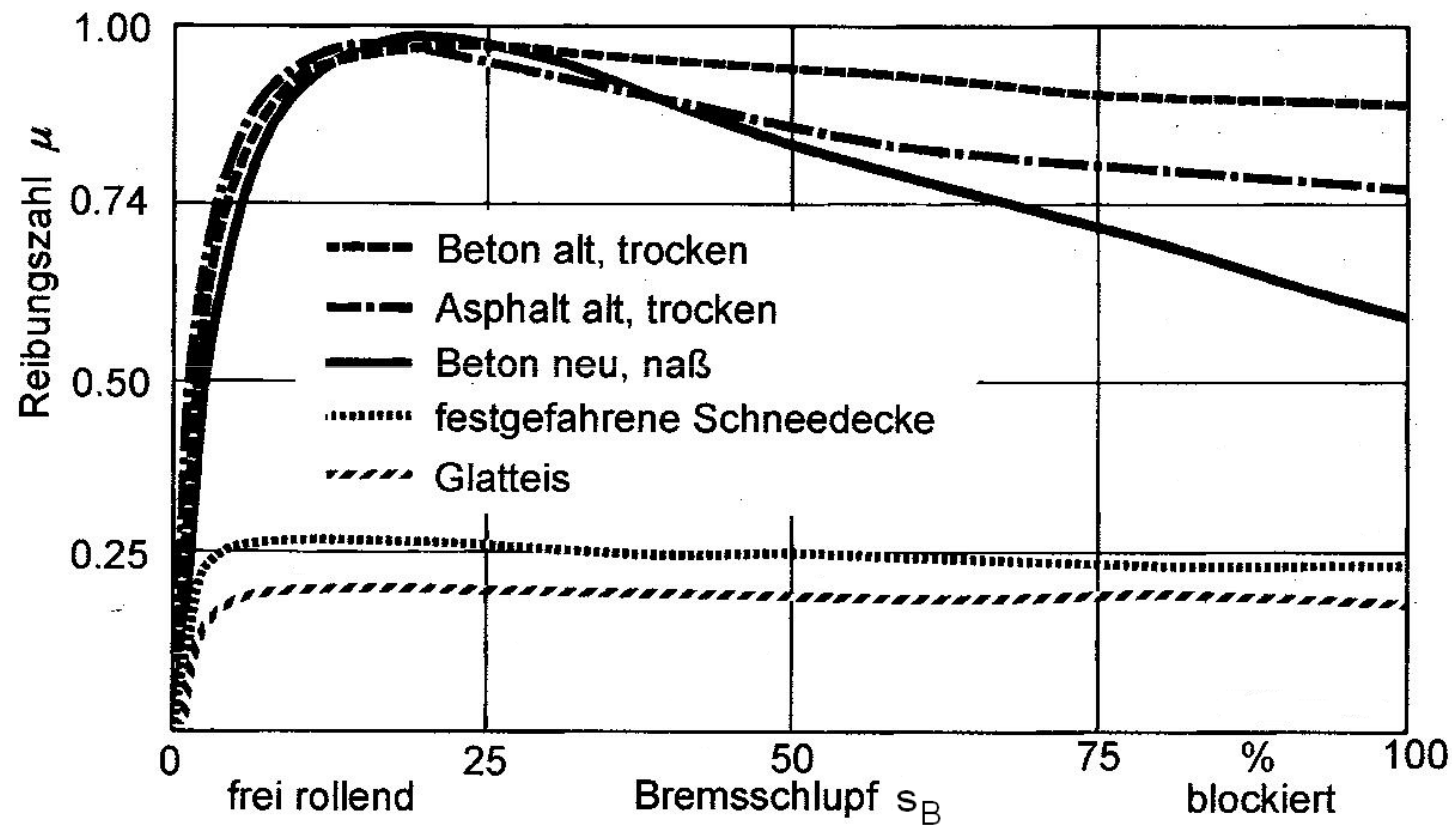
$$\text{Bremsschlupf } s_B = \frac{v_F - \omega_R \cdot r_{\text{dyn}}}{v_F}$$

# Übungsaufgabe

---

Ein Fahrzeug bewegt sich mit 80 km/h. Die Rad-drehzahlen aller Räder sind gleich und betragen 540 U/min. Der dynamische Rollradius beträgt 315 mm. Wie groß ist der Schlupf?

# Abhängigkeit des Kraftschlusses vom Schlupf beim Bremsen

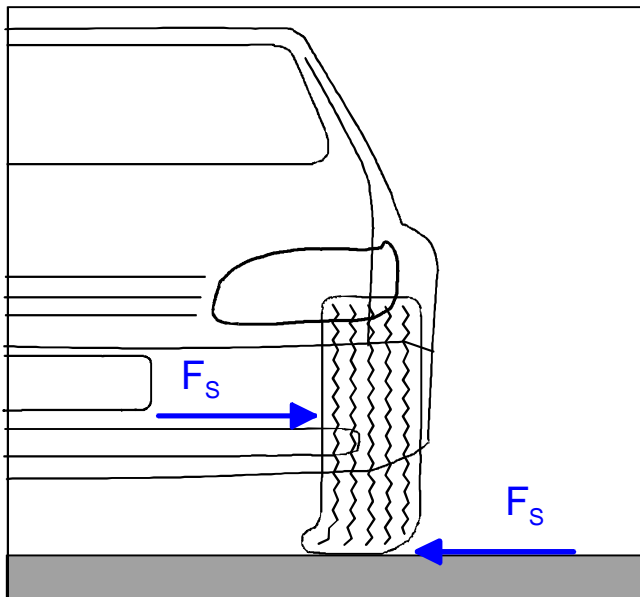


Quelle: ika

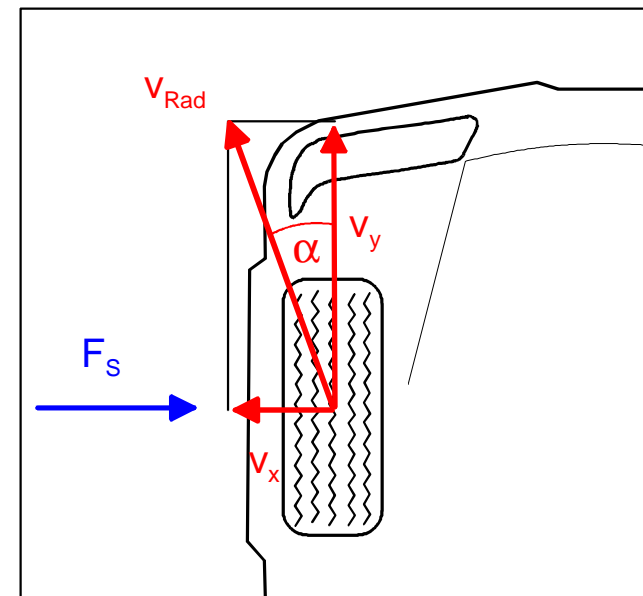
# Schräglaufwinkel

---

Vorderansicht

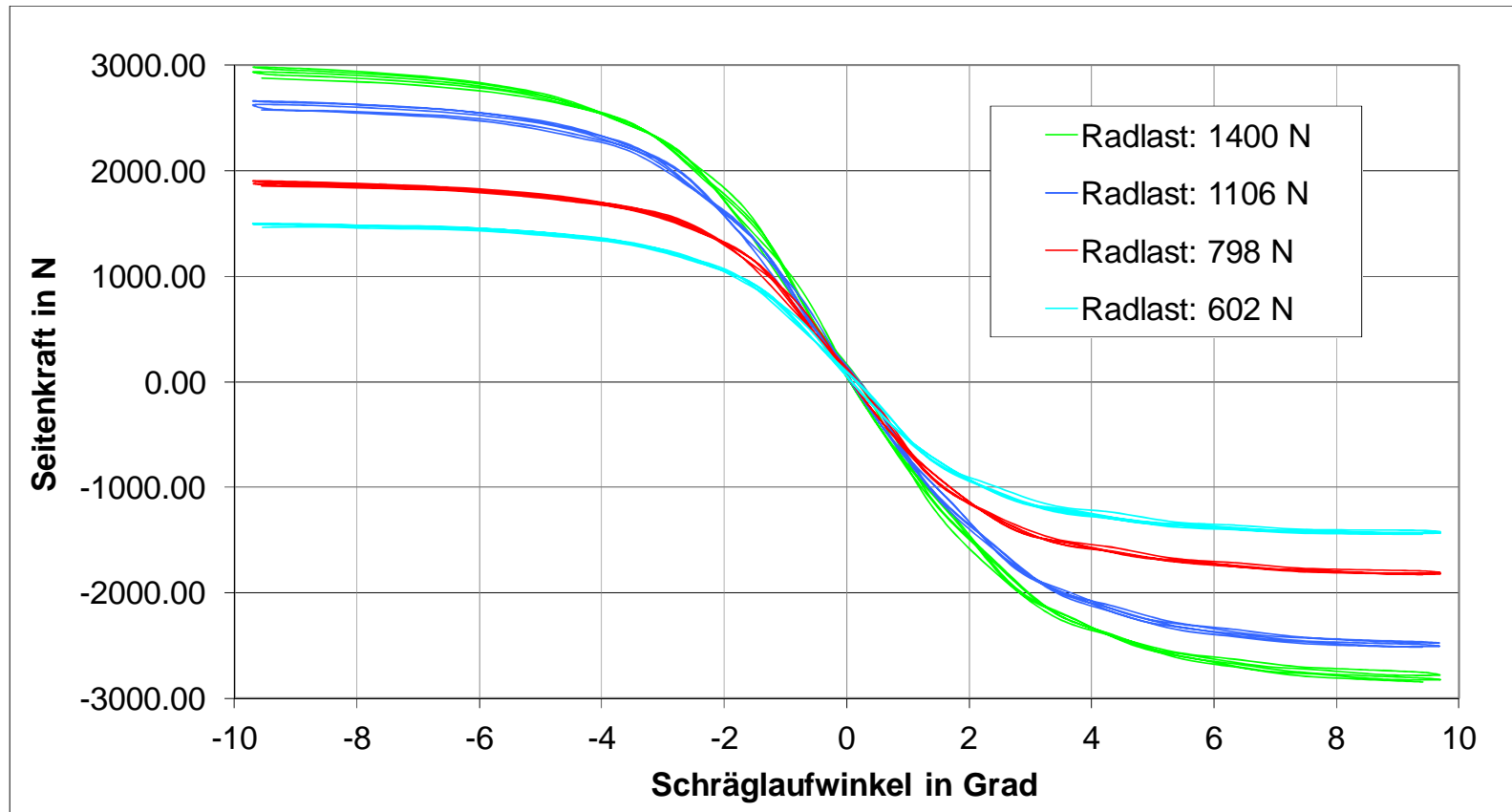


Draufsicht



Für kleine Schräglaufwinkel kann ein linearer Zusammenhang zwischen Seitenkraft und Schräglauf angenommen werden:  $F_s = c_s \cdot \alpha$   
mit  $c_s$  = Schräglaufsteifigkeit

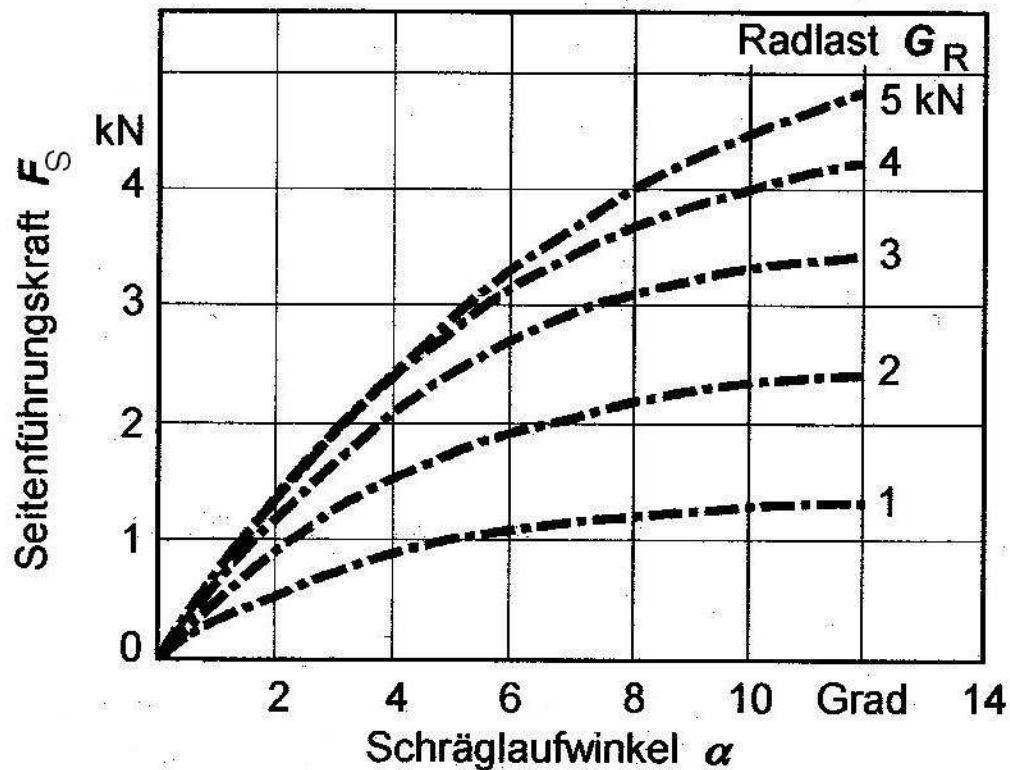
# Seitenführungskraft in Abhängigkeit vom Schräglaufwinkel für einen Renn-Reifen



Reifengröße: 205 R13

Quelle der Datenbasis: Continental

# Seitenführungskraft in Abhängigkeit vom Schräglaufwinkel für einen Pkw-Reifen



Reifen 175 HR 14  
auf Felge 5 J x 14  
Profiltiefe 9 mm  
Fahrgeschw. 14 m/s  
Reifendruck 1.8 bar

Quelle: ika

# Übungsaufgaben

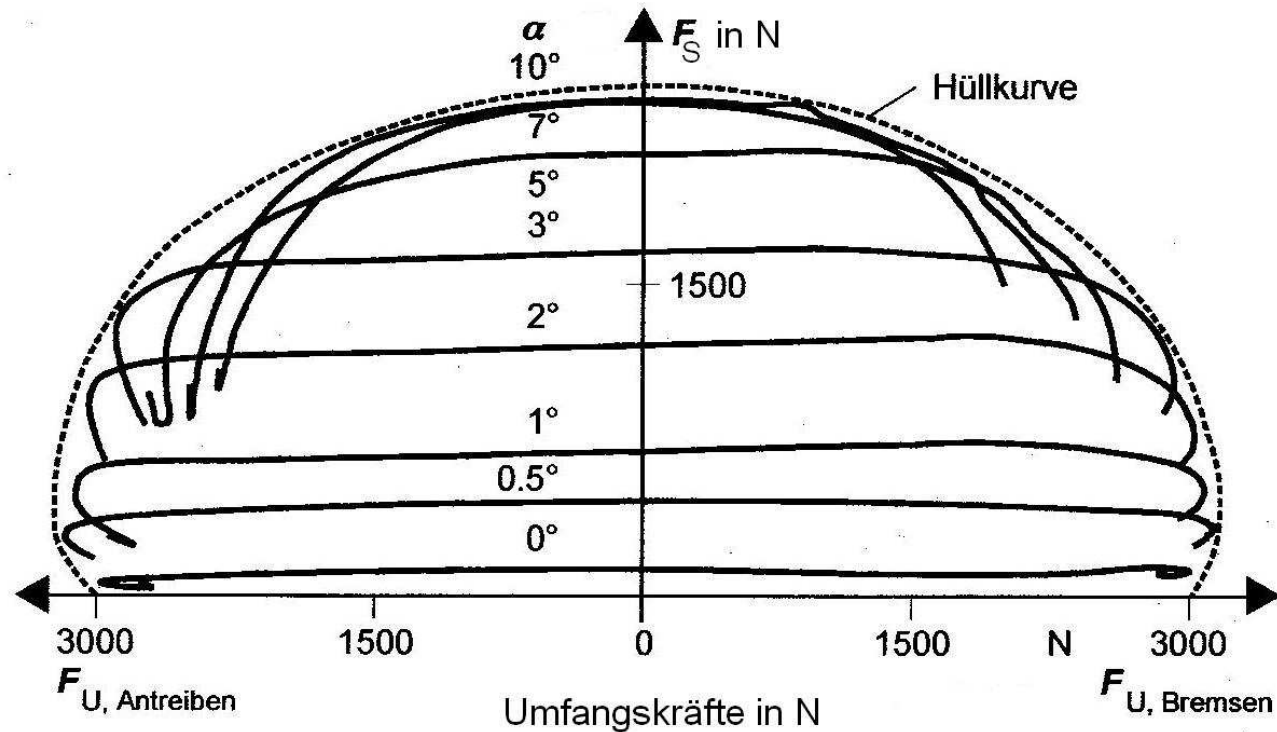
---

Gegeben ist der Zusammenhang zwischen Seitenführungskraft, Schräglauf und Radlast entsprechend der beigefügten Diagramme (Renn- und Pkw-Reifen).

Bestimmen Sie für eine Radlast von 3150 N und einer Seitenführungskraft von 3300 N den Schräglaufwinkel für den Pkw-Reifen.

Bestimmen Sie für beide Reifen die Schräglaufsteifigkeit für kleine Schräglaufwinkel. Stellen Sie jeweils den Zusammenhang zwischen Seitenkraft und Radlast für einen Schräglaufwinkel von  $4^\circ$  grafisch dar.

# Krempel-Diagramm



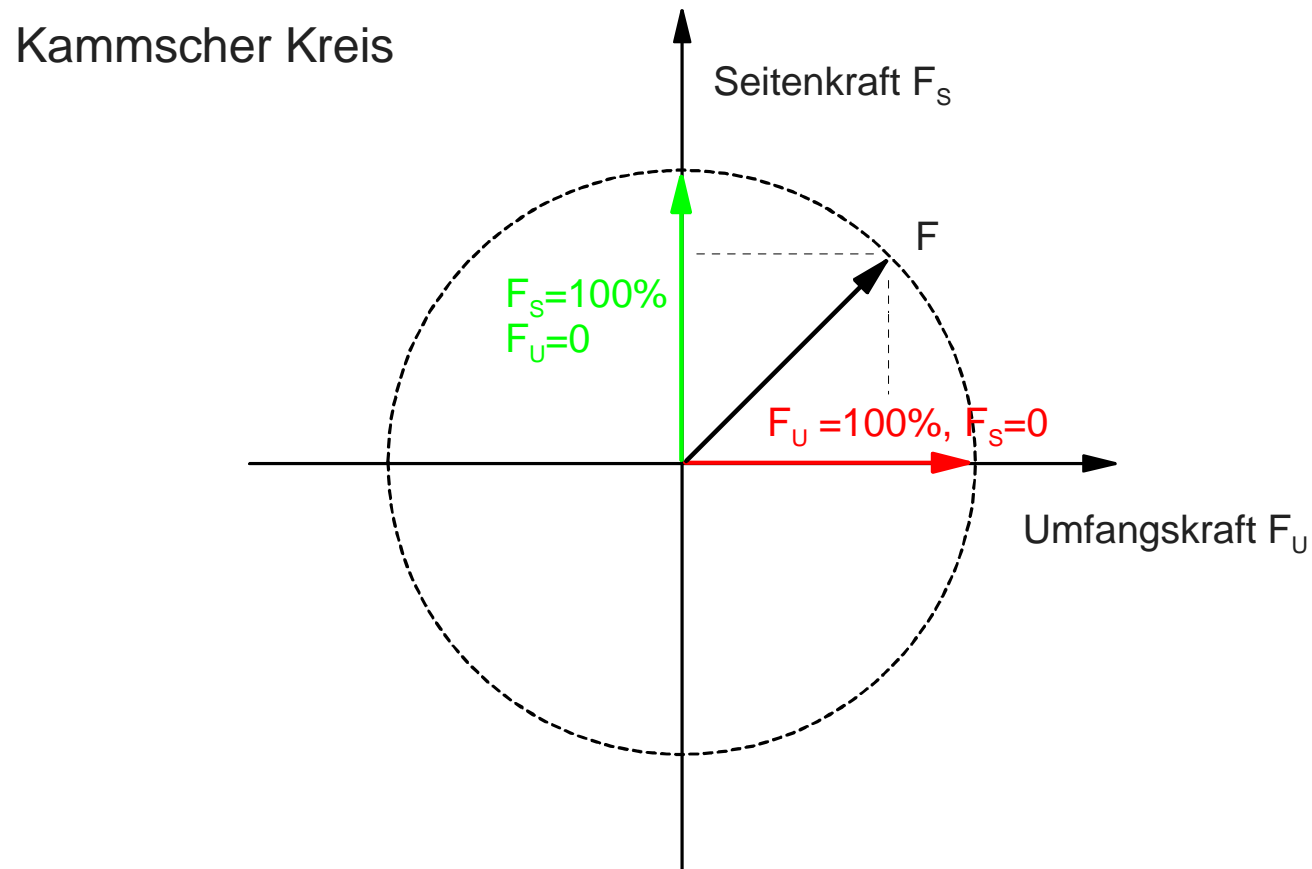
Reifen: 165 SR15, Radlast: 3 kN,  
Reifendruck: 1,8 bar, Geschwindigkeit: 14 m/s

Quelle: ika

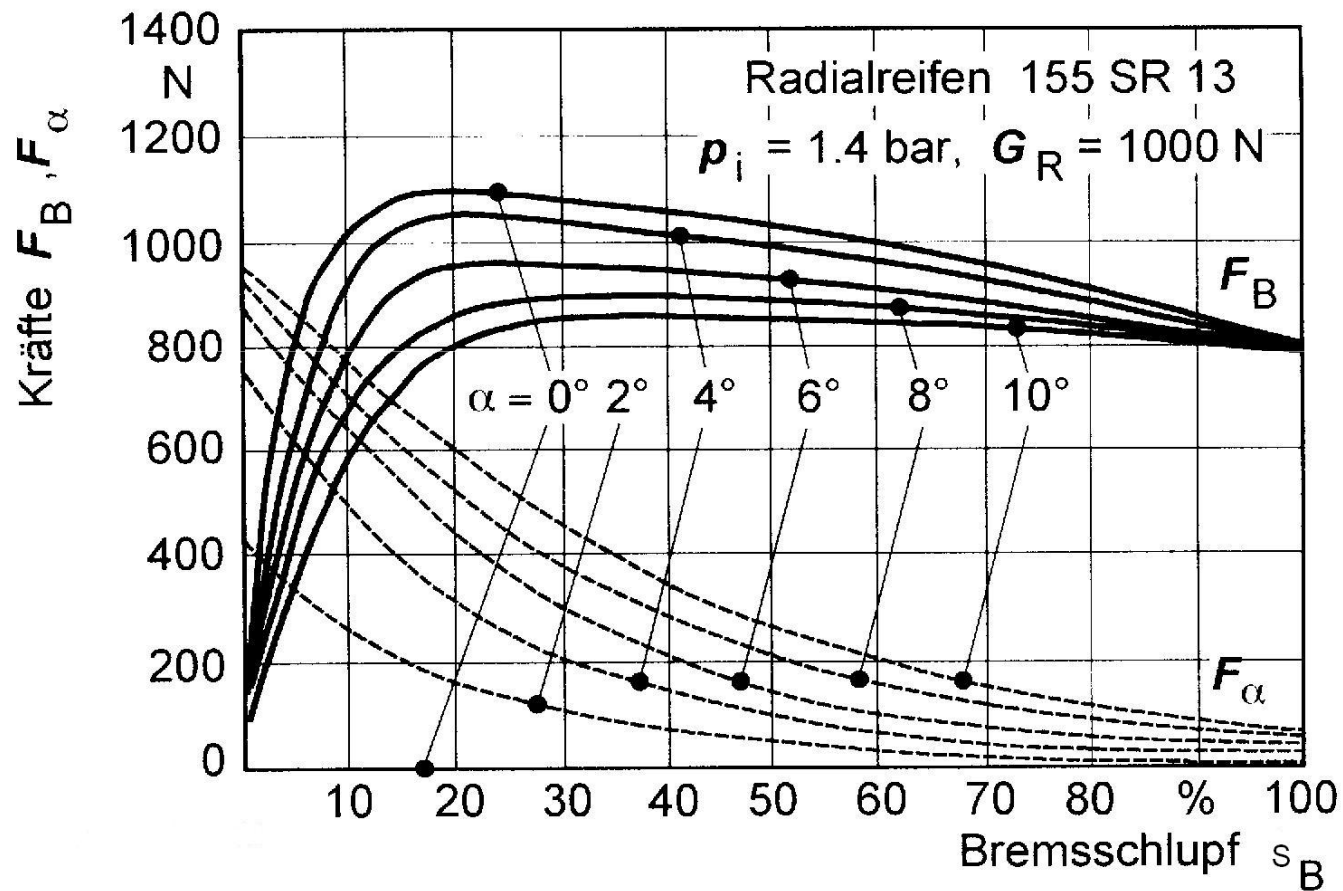


# Vereinfachter Zusammenhang zwischen Längs- und Seitenkraft

---



# Seitenkraft-Traktionskennfeld in Abhängigkeit vom Bremsschlupf



Quelle: ika

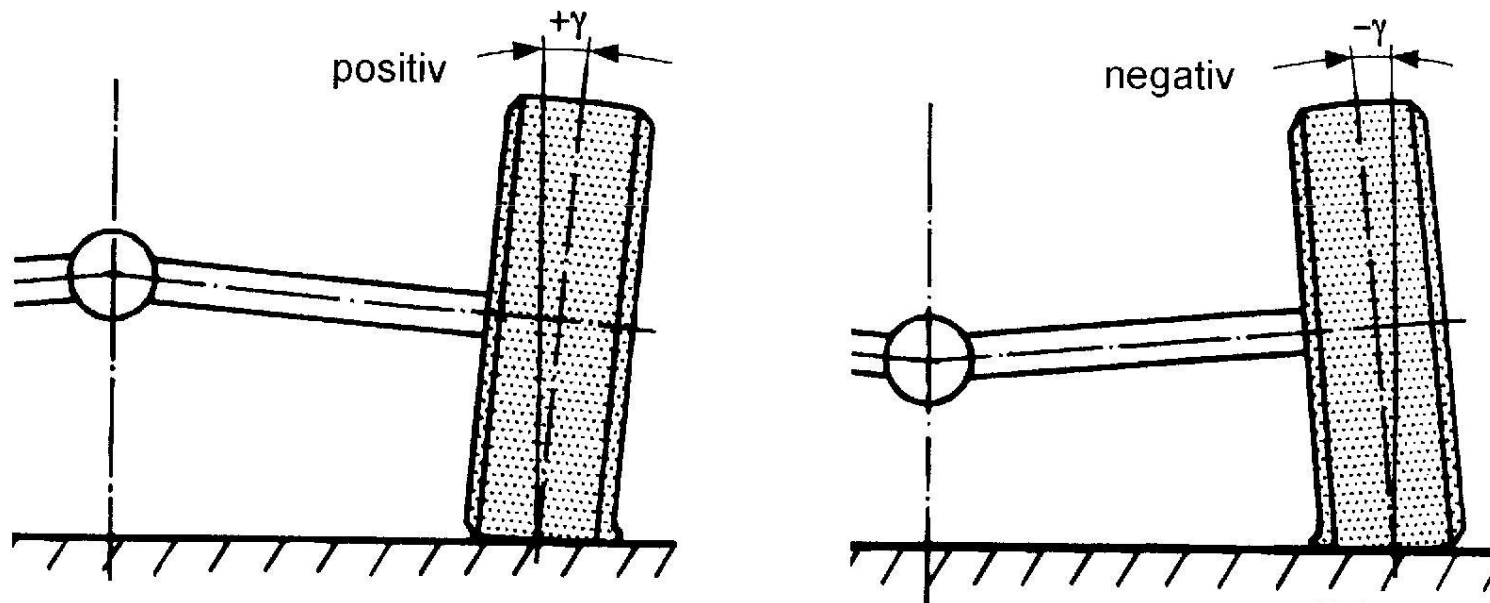
# Übungsaufgabe

---

Gegeben ist ein Seitenkraft-Traktionskennfeld. Stellen Sie die Seitenkraft in Abhängigkeit der Bremskraft für konstante Schräglaufwinkel von  $6^\circ$ ,  $8^\circ$  und  $10^\circ$  grafisch dar.

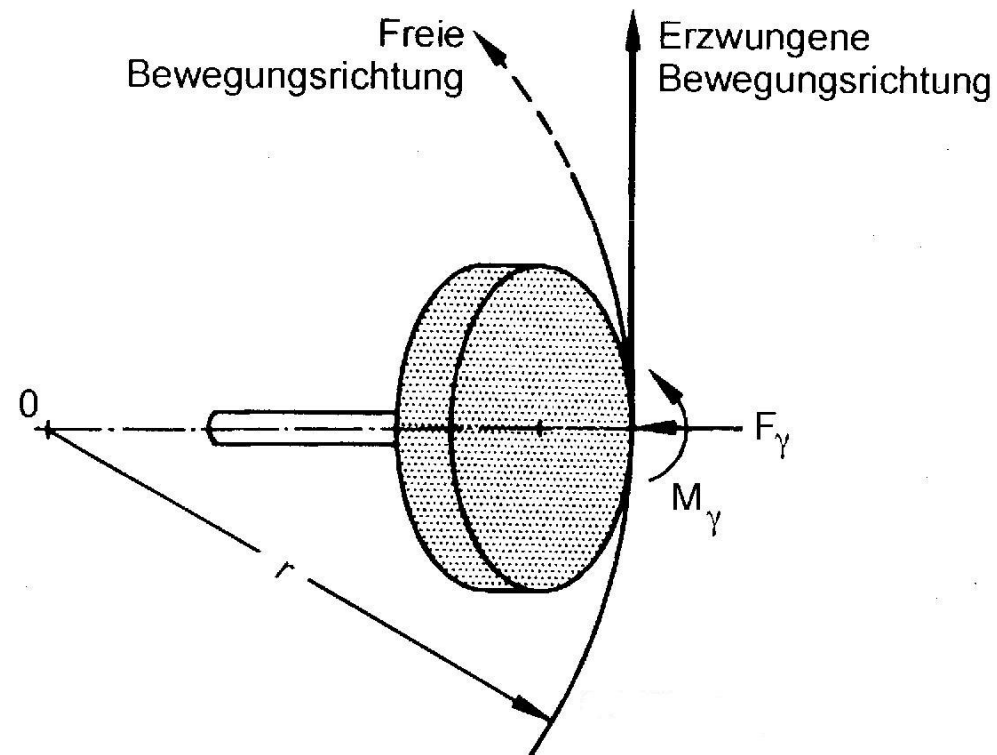
# Definition Sturzwinkel

---

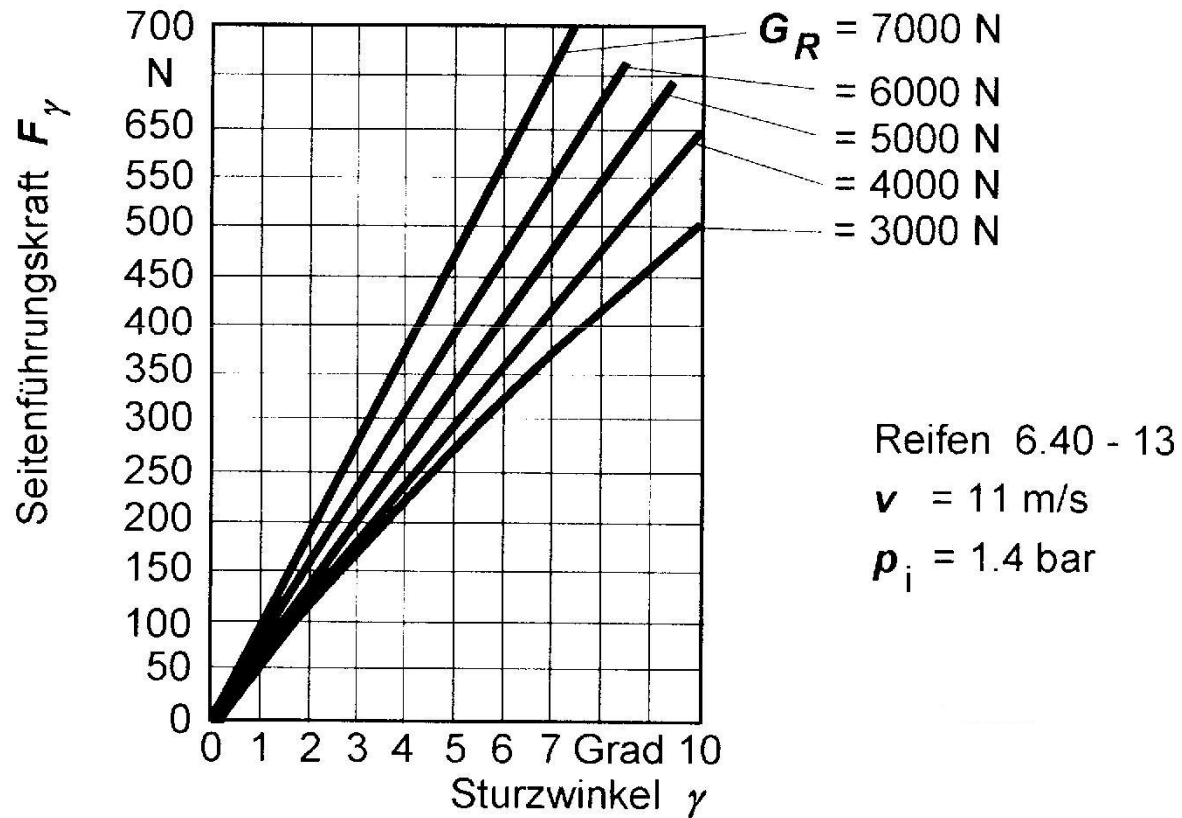


# Seitenkraftherzeugung durch Sturz

---



# Sturzkräfte in Abhängigkeit vom Sturzwinkel



Quelle: ika