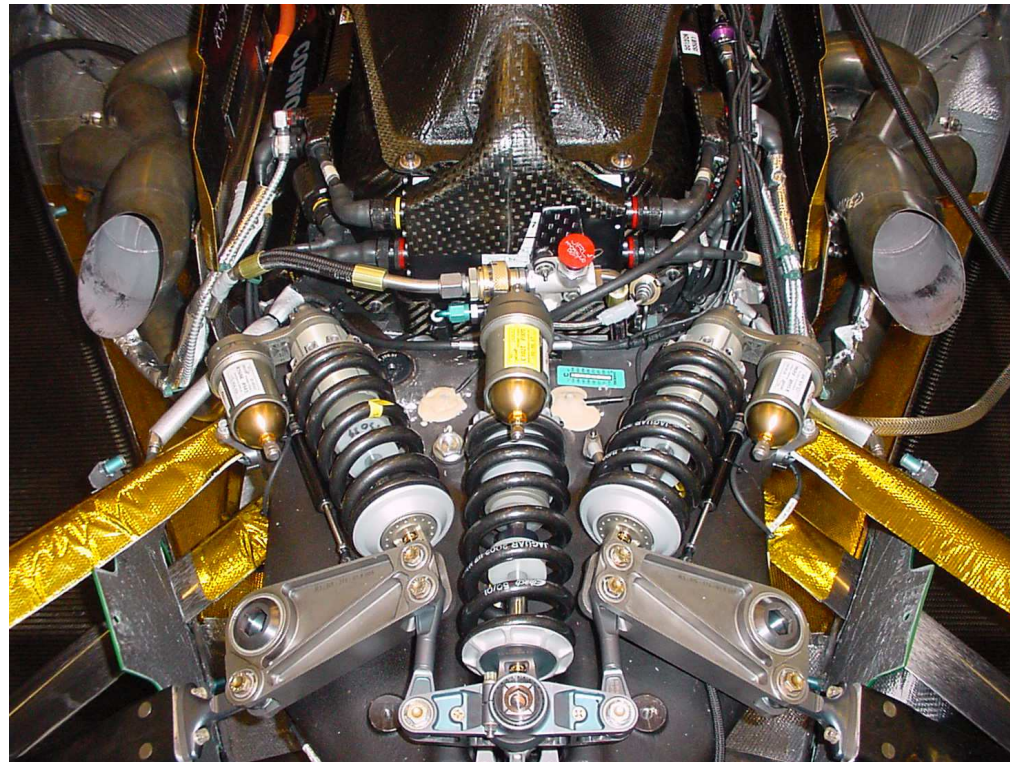


Kraftfahrzeugtechnik

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

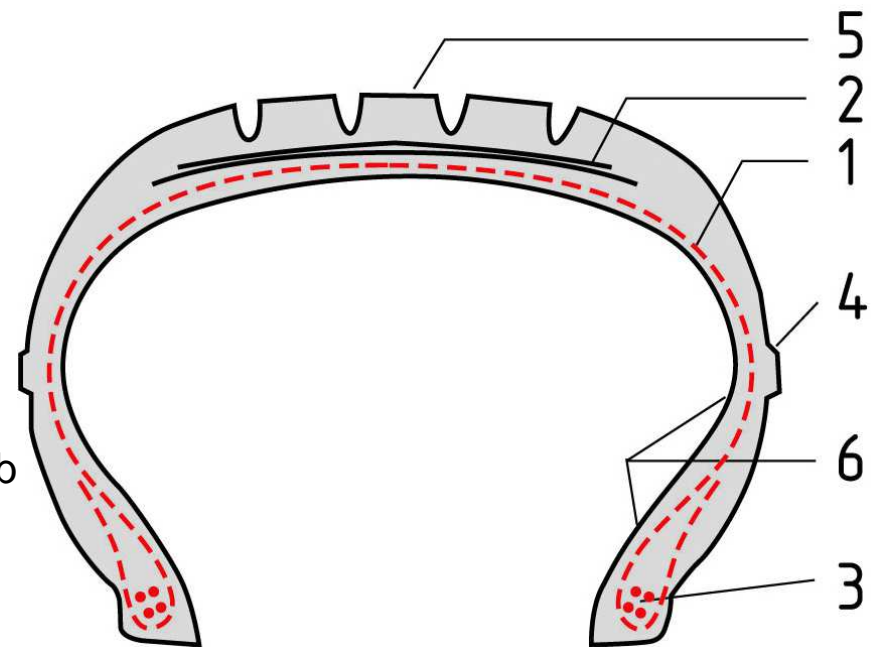
2 Gürtel (Stahlcord)
Mehrere Lagen Stahl- oder Textildcord

3 Wulstkern
Mehrere in Gummi eingebettete Stahldrähte

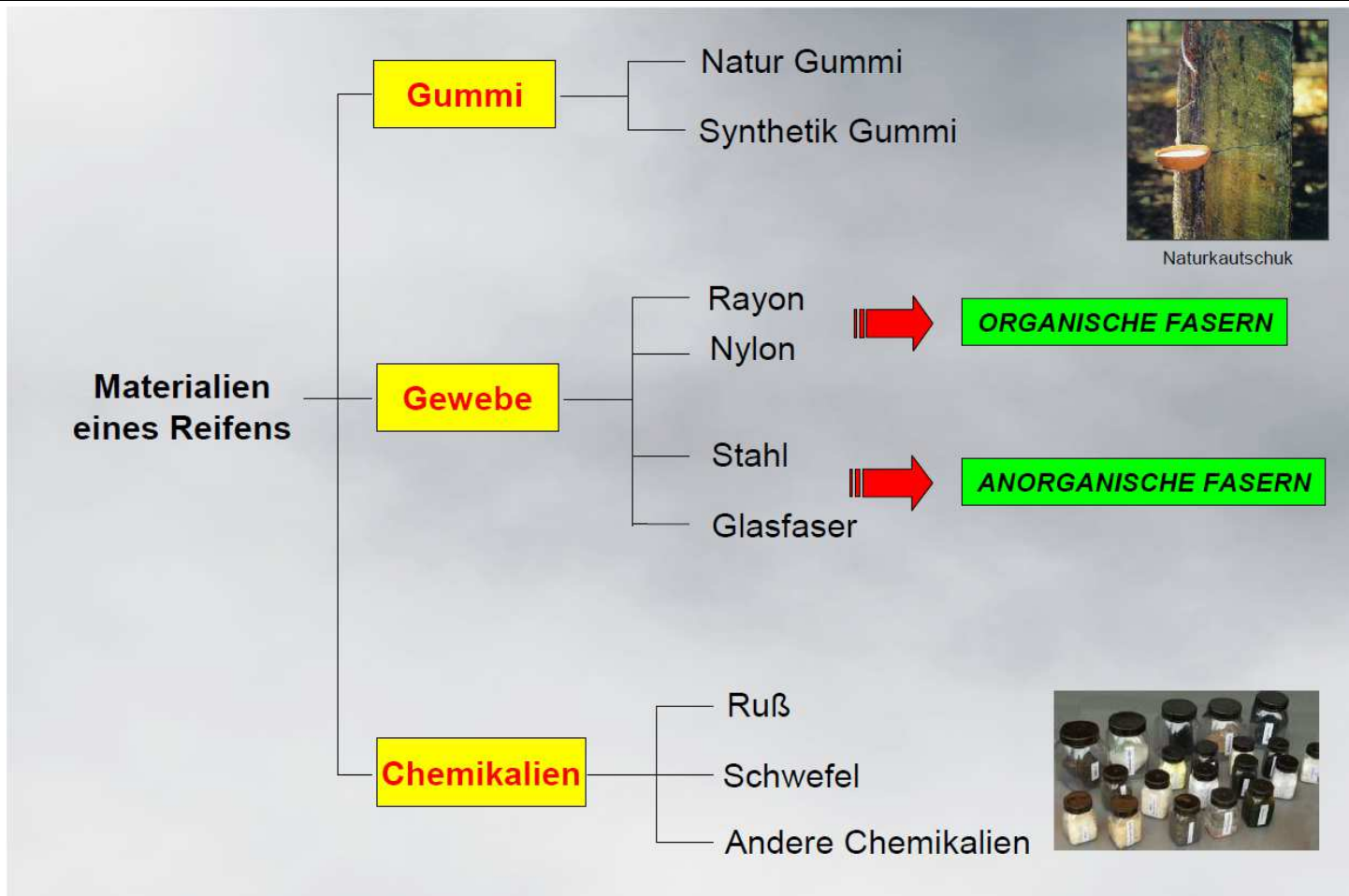
4 Seitenwand mit Scheuerleiste
Schützt das Cordgewebe und leitet Wärme ab

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

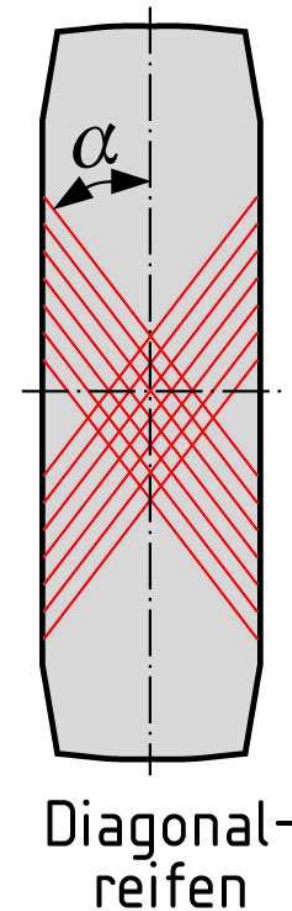


5.) Endkontrolle

Quelle: Bridgestone

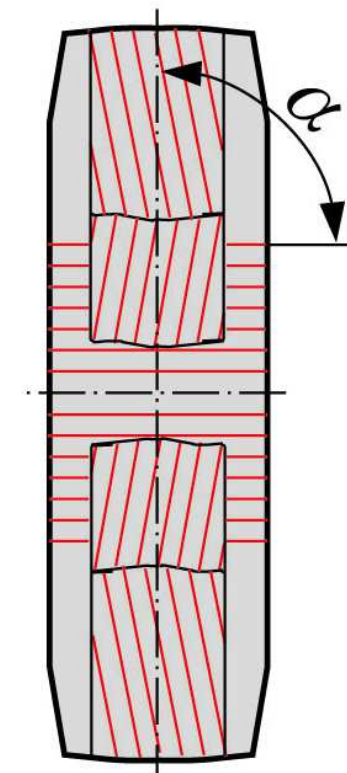
Diagonalreifen

- 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)



Radialreifen (Gürtelreifen)

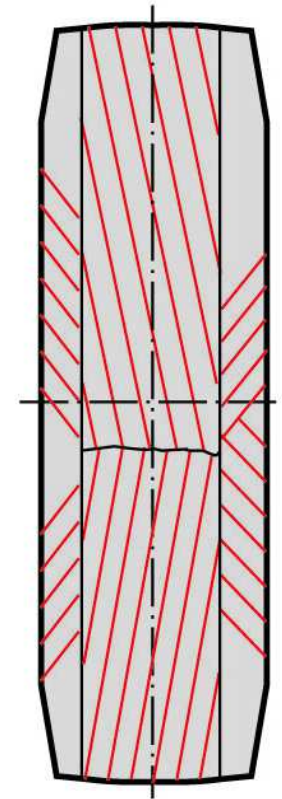
- Kordlagen erstrecken sich im Winkel von ca. 90° zur Mittellinie von Wulst zu Wulst
- Karkasse ist durch einen umlaufenden undehnbaren Gürtel verstärkt
- Kennzeichnung mittels „R“ in der Größenbezeichnung
- Vorteile gegenüber Diagonalbereifung
 - Niedriger Rollwiderstand
 - Geringer Verschleiß (höhere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



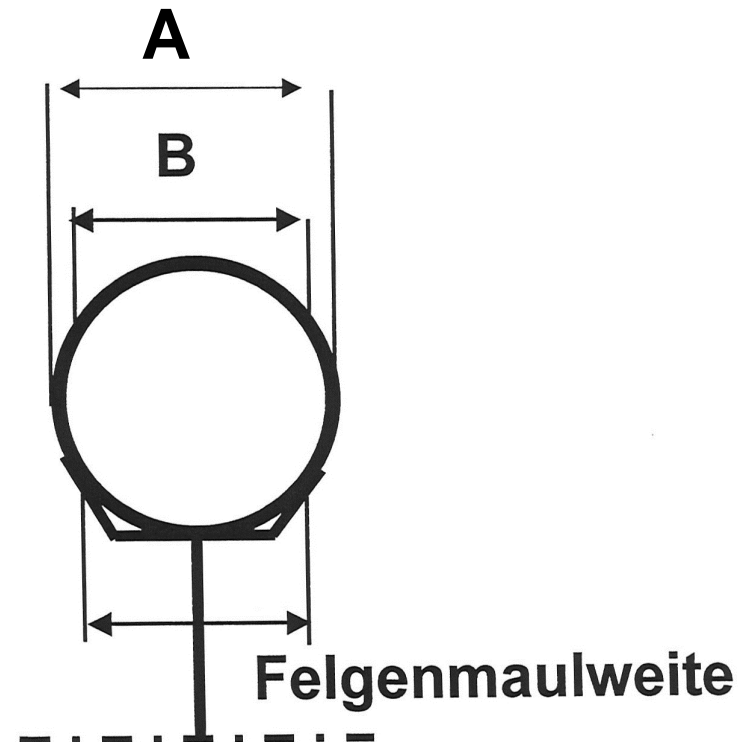
Diagonal-
Gürtel (B)

Reifenabmessungen

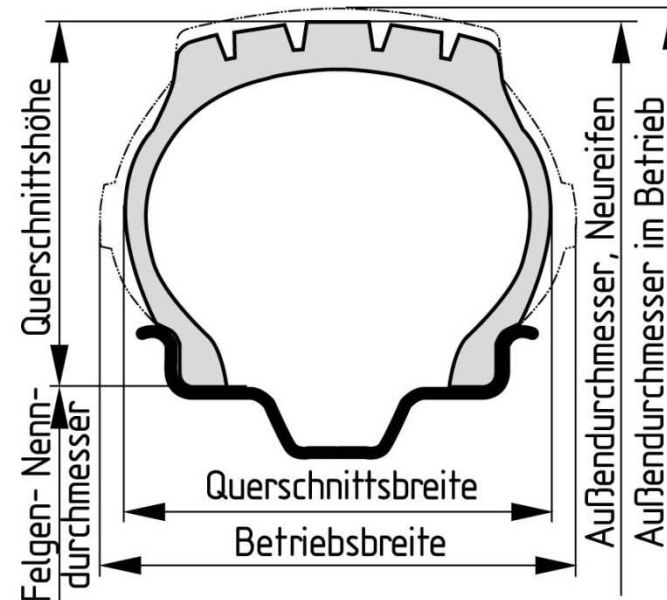
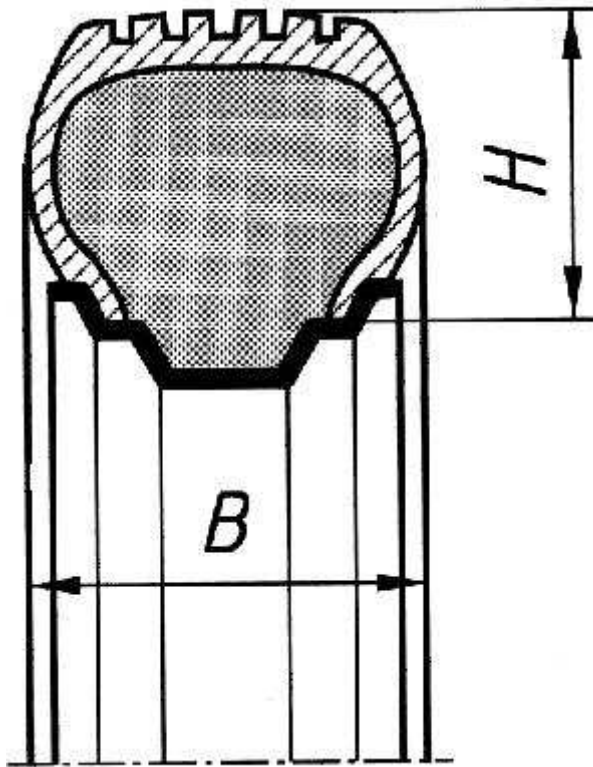
Reifenhauptmaße nach DIN, ETRTO (European Tire and Rim Technical Organisation), und WdK (Wirtschaftsverband der deutschen Kautschukindustrie)

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



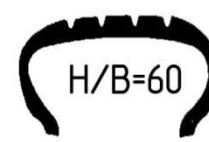
$H/B=82$

Serie 82



$H/B=70$

Serie 70



$H/B=60$

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

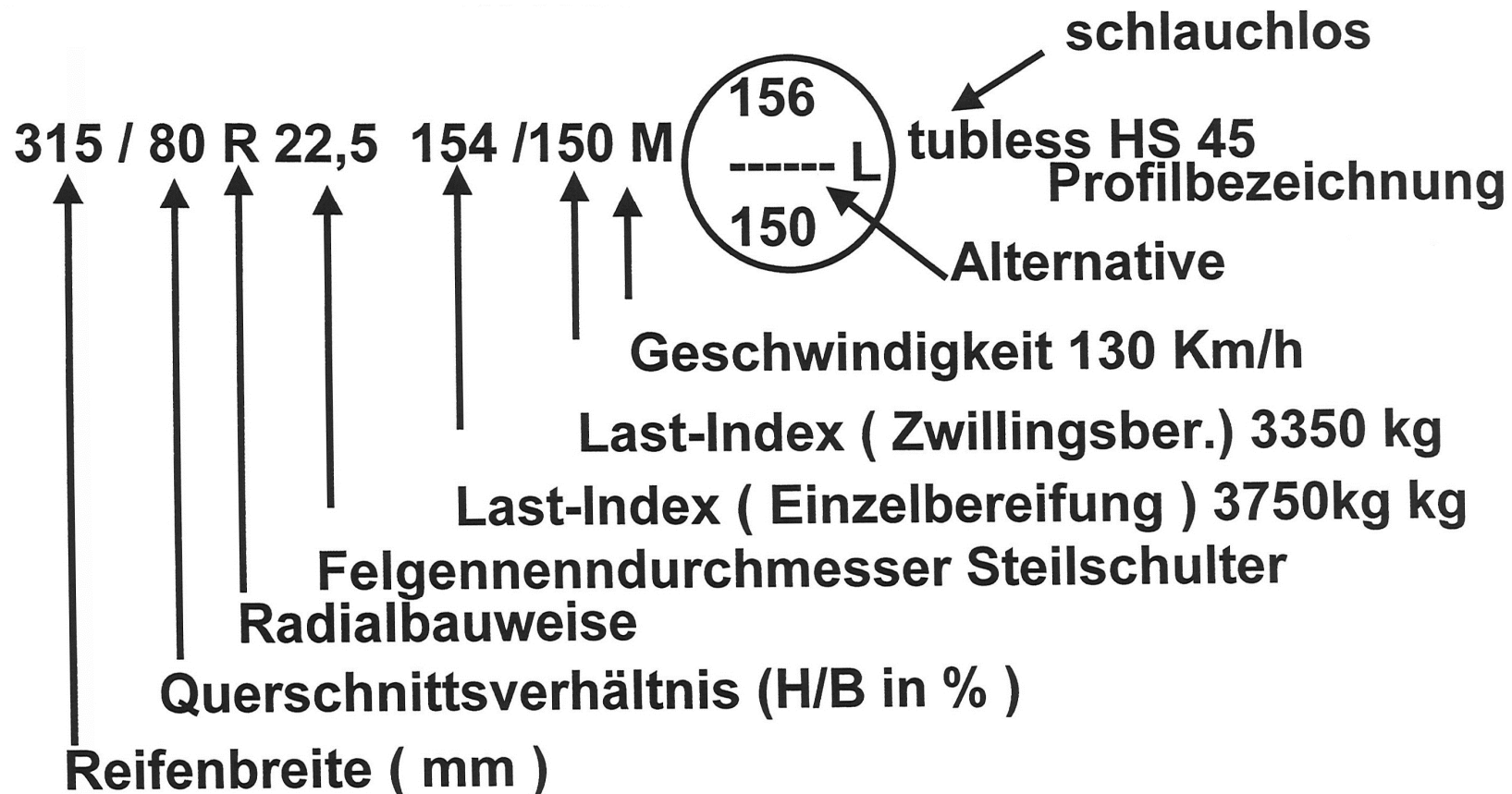
Reifenkennzeichnungen

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 - „Ply 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

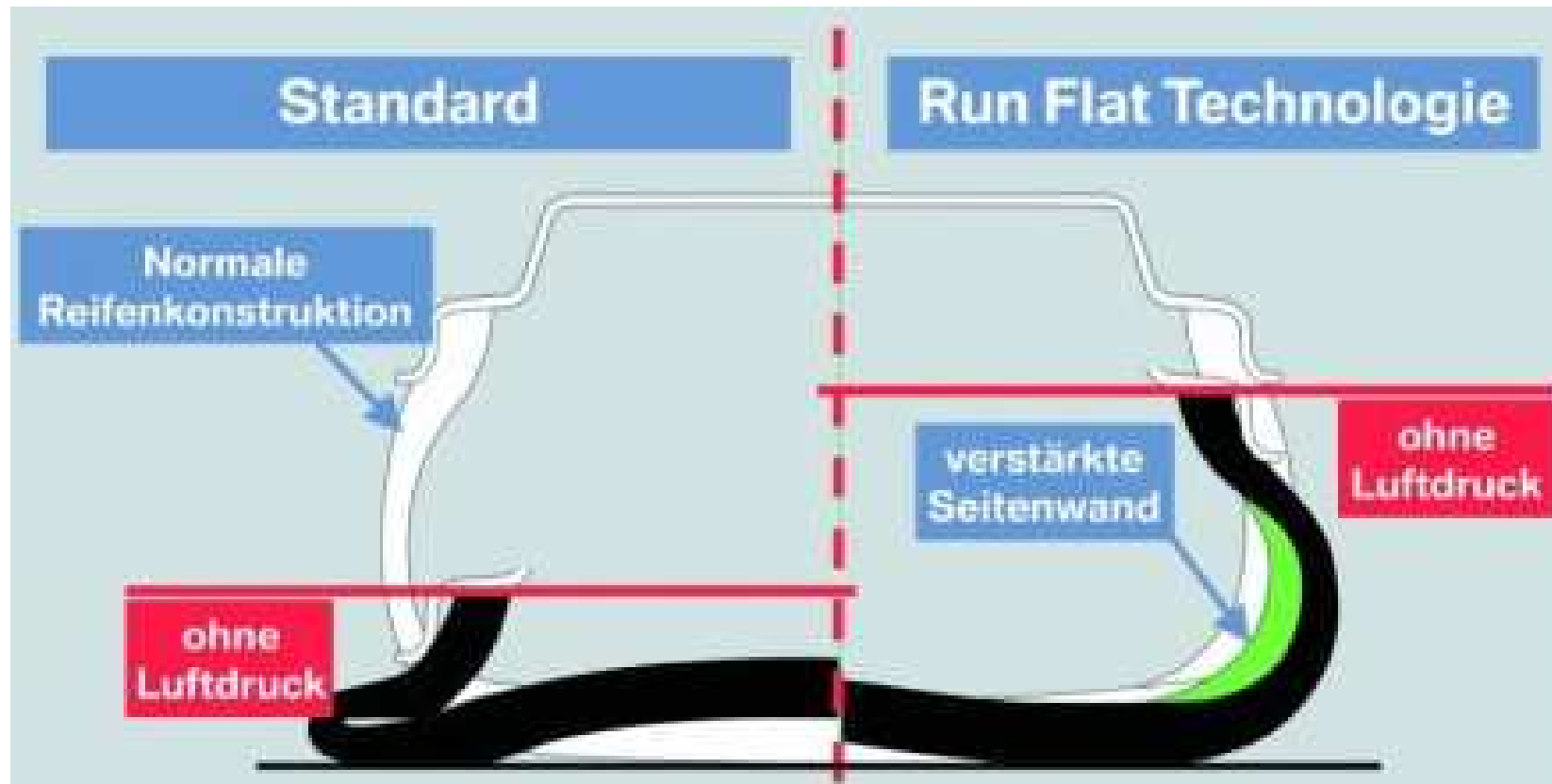
z.B. 148 Herstellung **14. Wo 1988**
 148 Herstellung **14. Wo 1998**
 1401 Herstellung **14. Wo 2001**

(DOT = Department of Transport)

Pannensichere Reifensysteme

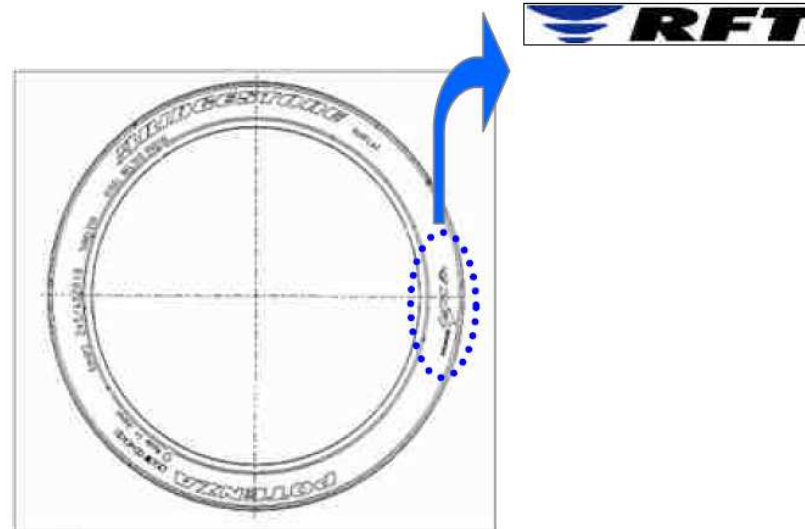
- Run Flat Tires (Reifen, die bei Druckverlust noch mit geringer Geschwindigkeit weiter gefahren werden können)
- Selbstabdichtende Reifen
- Reifen mit Stützring

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, dass unmittelbar und anhaltend Schäden bis zu einem Durchmesser von 4,7mm versiegelt

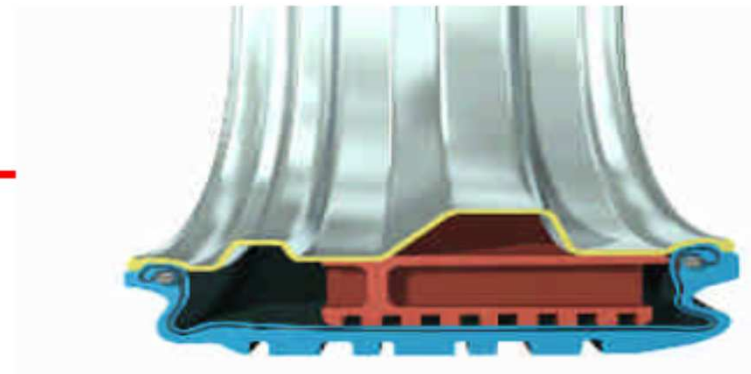
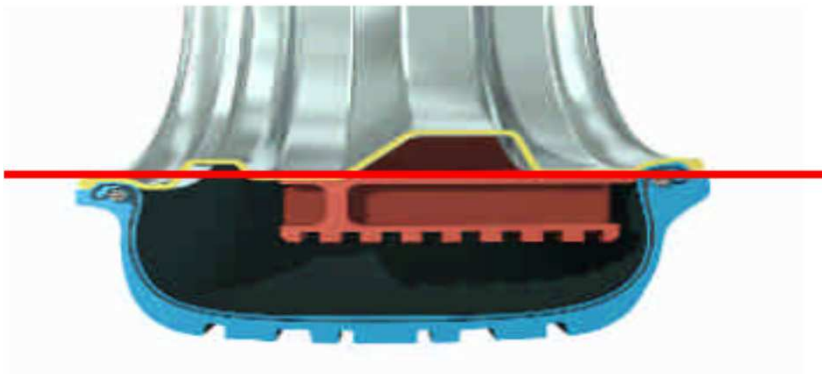


Quelle: Kleber

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

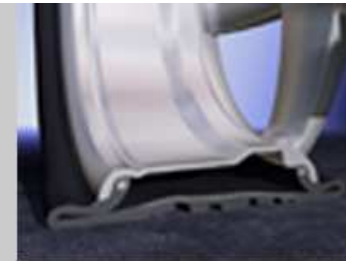


Bild 1:
Konventioneller Reifen nach
Luftverlust: Reifen wird nach
wenigen Umrollungen zerstört.

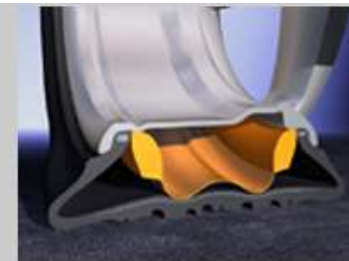


Bild 2:
Reifen mit CSR nach Luftverlust:
Aktionsradius bis zu 200 km
bei 80 km/h max. Geschwindigkeit.



Bild 3:
Reifen mit CSR:
kein Einfluss auf die
Reifenperformance

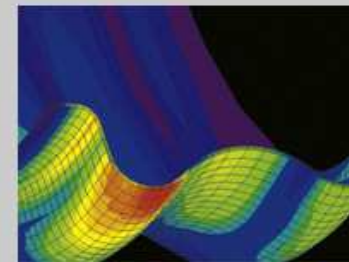


Bild 4:
FEM-Simulation am
High-Speed-Rechner

Quelle: Conti

1.2 Felgen

- Bauarten
- Abmessungen

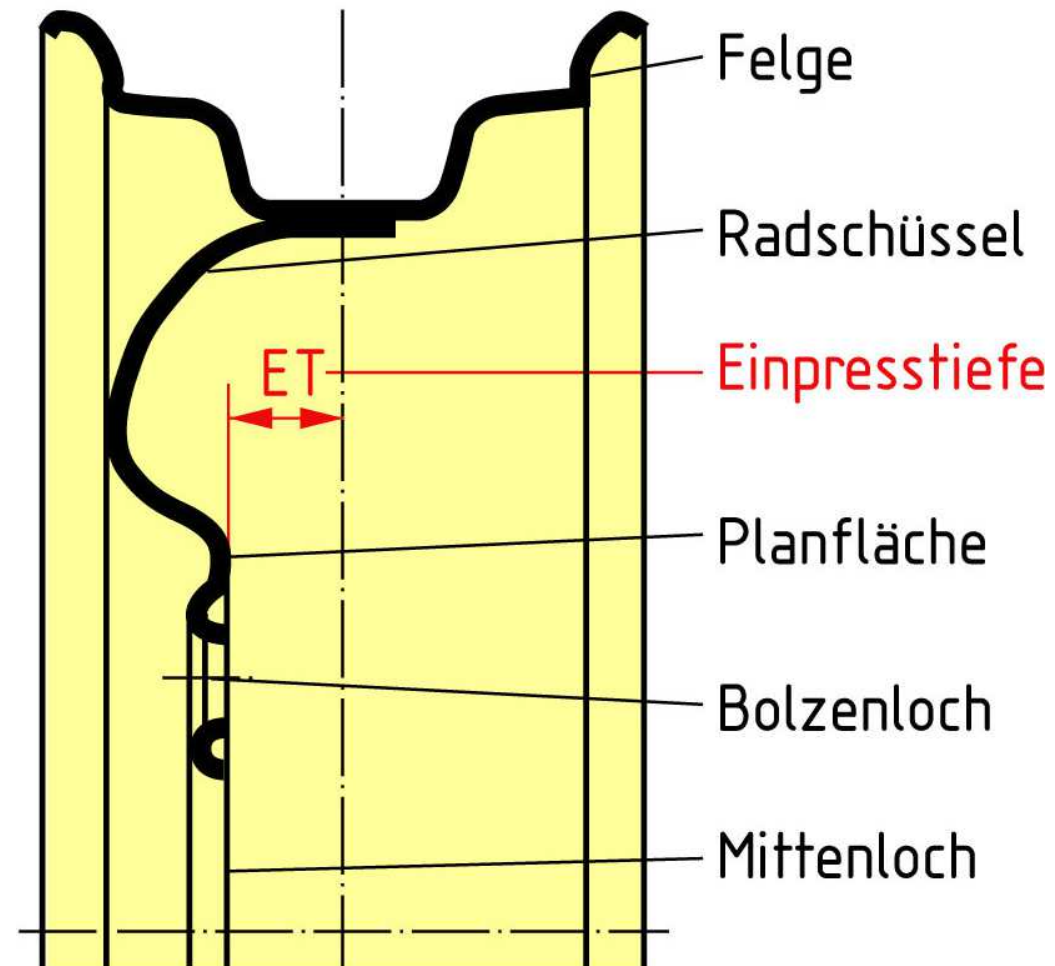
Anforderungen an eine Kfz-Felge

- 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

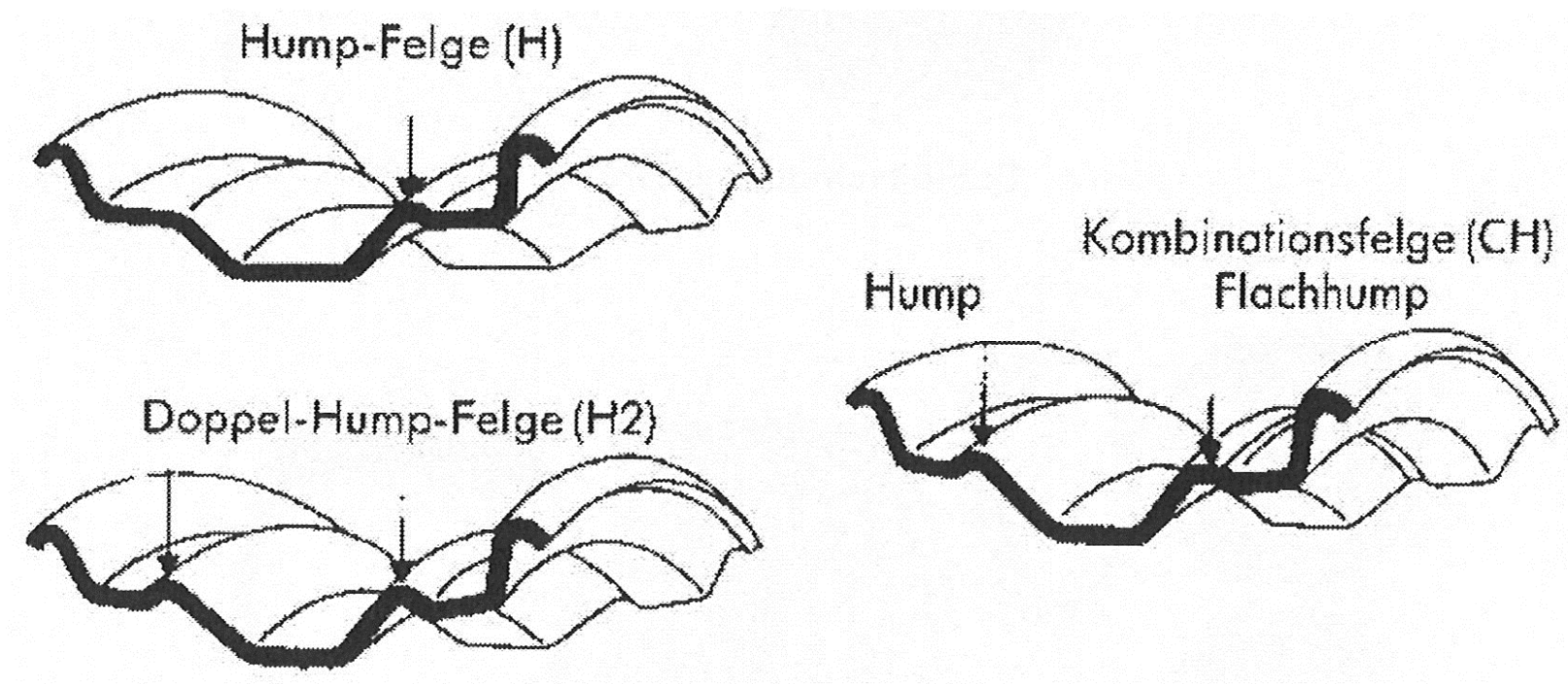


Felgenbezeichnung

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

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

ω_R = Radwinkelgeschwindigkeit

r_{dyn} = dynamischer Rollradius

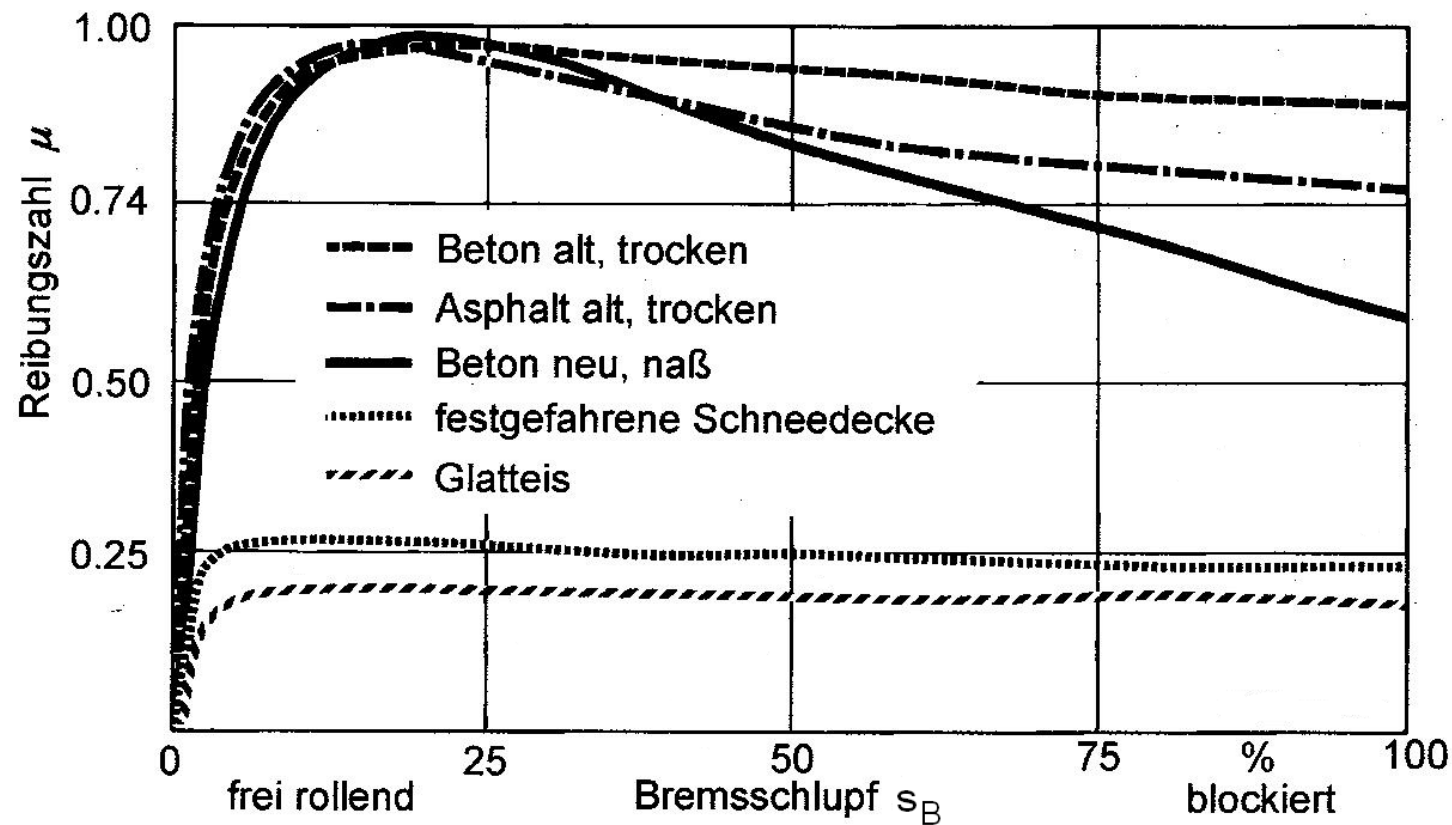
v_F = Fahrzeuggeschwindigkeit

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

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?

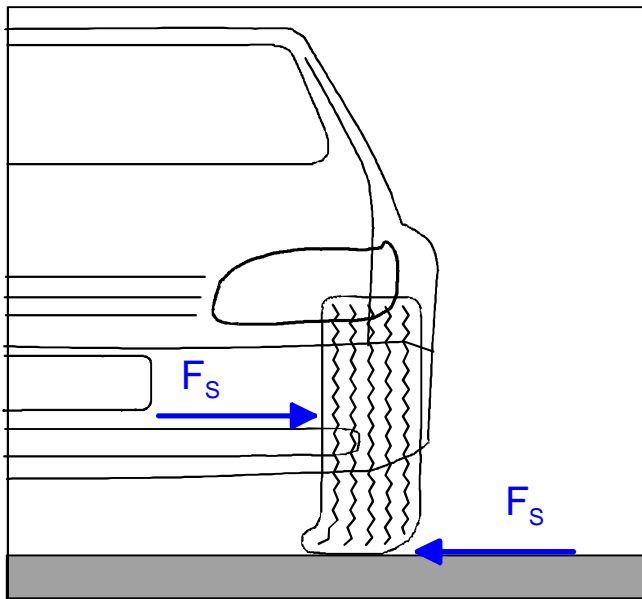
Abhängigkeit des Kraftschlusses vom Schlupf beim Bremsen



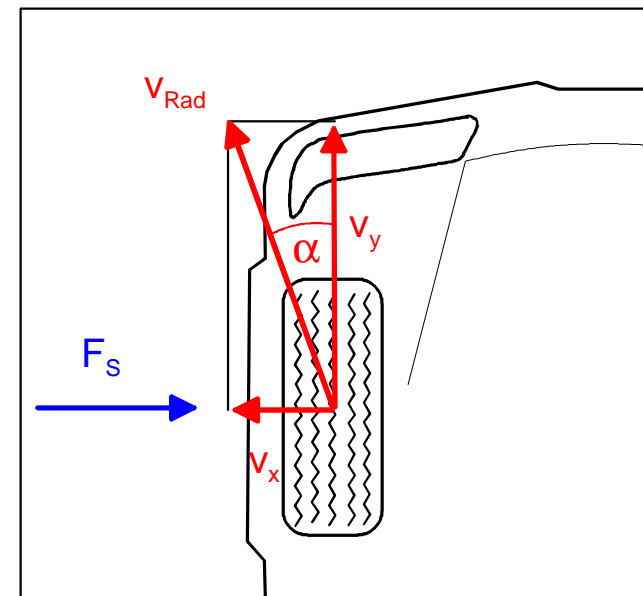
Quelle: ika

Schräglaufwinkel

Vorderansicht

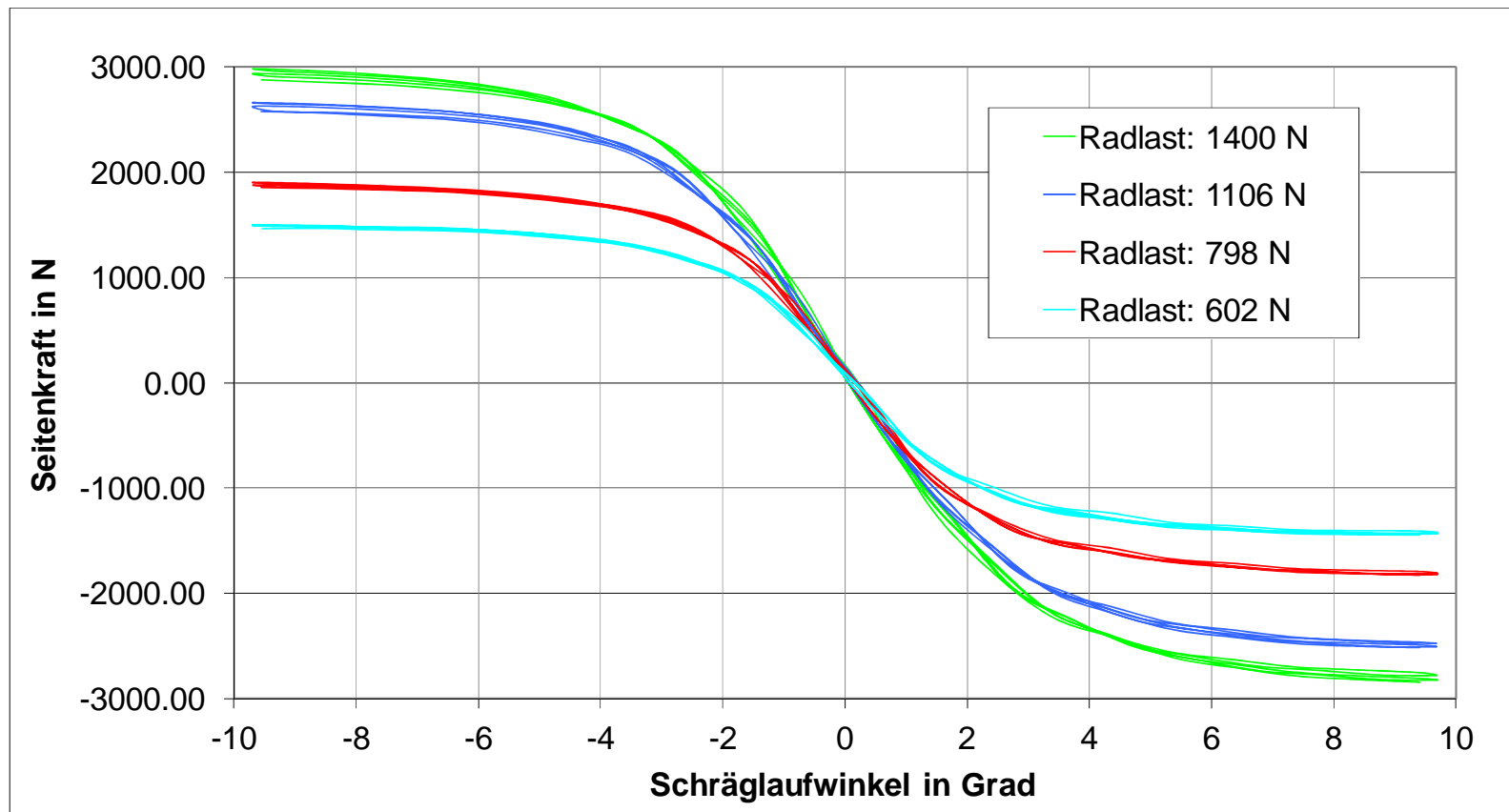


Draufsicht



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

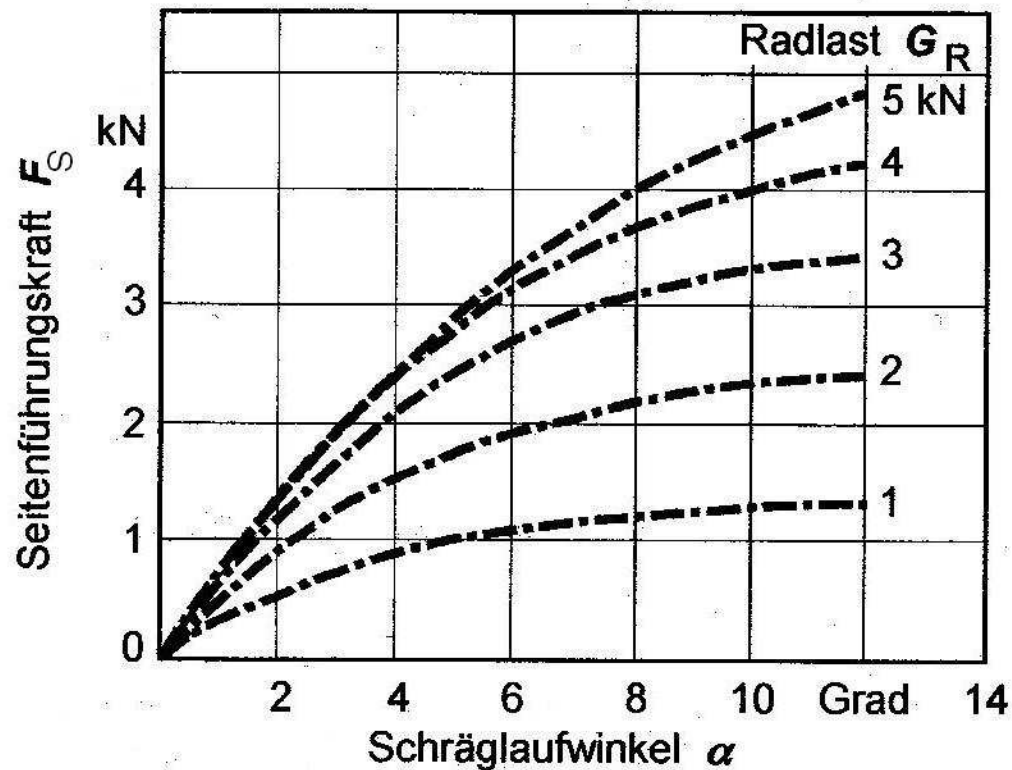
Seitenführungskraft in Abhängigkeit vom Schräglaufwinkel für einen Renn-Reifen



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

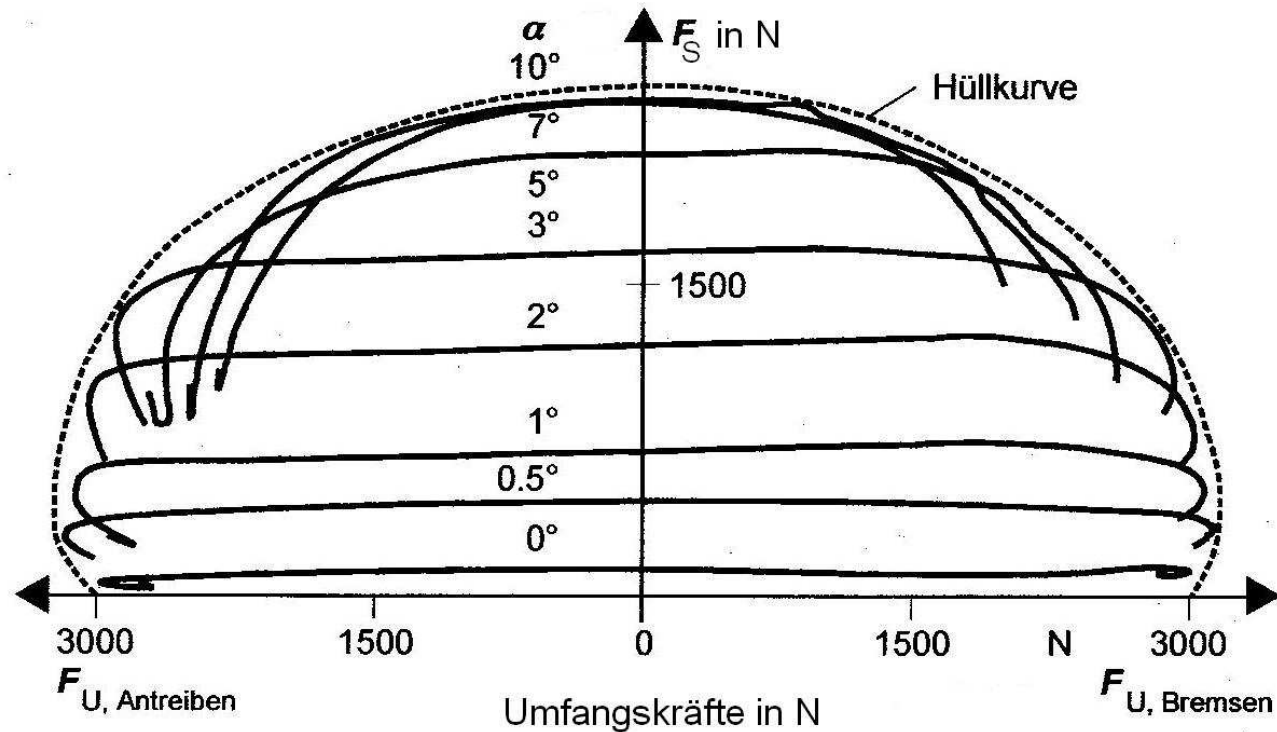
Übungsaufgaben

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° grafisch dar.

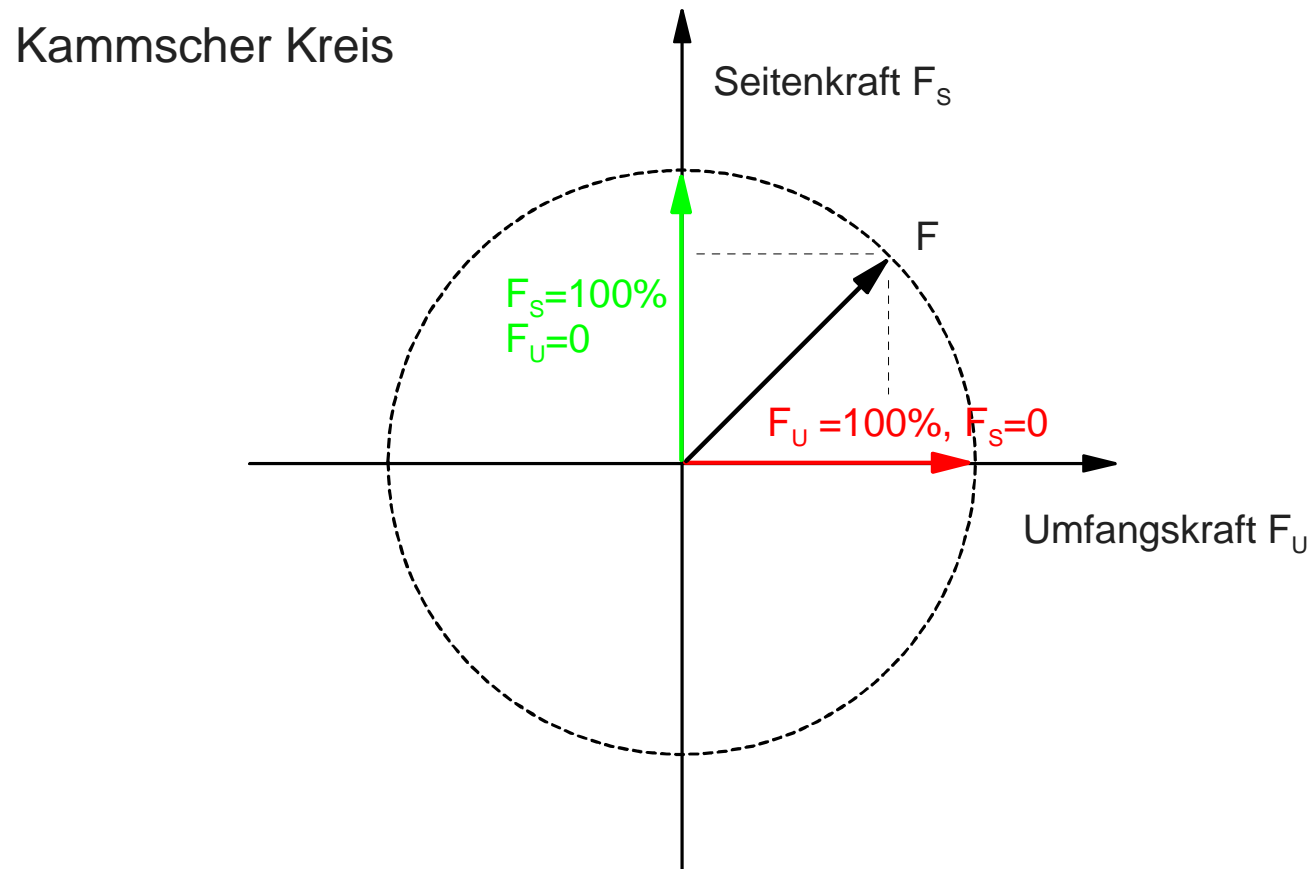
Krempel-Diagramm



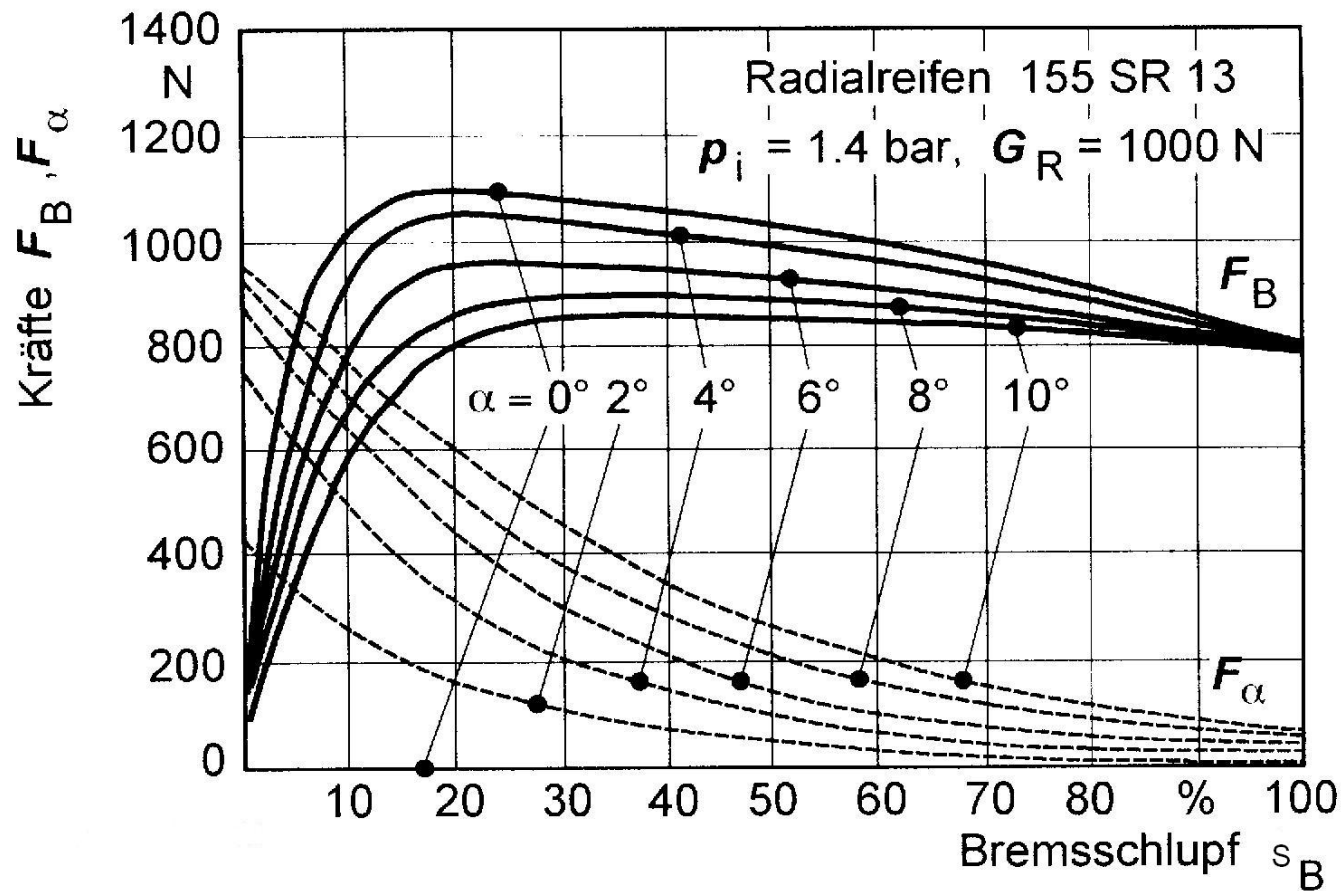
Quelle: ika

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

Vereinfachter Zusammenhang zwischen Längs- und Seitenkraft



Seitenkraft-Traktionskennfeld in Abhängigkeit vom Bremsschlupf

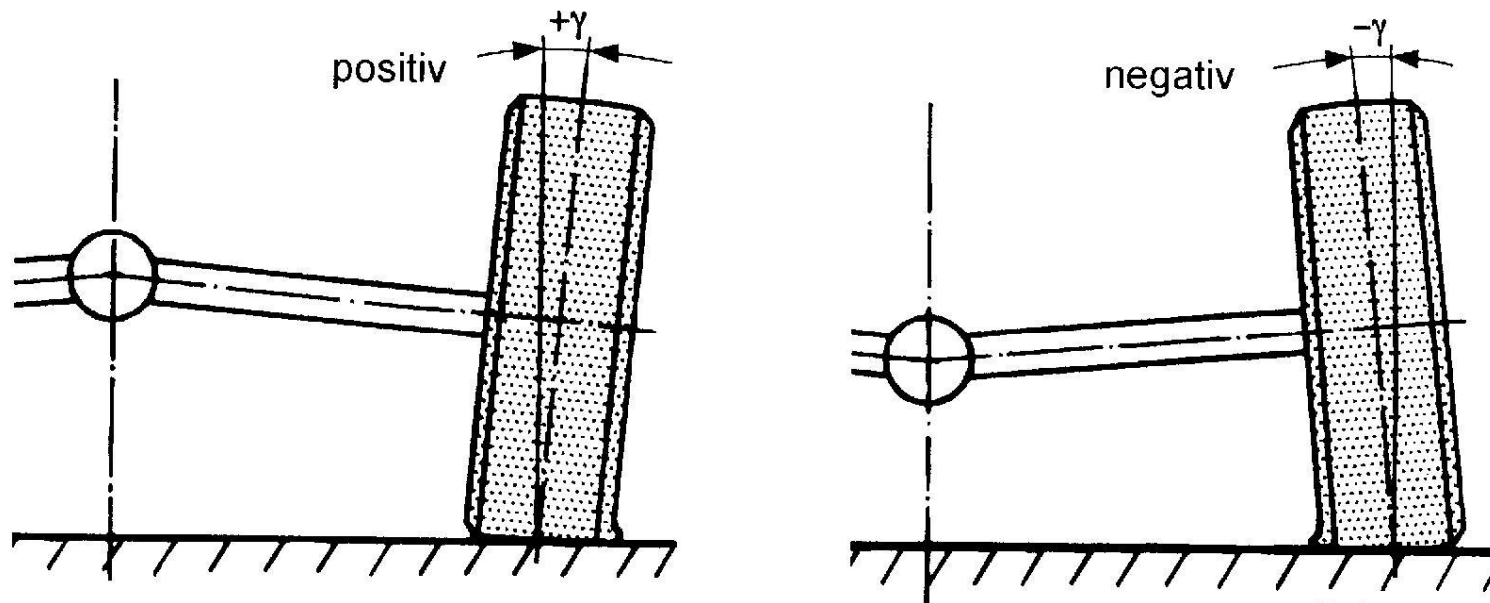


Quelle: ika

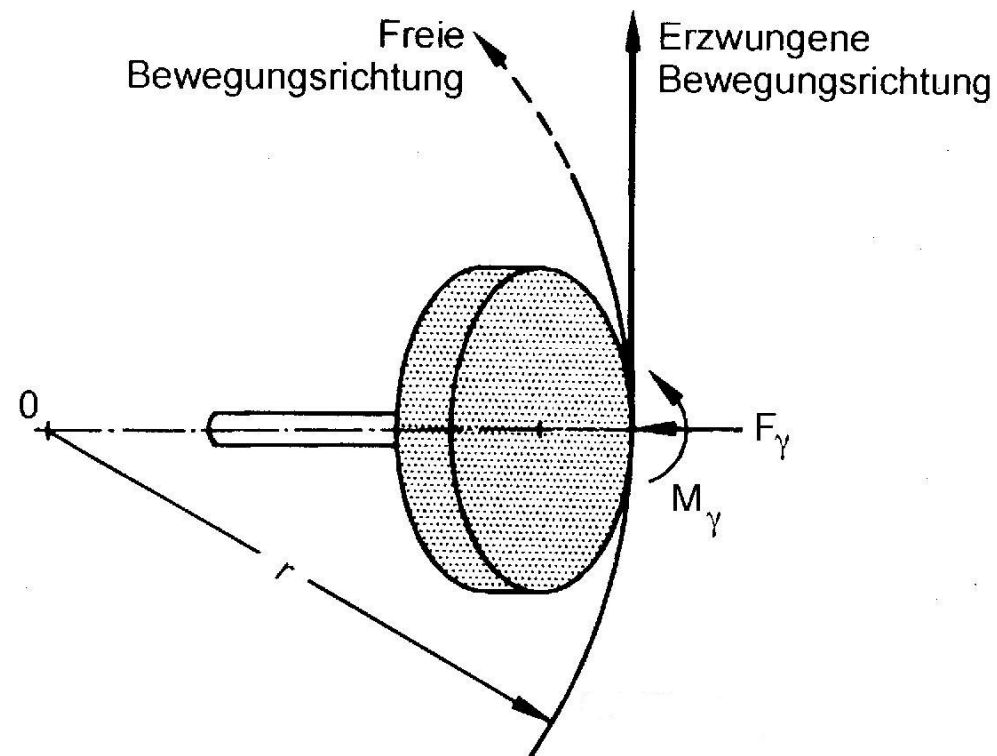
Übungsaufgabe

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

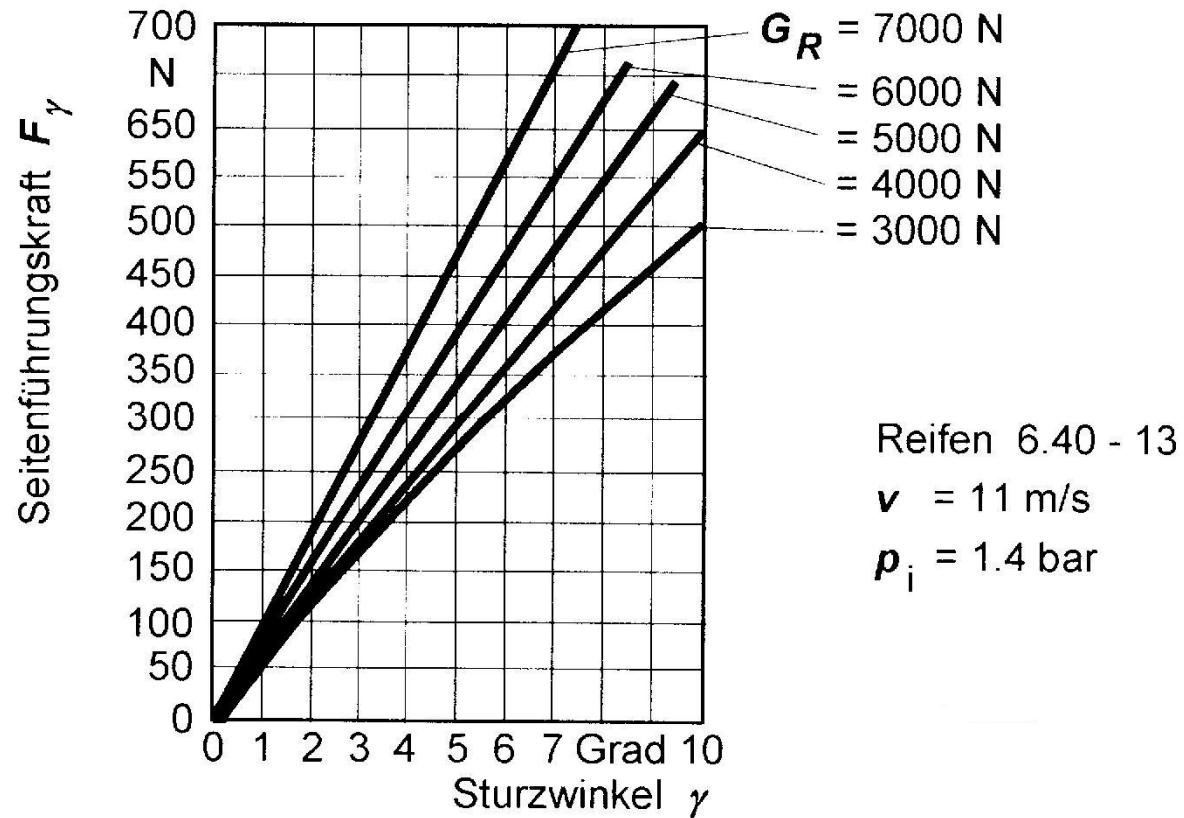
Definition Sturzwinkel



Seitenkraftherzeugung durch Sturz



Sturzkräfte in Abhängigkeit vom Sturzwinkel



Quelle: ika