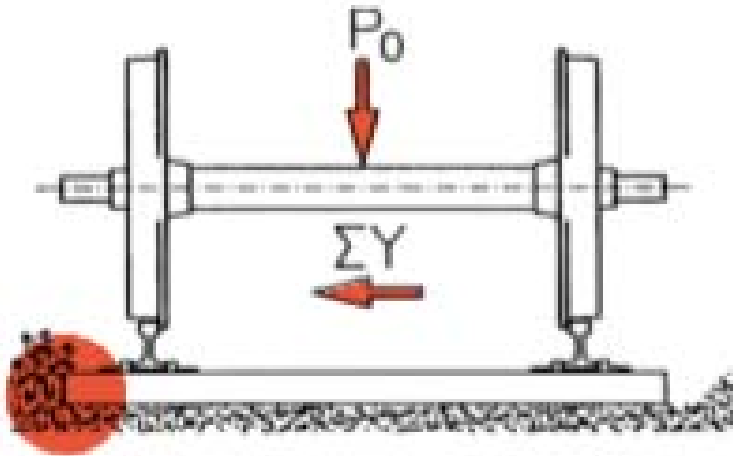


Entgleisungssicherheit

**Einige Systeme, in denen
Entgleisungen
des Rad-Schienenensystems
auftreten können**



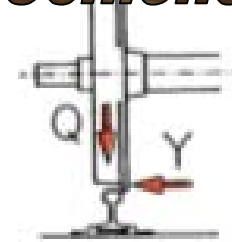
Verschiebung Gleisrost



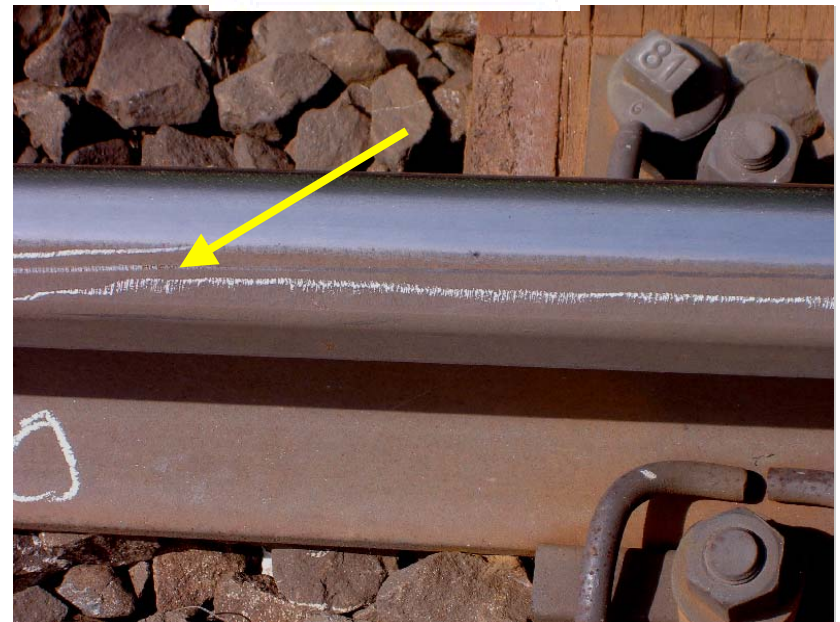
$$\Sigma Y_{2m} \leq \alpha \left(10 + \frac{P_0}{3} \right)$$



Aufklettern Spurkranz auf Schienenkopf



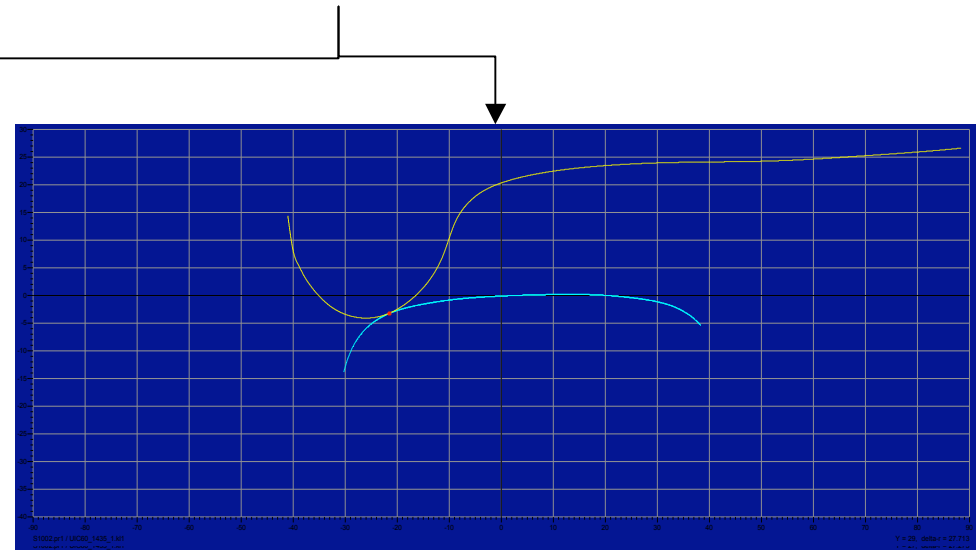
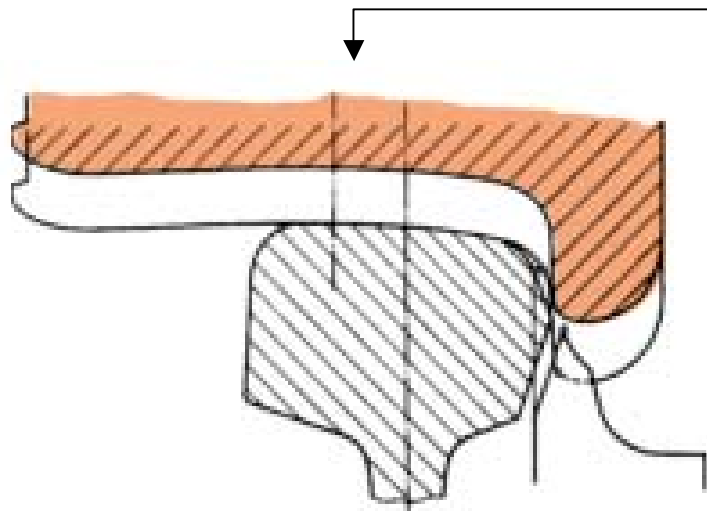
$$\begin{array}{l} Y/Q \leq 0.8 \\ \text{für} \\ R \geq 300\text{m} \\ \hline Y/Q \leq 1.2 \\ \text{nach} \\ \text{ORE B55} \end{array}$$





Entgleisung

Entgleisung ist das Anheben eines Radsatzes oder einer seiner Räder bis zum Auflauf der Spurkranzkuppen auf die Fahrflächen der Schienen bzw. die oberen Begrenzungen zusätzlicher Spurführungseinrichtungen mit nachfolgendem Verlassen der Schienen.



Aufsteigen

Aufsteigen ist das Hinauffahren eines Spurkranzes auf ein Hindernis in seinem Rollweg.

Aufklettern

Aufklettern ist das Hinaufdrücken eines mit der Stirn- oder Rückenfläche seines Spurkranzes an der Fahr- bzw. Leitkante anlaufenden Rades unter Reibschluss durch seitliche Spurführungskräfte.

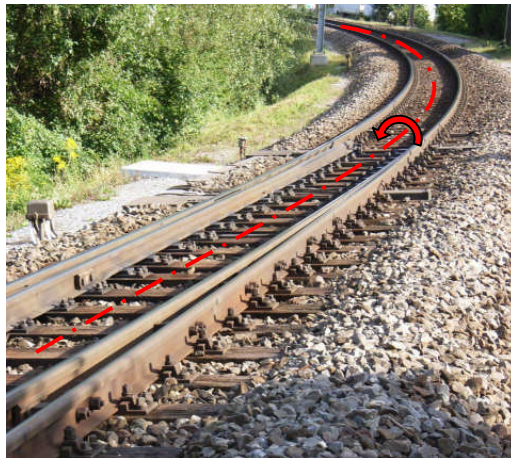
Entgleisungssysteme mit Aufsteigen bzw. Aufklettern der Spurkränze

gekrümmte Trassierung

Gleisverwindung

Vollbogen

Weiche



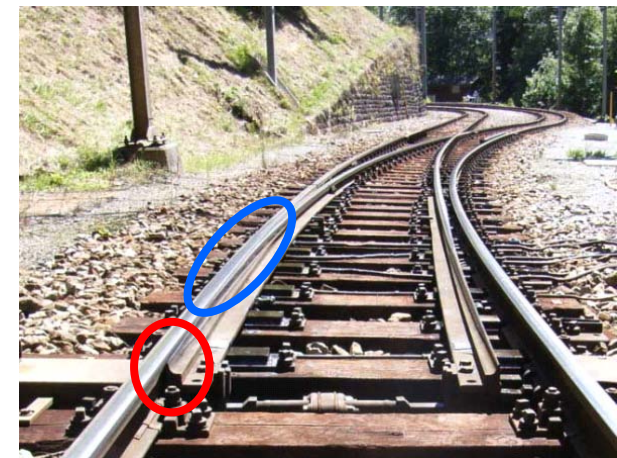
System **ORE B 55**

Radentlastung



System **ORE C 138**

Aufklettern nach bogenaußen



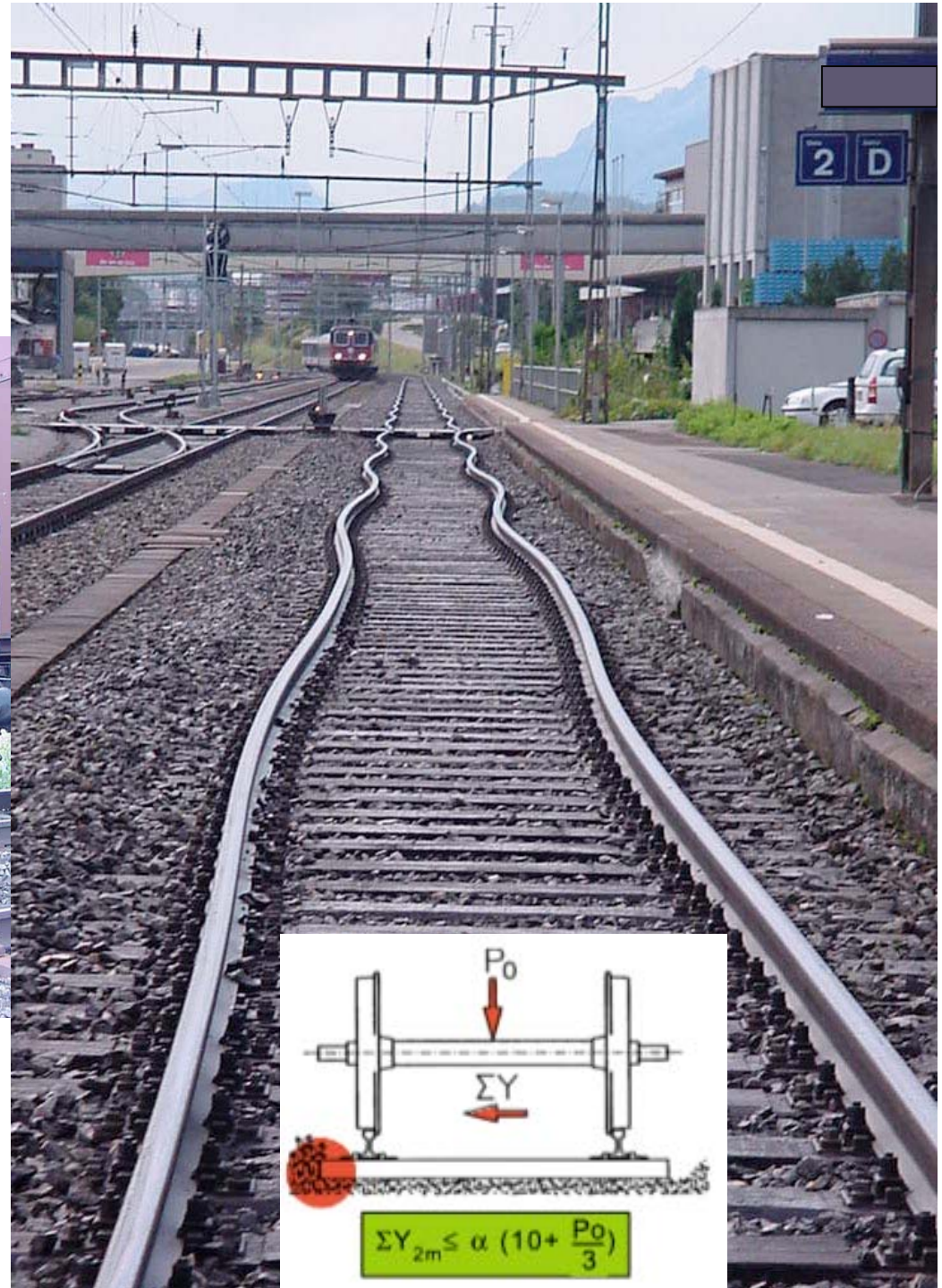
System **ORE C 70**

- *Zungenspitze*
- *Ausbrüche*

Gleisverschiebung durch dreiachsige Diesellokomotive



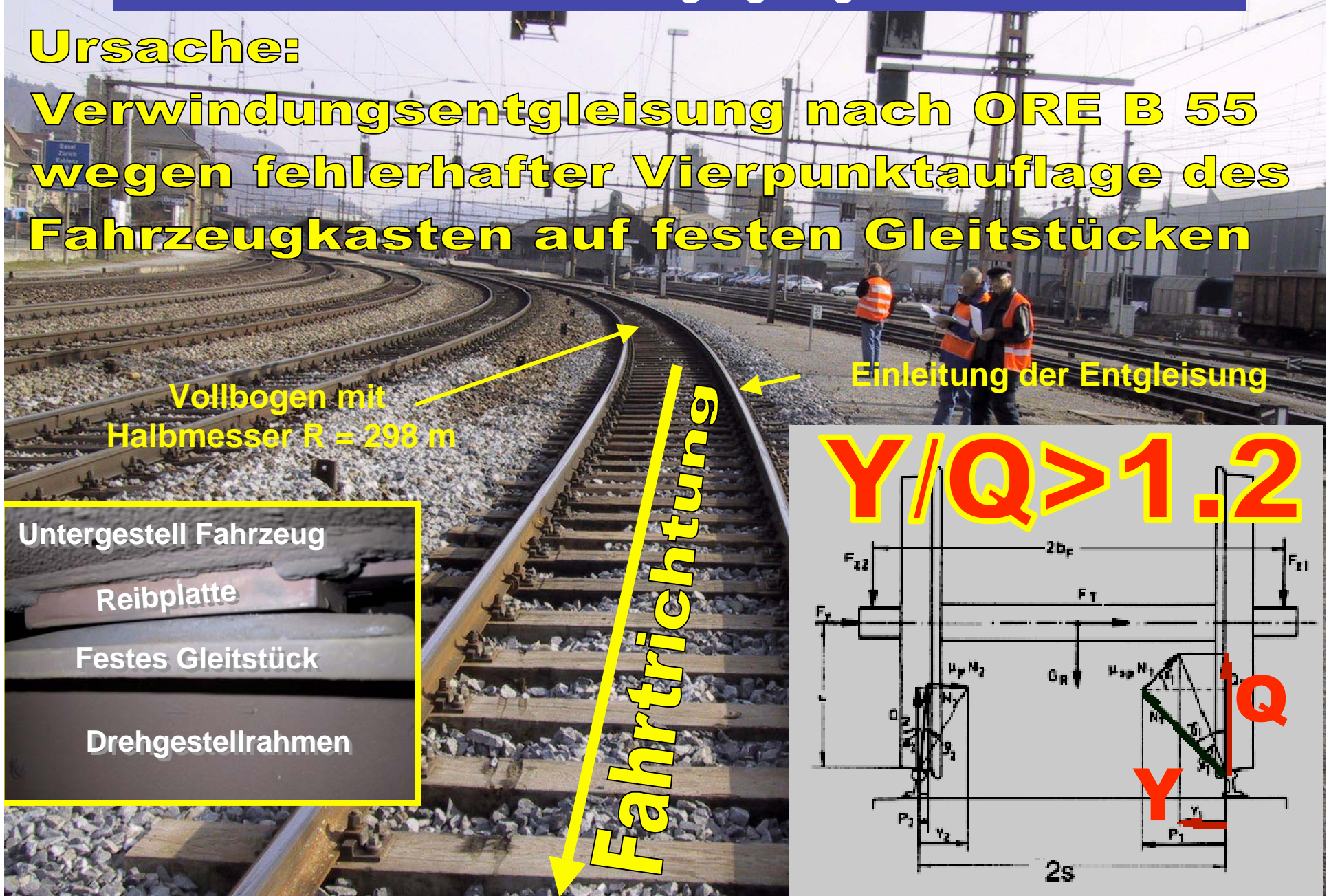
Instabiler Fahrzeuglauf bei 80 km/h



Entgleisung eines Güterzugs bei Ausfahrt aus einem Vollbogen im daran anschliessenden Übergangsbogen

Ursache:

Verwindungsentgleisung nach ORE B 55 wegen fehlerhafter Vierpunktauflage des Fahrzeugkastens auf festen Gleitstücken



Vollbogen mit Halbmesser $R = 298 \text{ m}$

Einleitung der Entgleisung

Fahrtrichtung

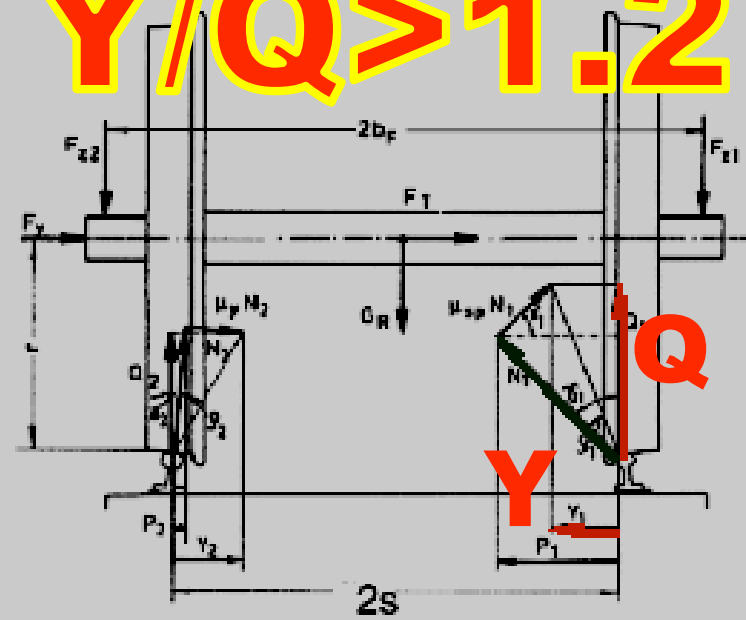
Untergestell Fahrzeug

Reibplatte

Festes Gleitstück

Drehgestellrahmen

$$Y/Q > 1.2$$



Mechanismus, welcher bei der Entgleisung des leeren Kesselwagens massgebend war

System ORE B 55 Entgleisungssicherheit in Gleisverwindungen



Einflussfaktoren für Erhöhte Führungskraft Y

- Warmes, trockenes Wetter
 - _ Reibwert Rad/Schiene hoch
- Kleiner Bogenhalbmesser
 - _ $R = 298 \text{ m}$
- Ungünstiges Radialstellverhalten der Radsätze
 - _ grosser Anlaufwinkel Rad/Schiene
 - _ behindertes Ausdrehmoment Kasten/Fahrwerk wegen Vierpunktauflage auf den festen Gleitstücken

Einflussfaktoren für niedrige Radaufstandskraft Q

- Geringe Radsatzlast
 - _ war beim leeren Fahrzeug gegeben
- Radentlastung bogen aussen
 - _ Übergangsbogen mit in Fahrtrichtung abnehmender Überhöhung
 - _ niedrige Fahrgeschwindigkeit (20 km/h)

Entgleisung eines Reisezugwagens bei Ausfahrt aus engem Bogen



Ausfahrrampe Bogen

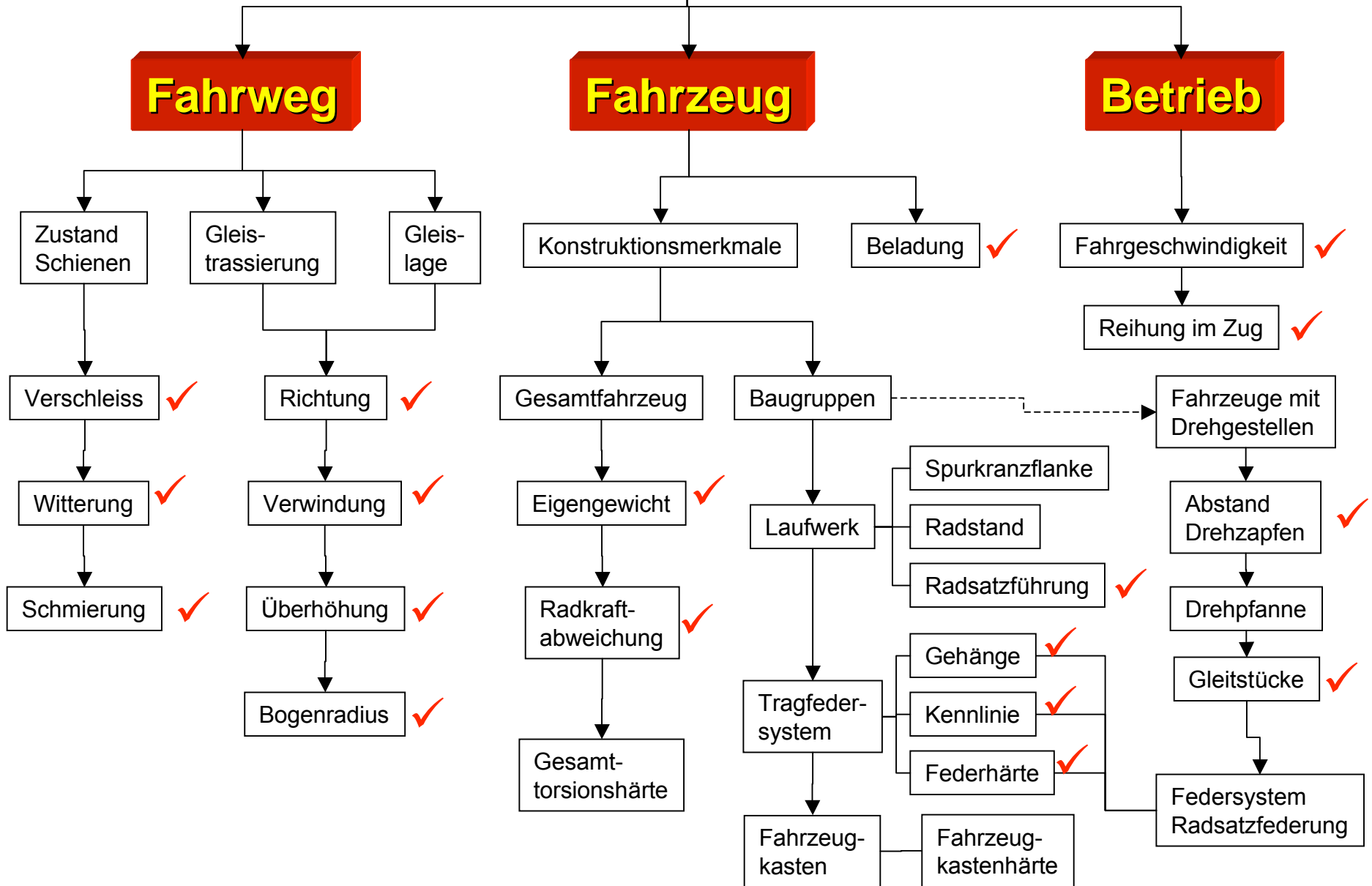


Erste Spuren Spurkranz
auf dem Schienenkopf

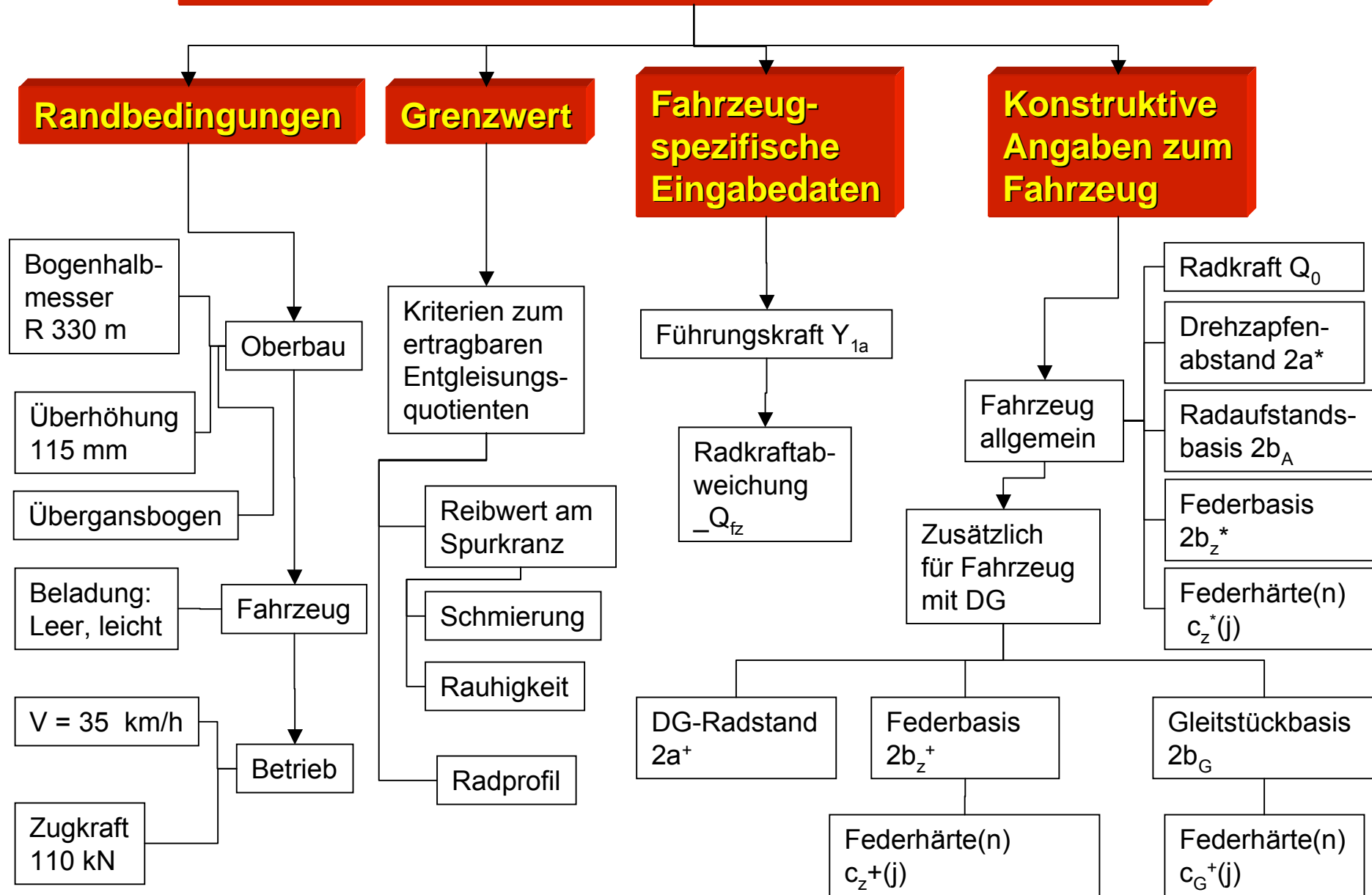
Fahrkante bogen-
äussere Schiene
trocken und auf-
geraut

Fahrtrichtung

System ORE B55



Nachweis der Entgleisungssicherheit vor Ort

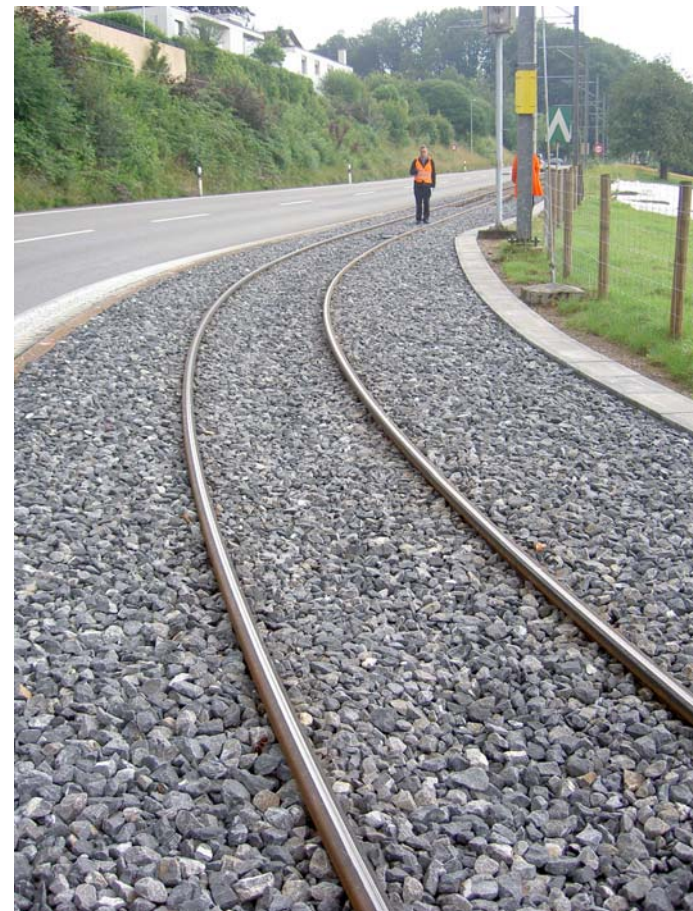




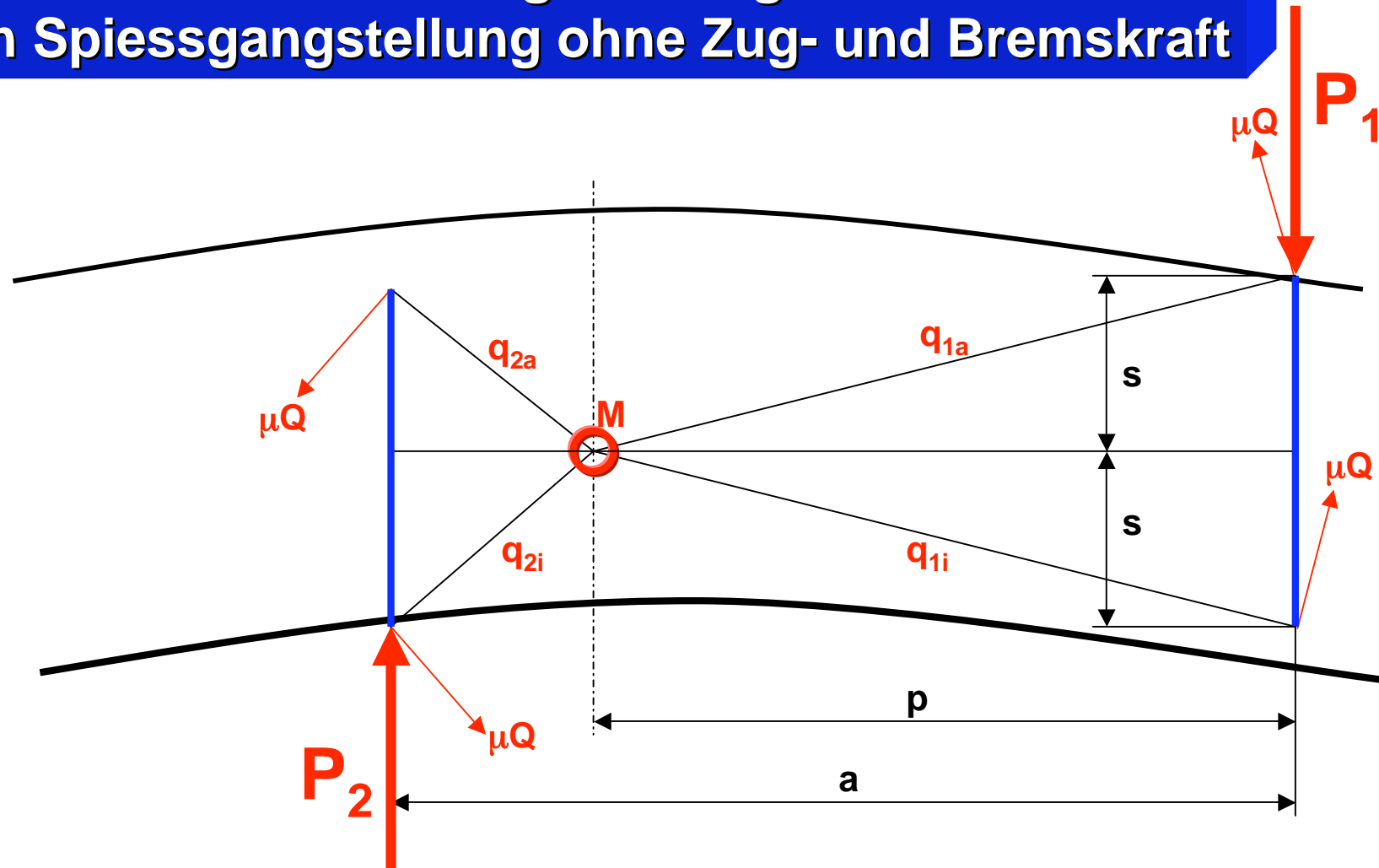
Trassierung:

- Meterspur
- Vollbogen Halbmesser 30 m
- Überhöhung 35 mm

Fahrgeschwindigkeit 22 km/h

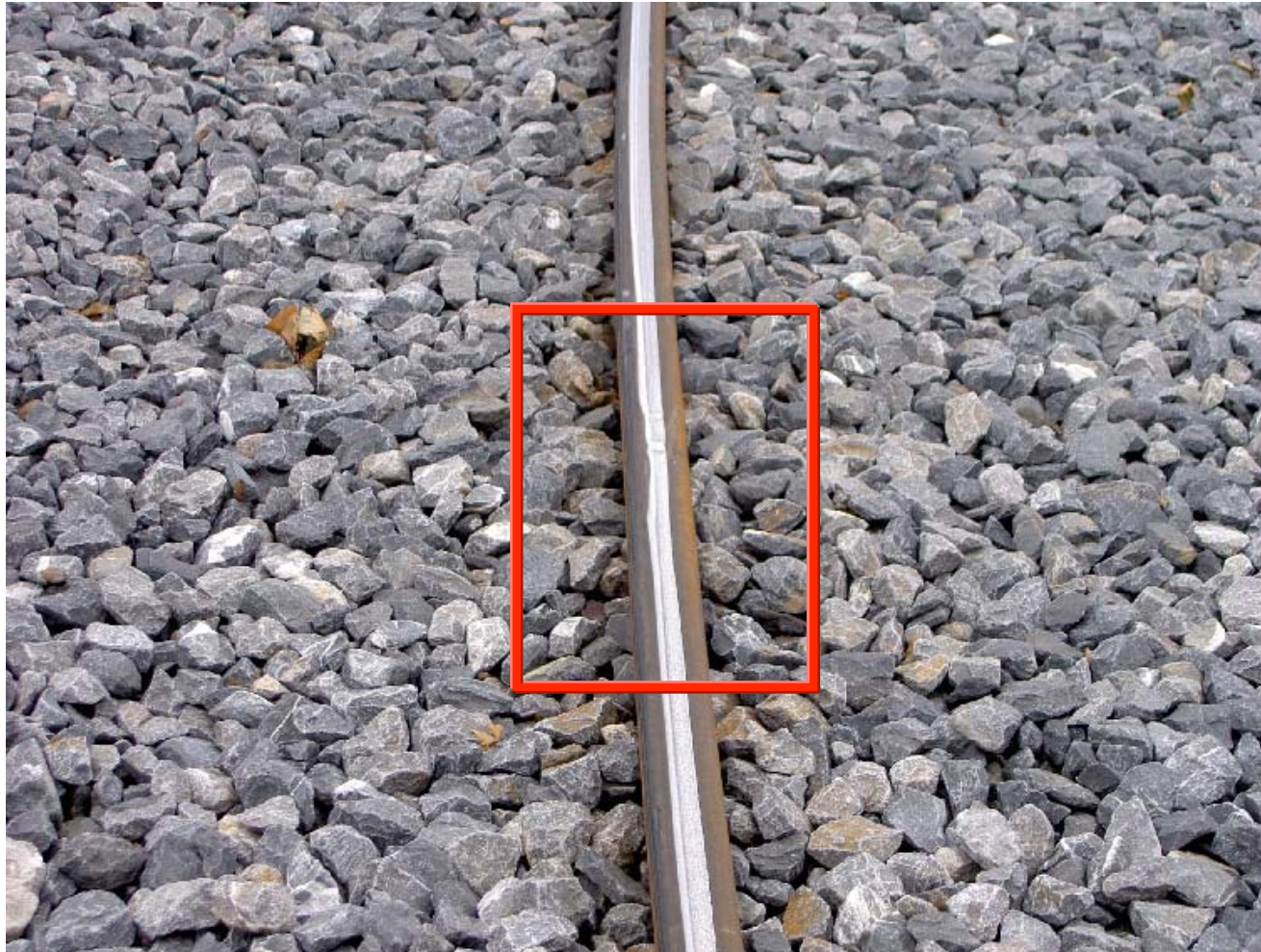


Zweiachsiges Drehgestell in Spiessgangstellung ohne Zug- und Bremskraft



Zu geringes Spurspiel in engen Bögen ergibt erhöhte Führungskräfte nach bogeninnen am nachlaufenden Radsatz

Diskontinuität an der bogeninneren Schiene an der Stelle, wo das Rad aufgestiegen ist



Diskontinuität an der bogeninneren Schiene ergibt hohe dynamische Kräfte am bogeninnen Rad, dessen Führungskräfte in der Spiessgangstellung nach bogeninnen wirken → Entgleisung nach bogeninnen

System ORE C 70

Entgleisungssicherheit im Bereich der Weichenzungen

Zusammenwirken von:

Fahrzeug – Oberbau – Sicherungstechnik

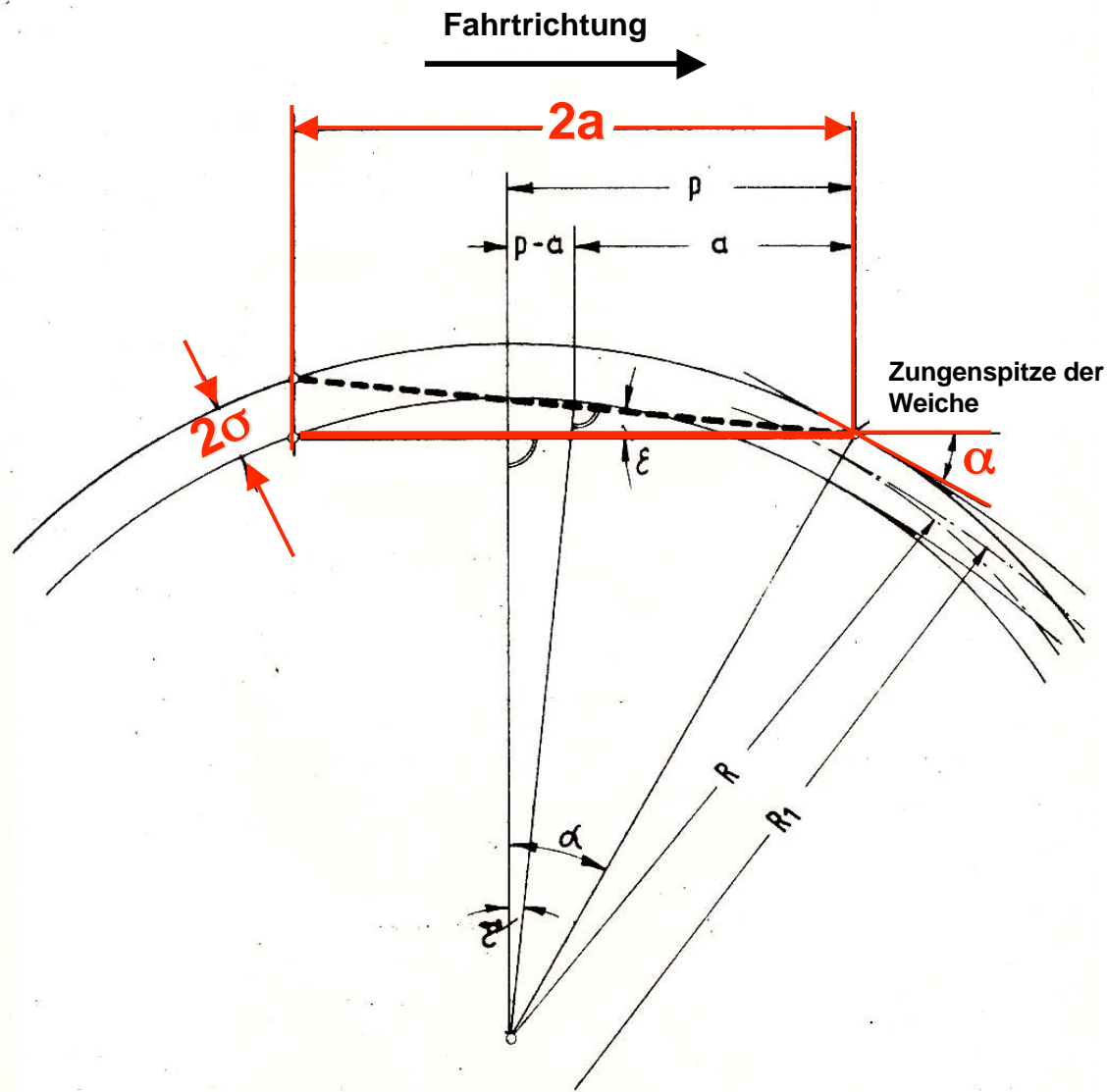


System ORE C 70 gilt für zwei Bereiche



Ausbrüche → Entgleisung durch Aufklettern

Zungenspitze → Entgleisung durch Aufsteigen



Annahmen im System ORE C 70

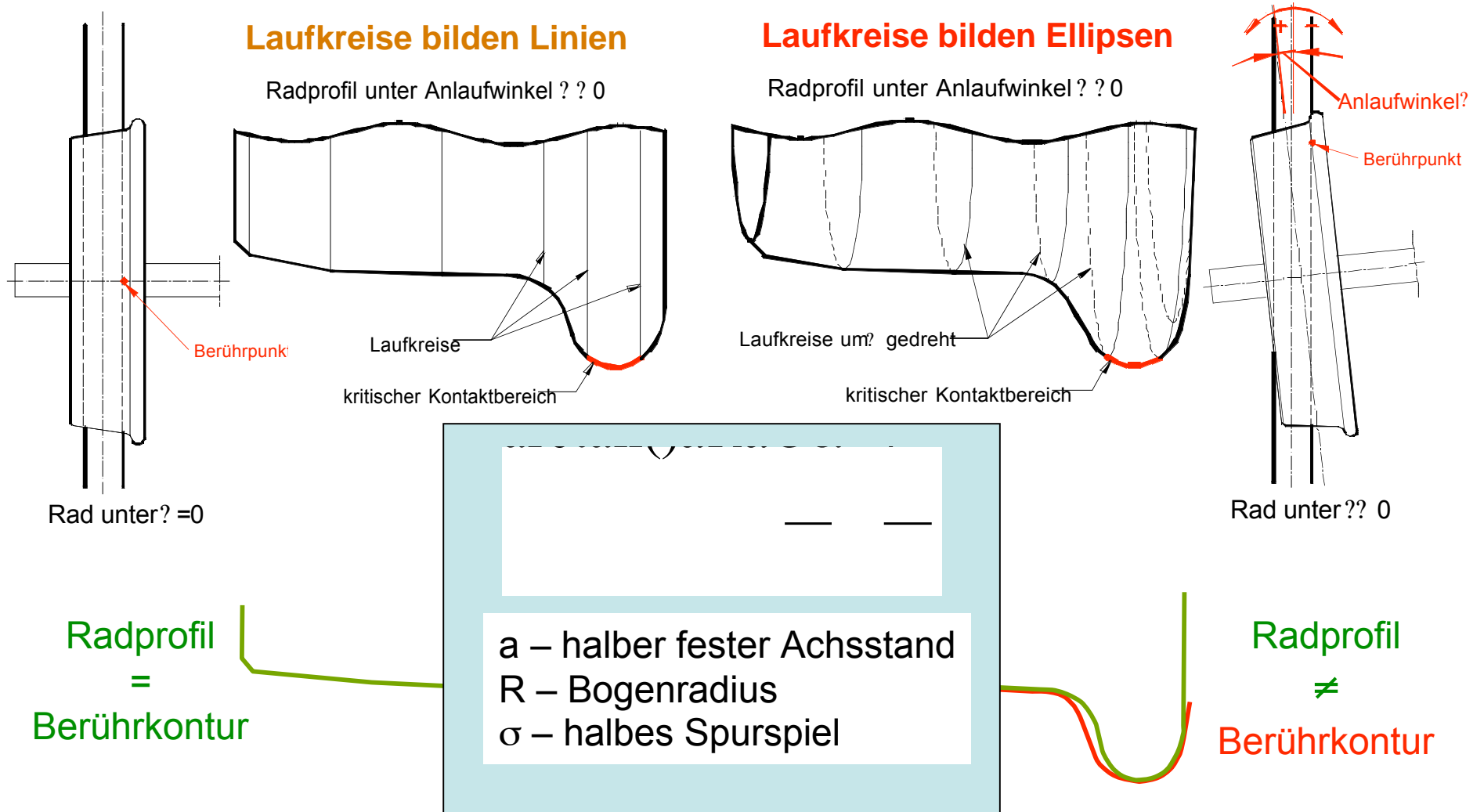
- Fahrzeuge laufen in der Spiessgangstellung
- Die Spurweite beträgt 1437 mm
- Fahrzeug verfügt über minimal zulässiges Spurmäss von 1410 mm

➔ Spurspiel $2\sigma = 27$ mm

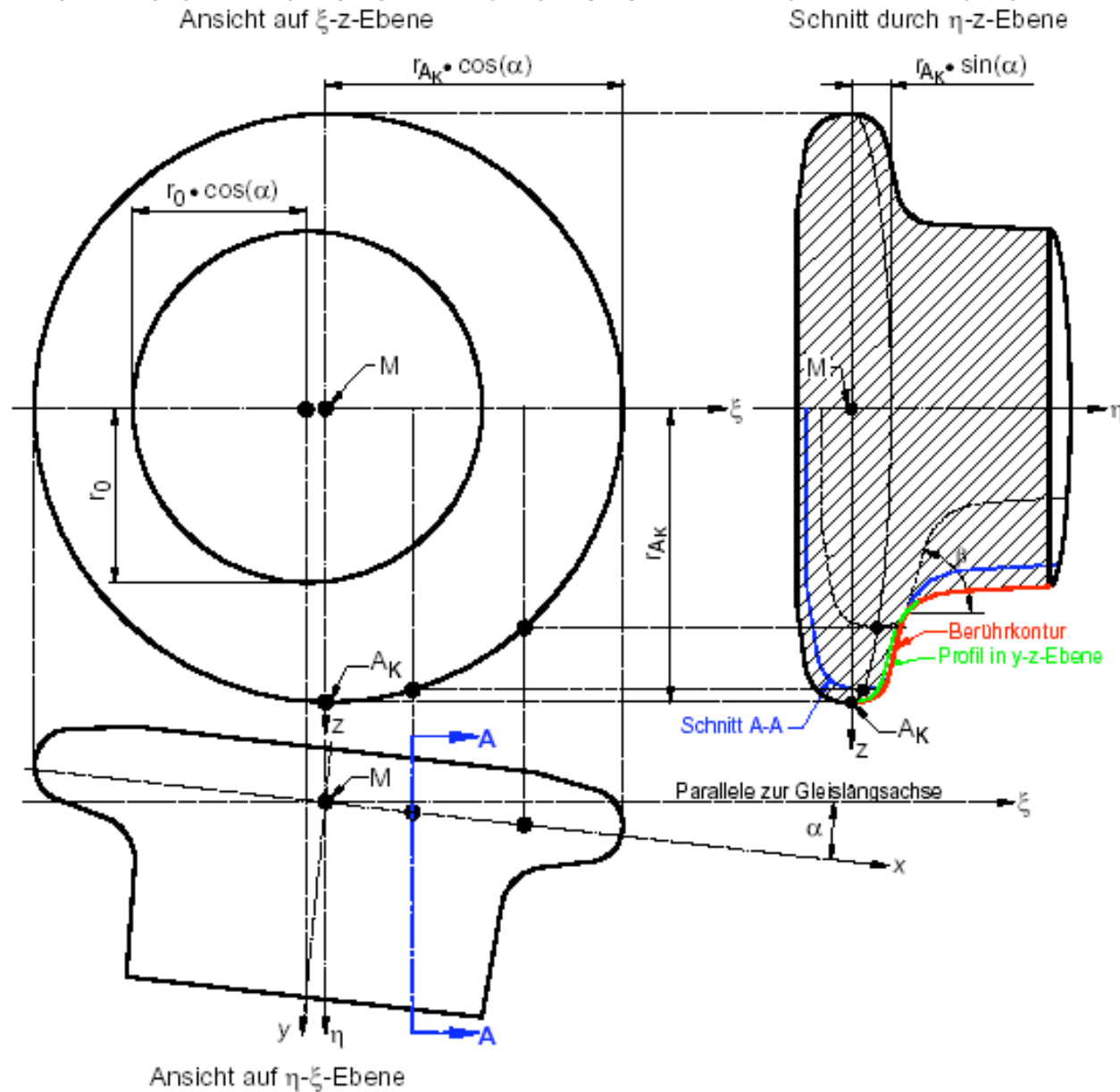
➔ Anlaufwinkel $\alpha = 1^\circ$

R = Stammgleishalbmesser
 R_1 = Zweiggleishalbmesser
 2σ = Spurspiel
 $2a$ = Achsstand
 α = Anlaufwinkel

Berührungskontur



Berührkontur des Rades mit Anlaufwinkel α



Systemfestlegungen für die Ermittlung der A_q -Linie

- Halbmesser des Rades r_0 625 mm
- Achsstand 4.5 m
- Spurkranzhöhe des Rades s_h 34 mm
- Halbmesser Spurkranzkuppenrundung 6 mm
- Anlaufwinkel Rad/Schiene 1 °
- Grenzmass q_R 6.5 mm
- Spurspiel 2σ 27 mm

Aus Spurweite von 1437 mm und max. Spurmäss von 1410 mm

Berechnung aus den vorliegenden Bedingungen bei $R=190$ m

Berechnung aus den vorliegenden Bedingungen bei $R=190$ m

Entspricht steilem Spurkranz bei $q_R=6.5$ mm (Nicht scharfer Spurkr.)

Räder werden in der Regel vor Erreichen von $h_{\max}=36$ mm reprofiliert

Grösster zulässiger fester Achsstand (3-achsige DG-Loks)

Grösster Durchmesser der Räder bei den Triebfahrzeugen

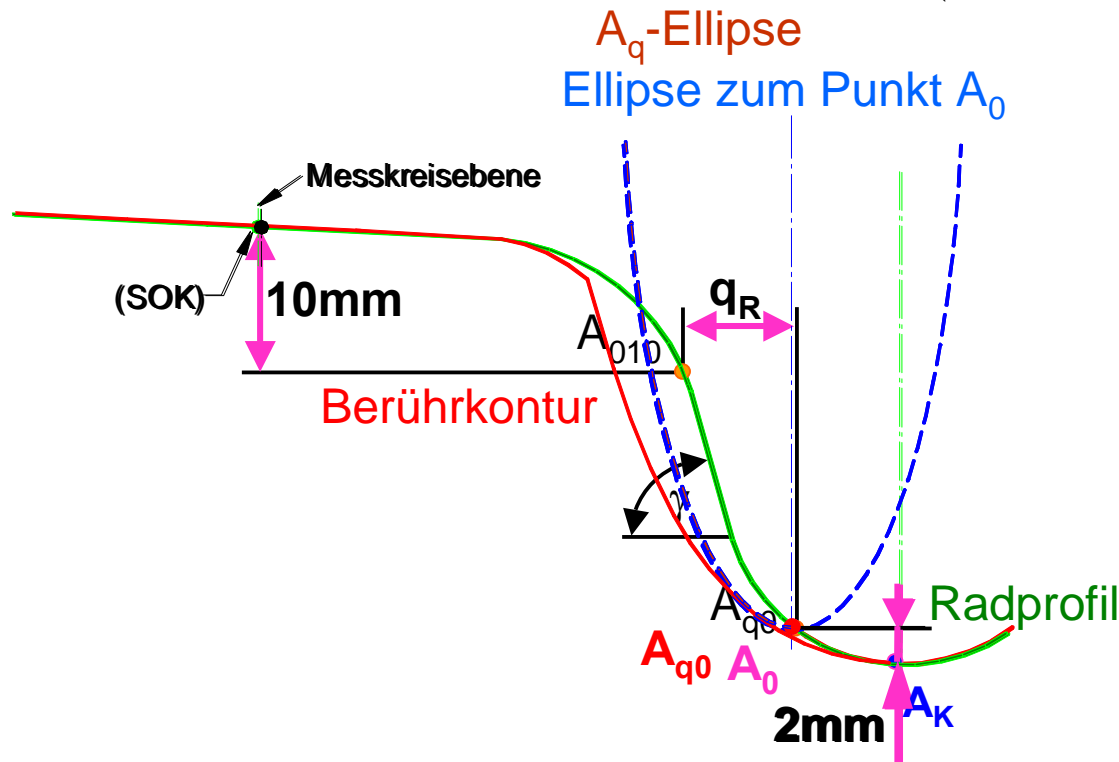
Rad: A_q-Ellipse

kritischer Punkt bei 40° Umrissneigung
bzw. 2mm oberhalb der Spurkranzkuppe

Kritischer Punkt am Radprofil: A_{q0}

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$$\frac{r_A^2}{(r_0 + S_h - k)^2} + \frac{\eta_{Aq}^2}{(\sin(\alpha) \cdot (r_0 + S_h - k))^2} = 1$$



Form der A_q-Ellipse:

- Radradius r₀
- Spurkranzhöhe S_h
- Anlaufwinkel α

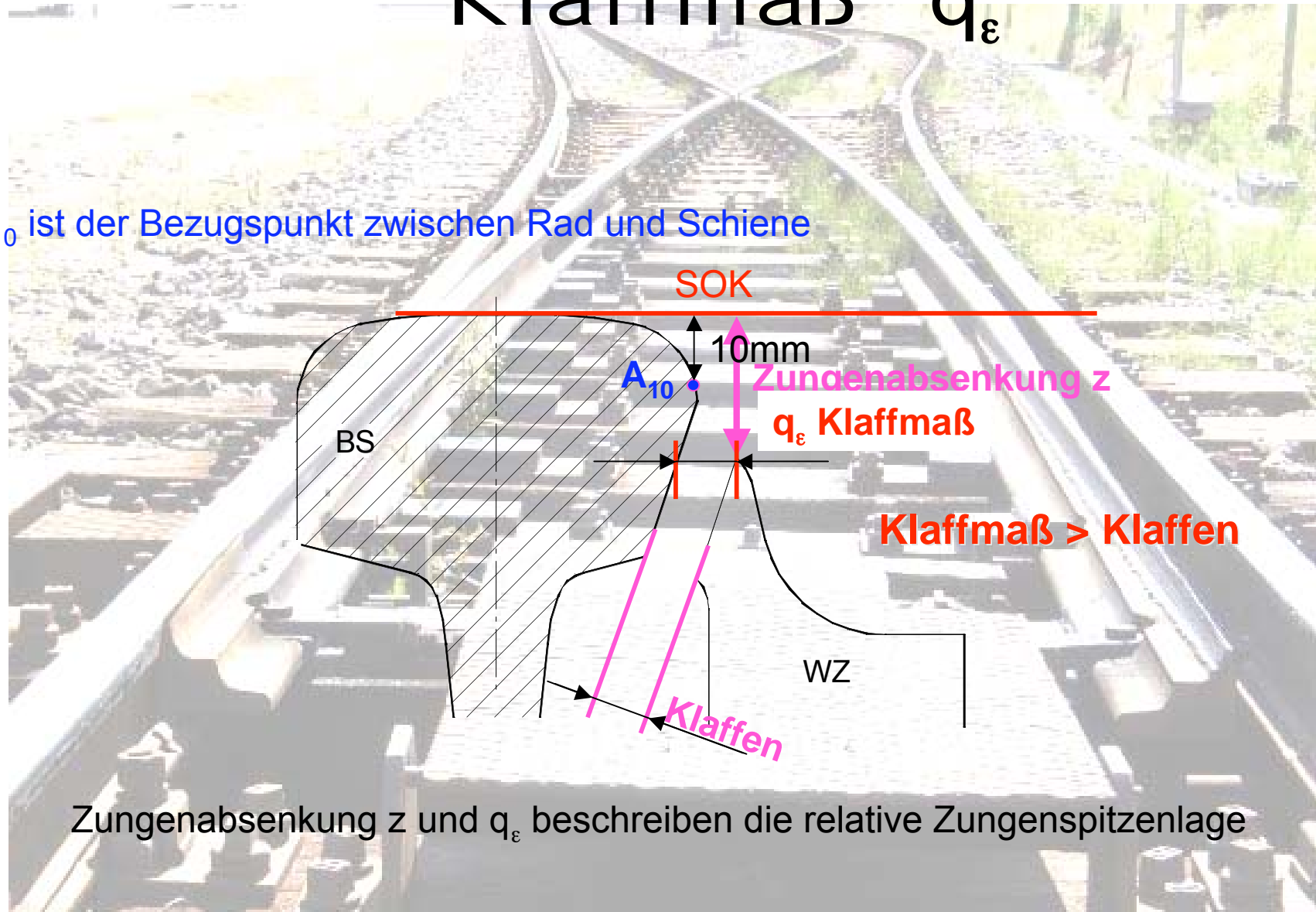
Lage der A_q-Ellipse:

- Berührkontur
- q_R-Maß

A_q-Ellipse ist die Grenzlinie für eine kritische Berührung

Klaffmaß q_ε

A_{10} ist der Bezugspunkt zwischen Rad und Schiene



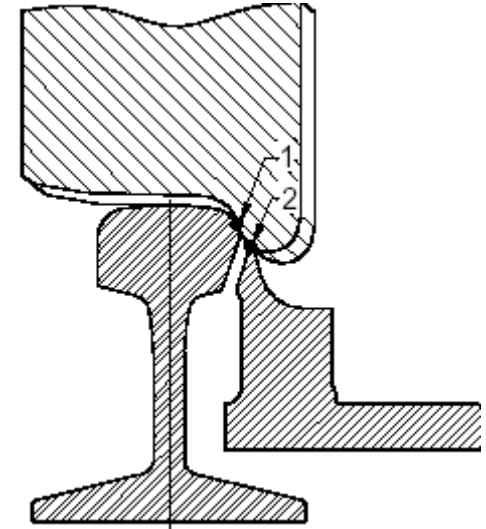
Zungenabsenkung z und q_ε beschreiben die relative Zungenspitzenlage



Steiler Spurkranz

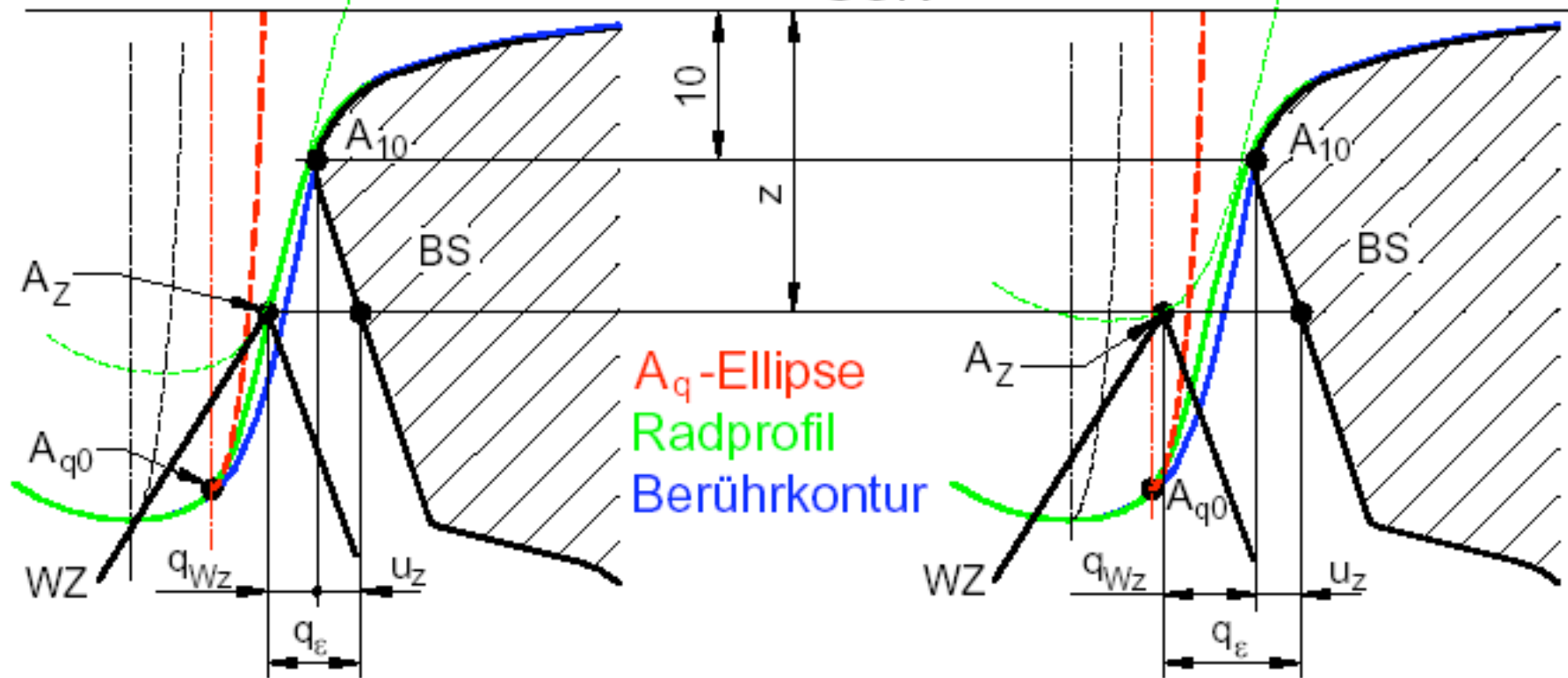


Klaffende Zunge



Richtung Messkreisebene →

SOK



betriebs sichere Weichenzunge

betriebs unsichere Weichenzunge

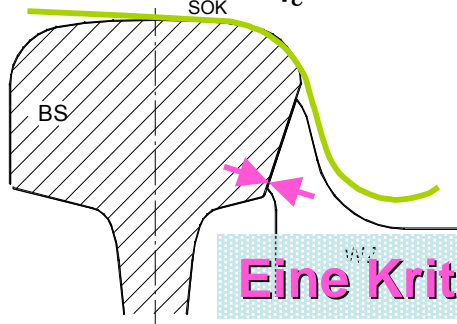
Zusammenwirken

Sicherungstechnik

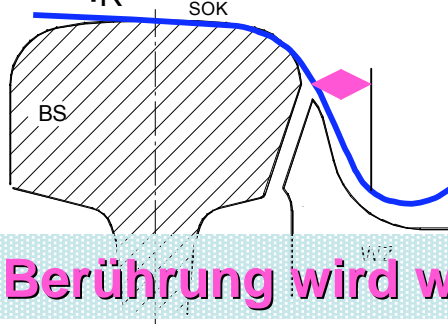
Fahrzeugseite

Oberbau

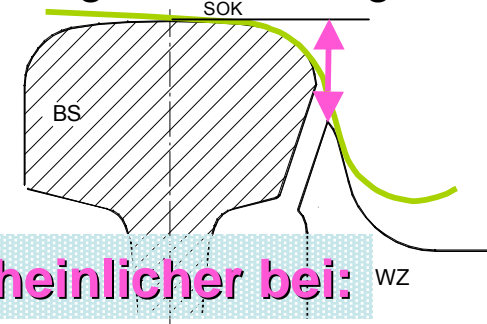
Klaffmaß q_ϵ



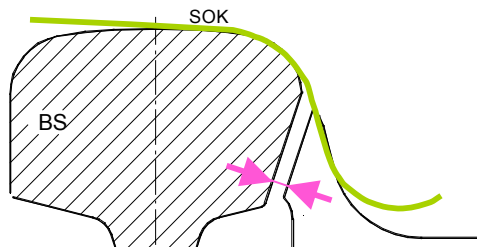
q_R -Maß



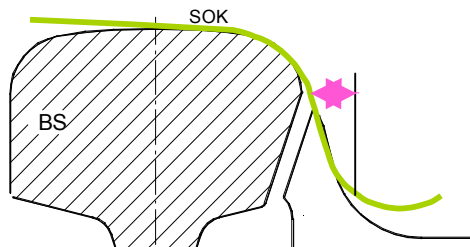
Zungenabsenkung z



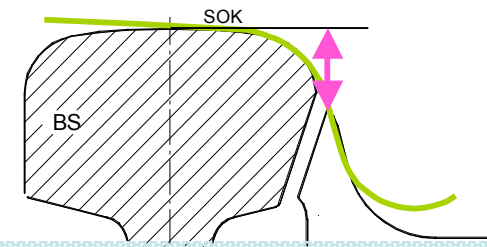
Eine Kritische Berührung wird wahrscheinlicher bei:



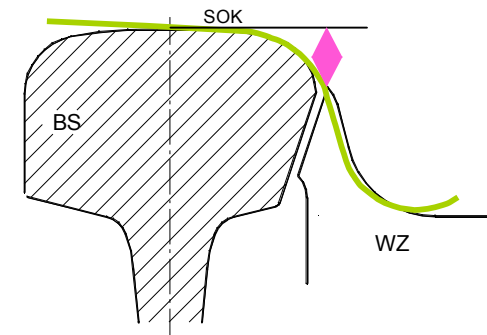
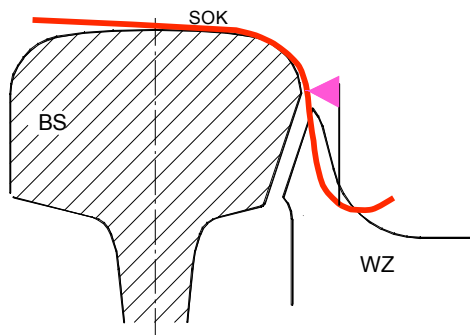
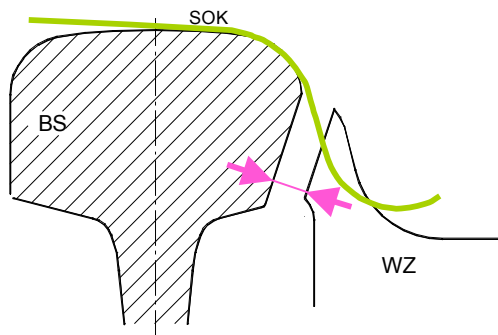
großem Klaffmaß



kleinem q_R -Maß

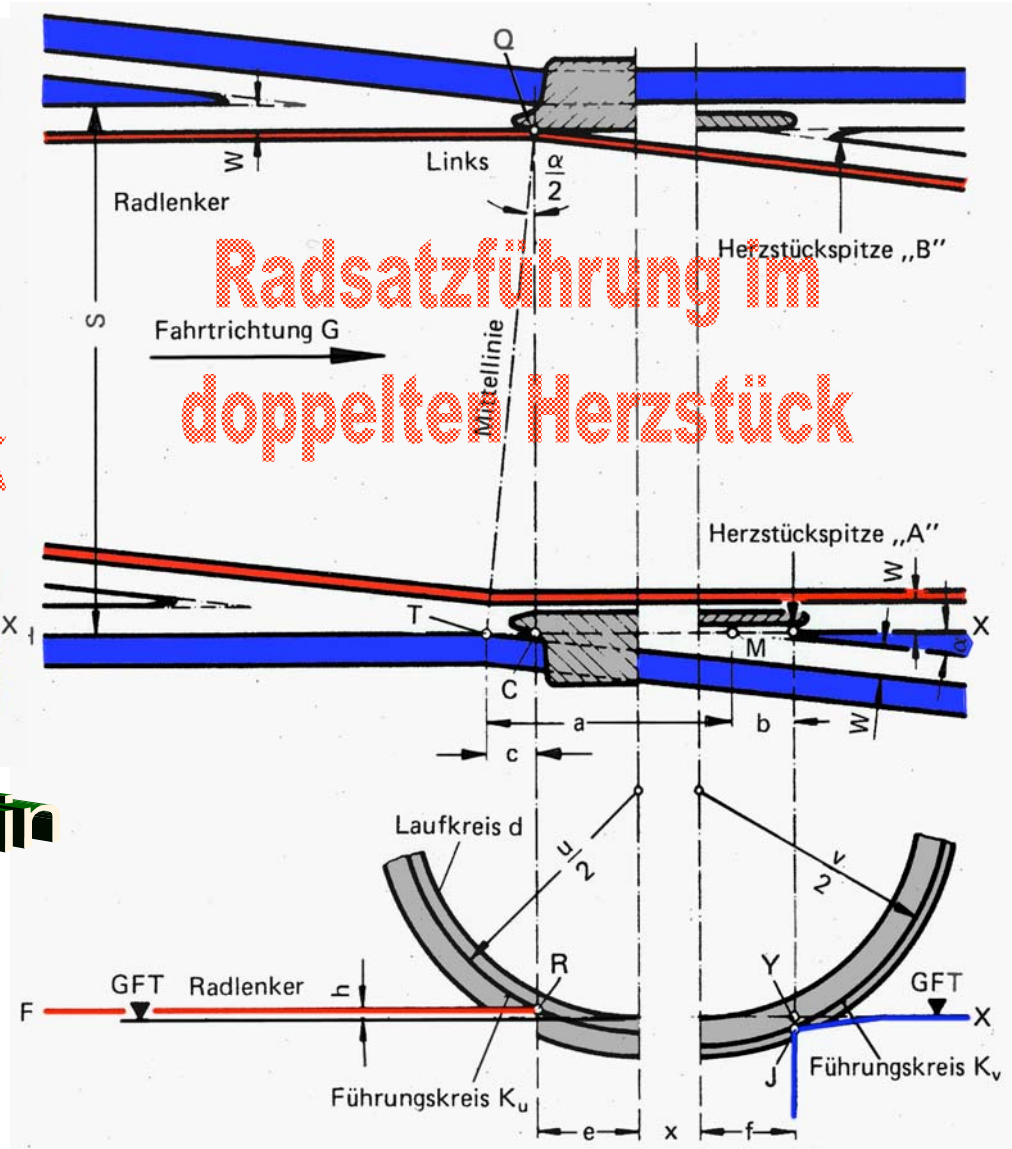
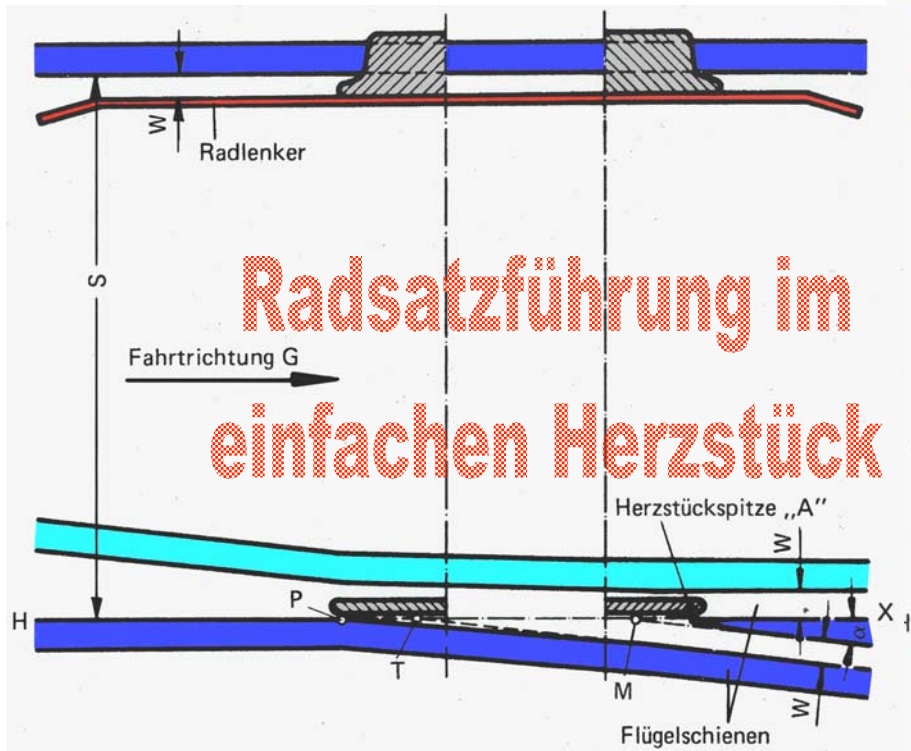


geringer Zungenabsenkung



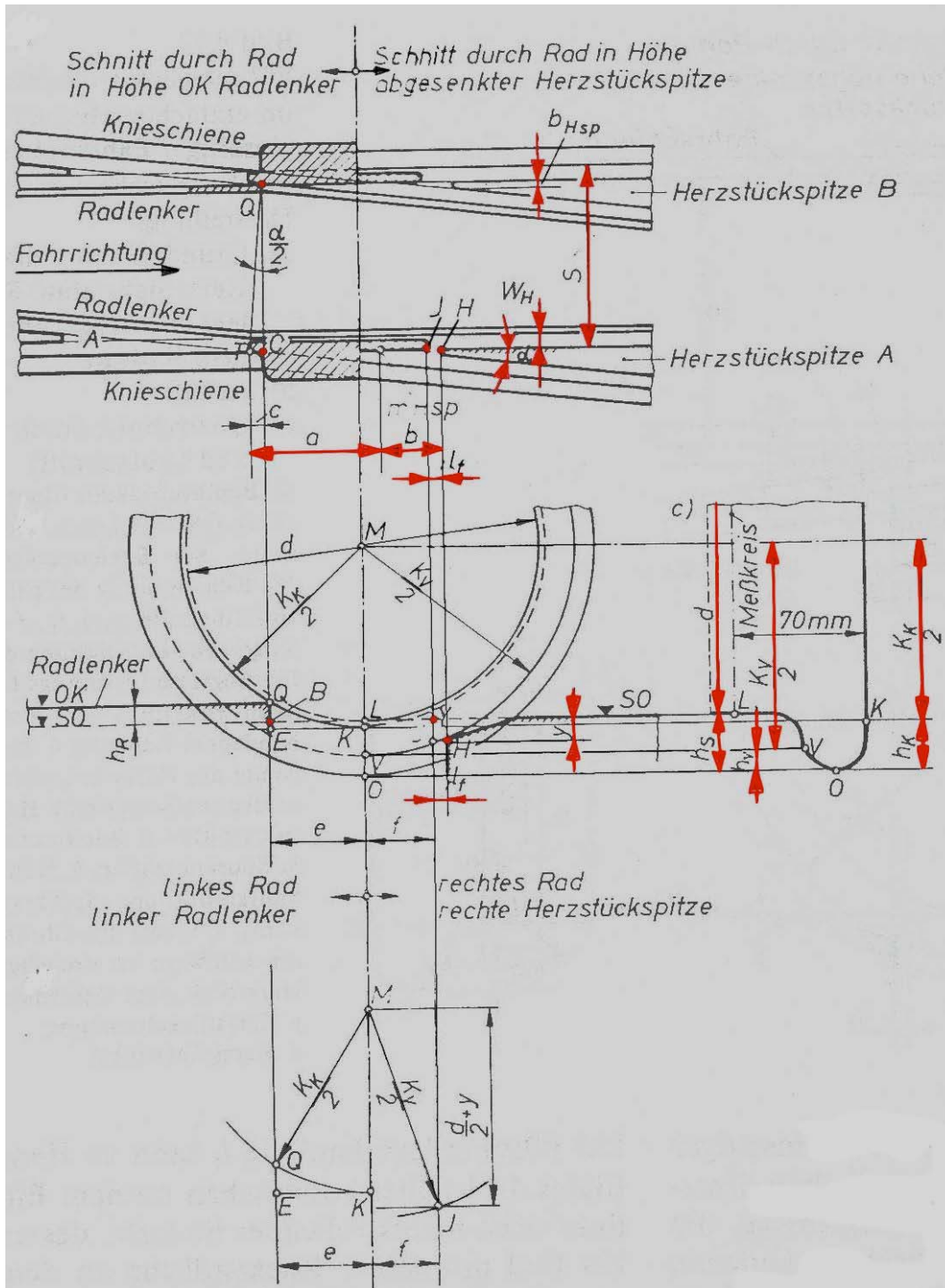
System ORE C 9

Entgleisungssicherheit in doppelten Herzstücken von Kreuzungsweichen



**Radsatzführung
in
Herzstücken**

Ermittlung des führungslosen Laufweges bei zweiseitiger Fahrkantenunterbrechung



K_K : Berührungskreis (Spurkranzrücken)

K_V : Berührungskreis (Spurkranzstirn)

S : Spurweite

W_H : Rillenweite Herzstückrille

b_{Hsp} : Breite Herzstückspitze

d : Raddurchmesser

h_K : Höhe Spurkranzkuppe Rücken

h_R : Höhe Radlenker über SOK

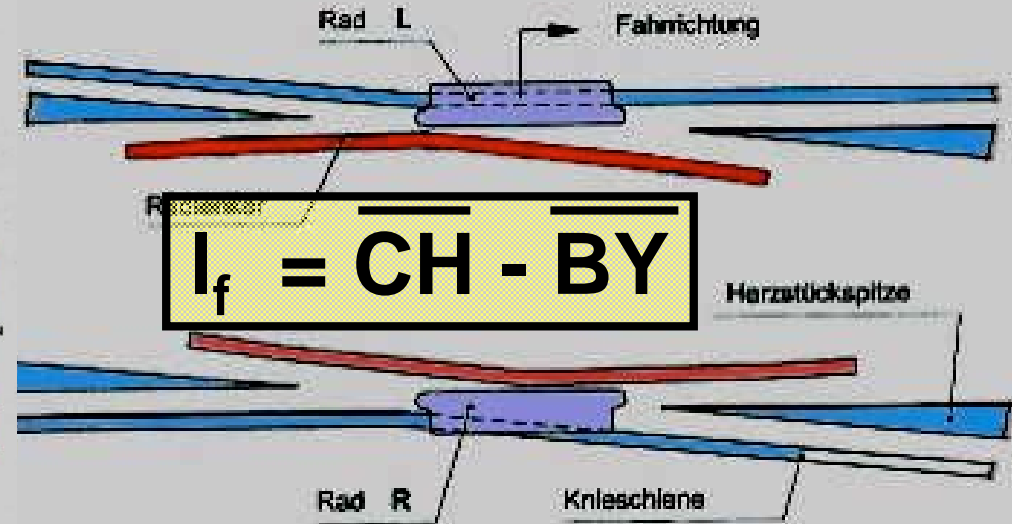
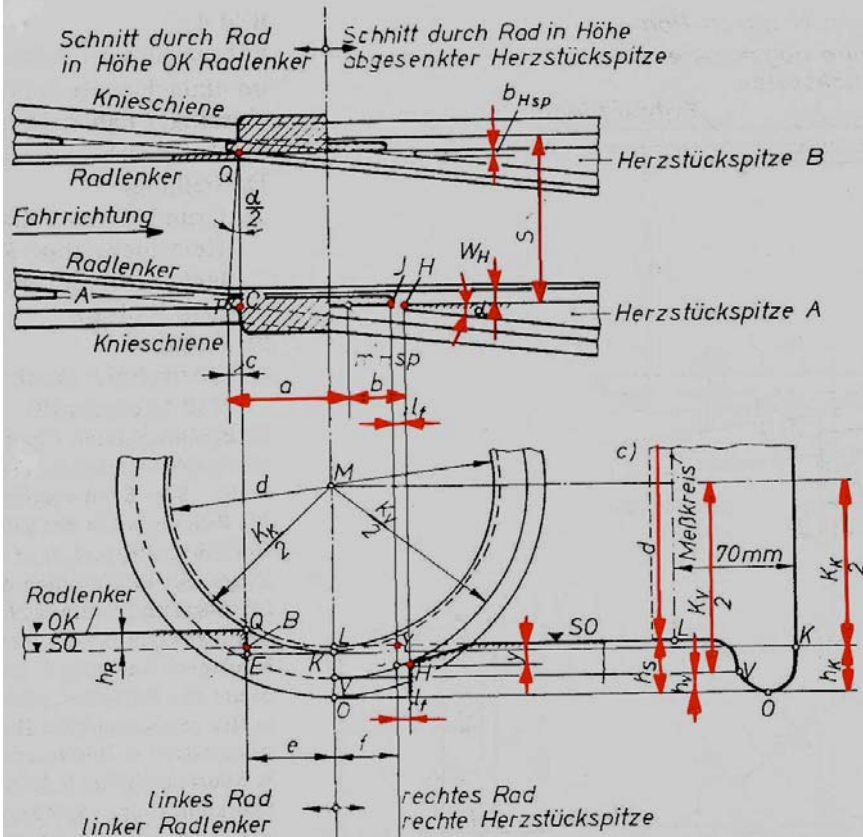
h_V : Höhe Spurkranzkuppe Stirn

l_f : Länge führungsloser Laufweg

y : Herzstückabsenkung

α : Herzstückwinkel

Ermittlung des führungslosen Laufweges I_f bei zweiseitiger Fahrkantenunterbrechung



$$I_f = \overline{CH} - \overline{BY}$$

$$\overline{CH} = a + b - c$$

$$= (W_H / \sin \alpha) + (b_{HSp} / \tan \alpha) - (S - W_H) \cdot \tan(\alpha / 2)$$

$$\overline{BY} = e + f$$

$$= \sqrt{(d + h_s - h_R - h_K) \cdot (h_s + h_R - h_K)} + \sqrt{(d + h_s + y - h_V) \cdot (h_s - y - h_V)}$$

$$I_f = (W_H / \sin \alpha) + (b_{HSp} / \tan \alpha) - (S - W_H) \cdot \tan(\alpha / 2)$$

$$- \sqrt{(d + h_s - h_R - h_K) \cdot (h_s + h_R - h_K)} - \sqrt{(d + h_s + y - h_V) \cdot (h_s - y - h_V)}$$

