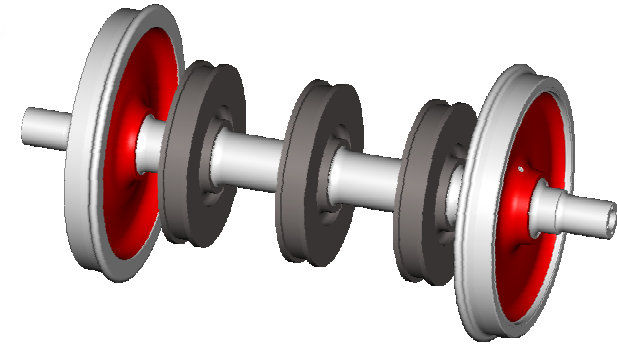
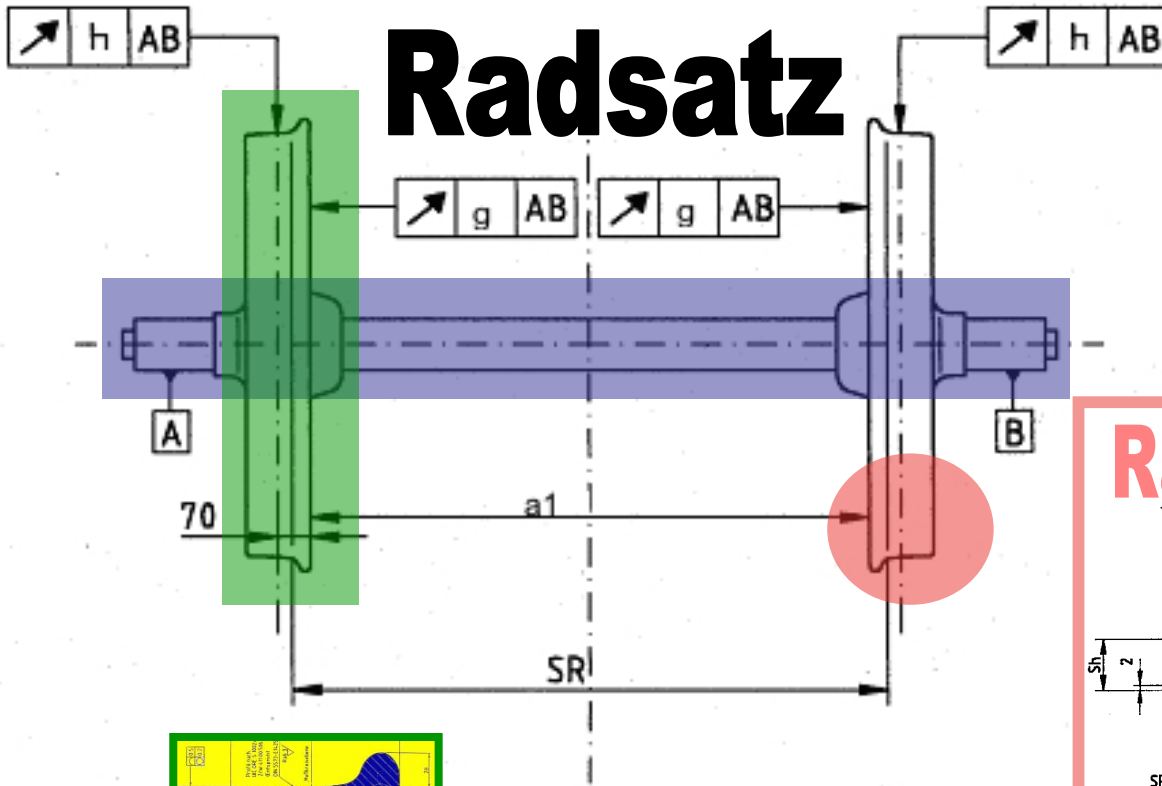


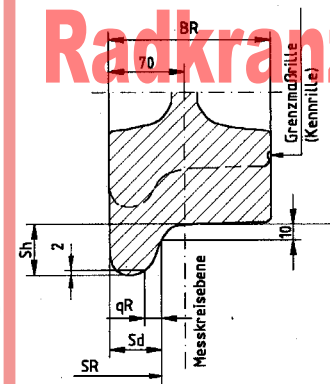
Radsätze



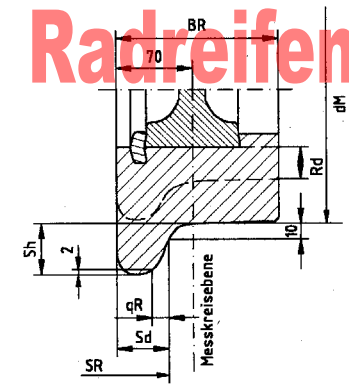
Radsatz



Radkranz



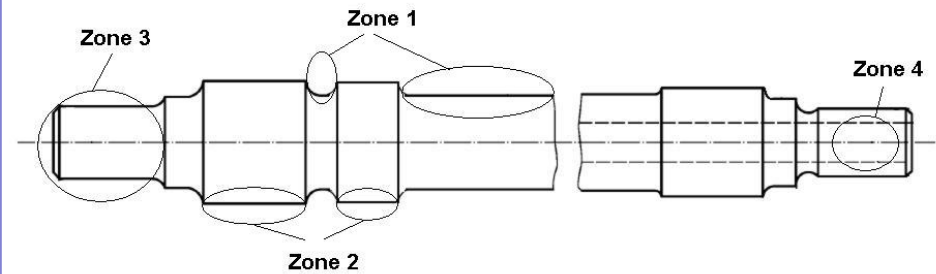
Radreifen



Radkörper



Radsatzwelle



Reversible und irreversible Verformung in der Querrichtung

Thermomechanische Dimensionierung

Eigenspannungen im Radkranz

Kernhüllraum
Scheibenbereich

Geometrische Austauschbarkeit

Anbauteile



Nabe

Radkranz

Mechanische Dimensionierung

Radscheibe

Kurvenkreischen z. B. Schallabsorber

Akustische Dimensionierung

Rollgeräusch reduziert durch Verwendung von Verbundstoffsohlen oder Scheibenbremse

Reversible und irreversible Verformung in der Querrichtung

Thermomechanische Dimensionierung

Eigenspannungen im Radkranz

Thermomechanische Lastannahmen klotzgebremste Räder

Durchmesserbereich [mm]	1 000 bis 920 und 920 bis 840	840 bis 760	760 bis 680
Pauschalleistung	50 kW	42,5 kW	38 kW
Bremszeit	45 min	45 min	45 min
Fahrgeschwindigkeit	60 km/h	60 km/h	60 km/h
Anmerkung:	Die angesetzten Leistungen entsprechen Höchstleistungen bei Bremsstörungen mit Graugussbremssohlen		

$$P_a = m \cdot g \cdot v_a \cdot \text{Neigung}$$

m: Fahrzeugmasse [kg] auf der Schiene pro Rad,

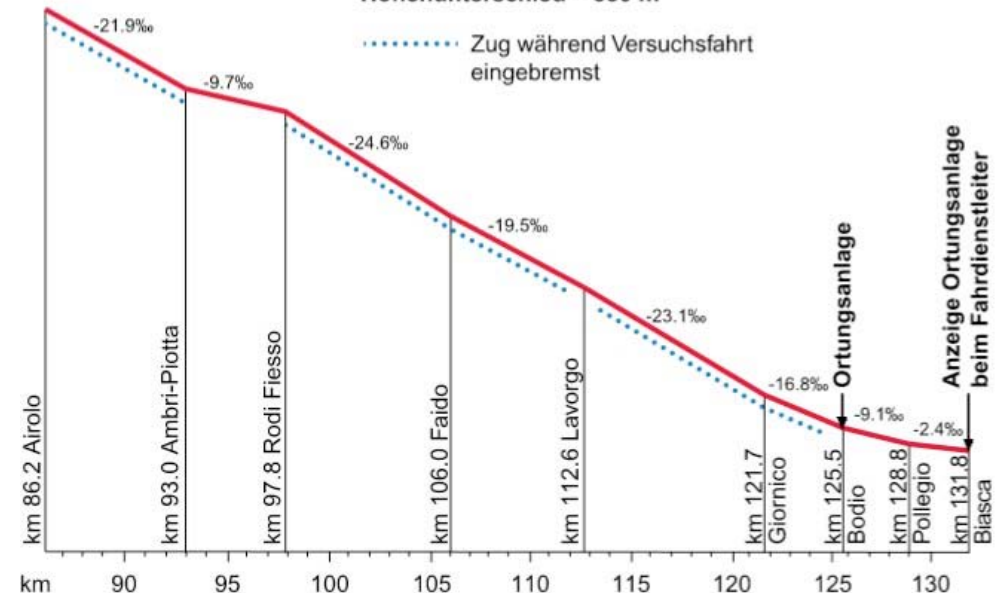
g: Erdbeschleunigung [ms^{-2}] unter Einfluss der Schwerkraft,

Neig.: mittlere Neigung der Strecke [Neigung in ‰/1000] nach ERRI-DT 366/B126, sie ist abhängig von der

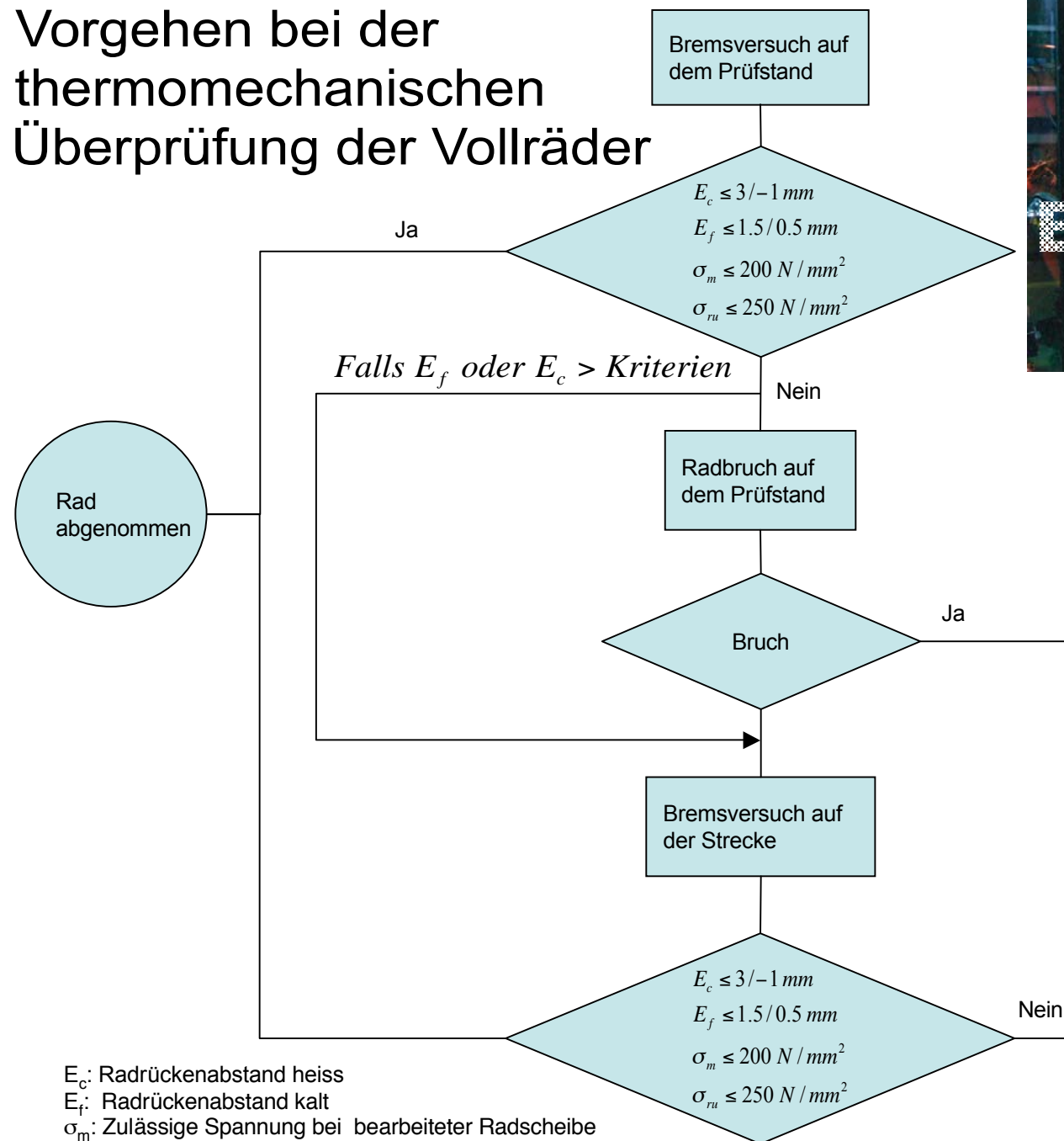
- Bremsenwirkungszeit t_a [s] nach DT 366,
- mittleren Fahrgeschwindigkeit v_a [ms^{-1}] im Gefälle nach ERRI DT 366/B126

Gotthard-Südrampe/Strecke Airolo-Biasca

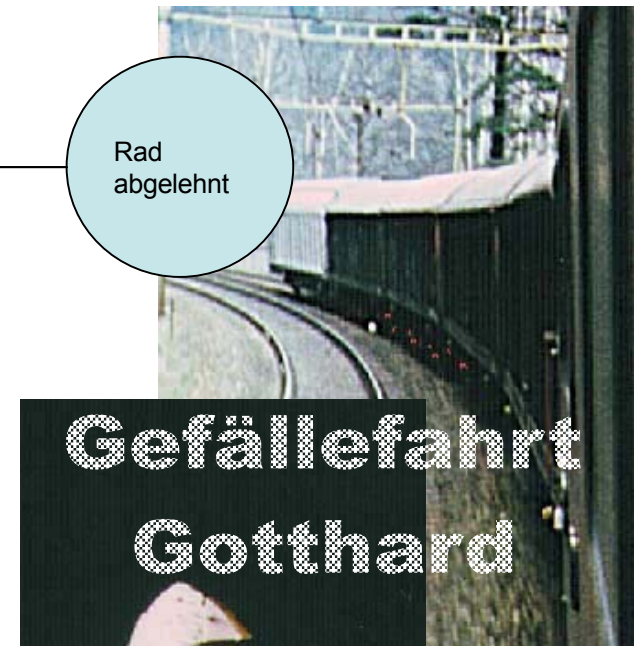
Höhenunterschied ~ 850 m



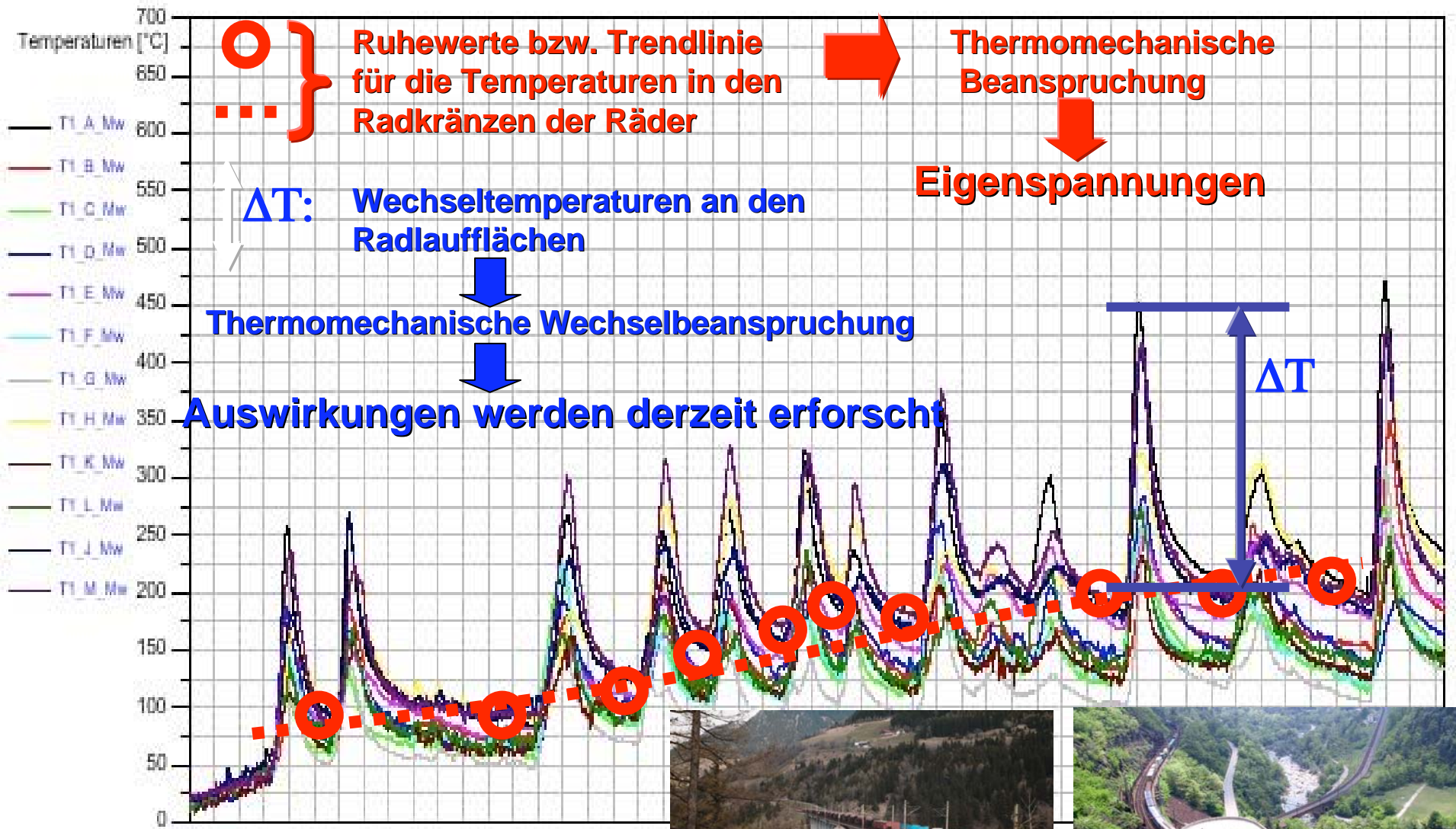
Vorgehen bei der thermomechanischen Überprüfung der Vollräder

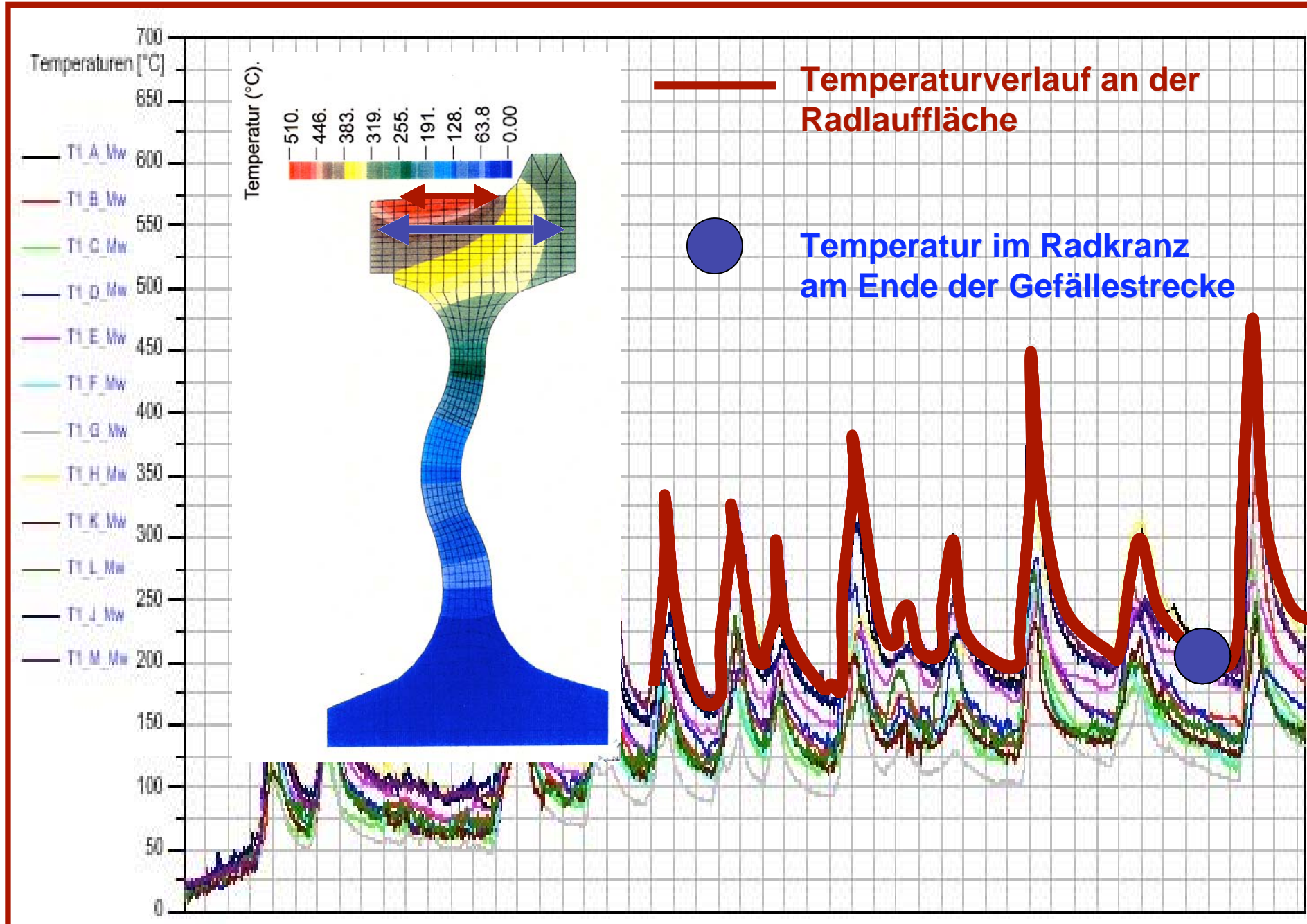


E_c : Radrückenabstand heiss
 E_f : Radrückenabstand kalt
 σ_m : Zulässige Spannung bei bearbeiteter Radscheibe
 σ_{ru} : Zulässige Spannung bei unbearbeiteter Radscheibe



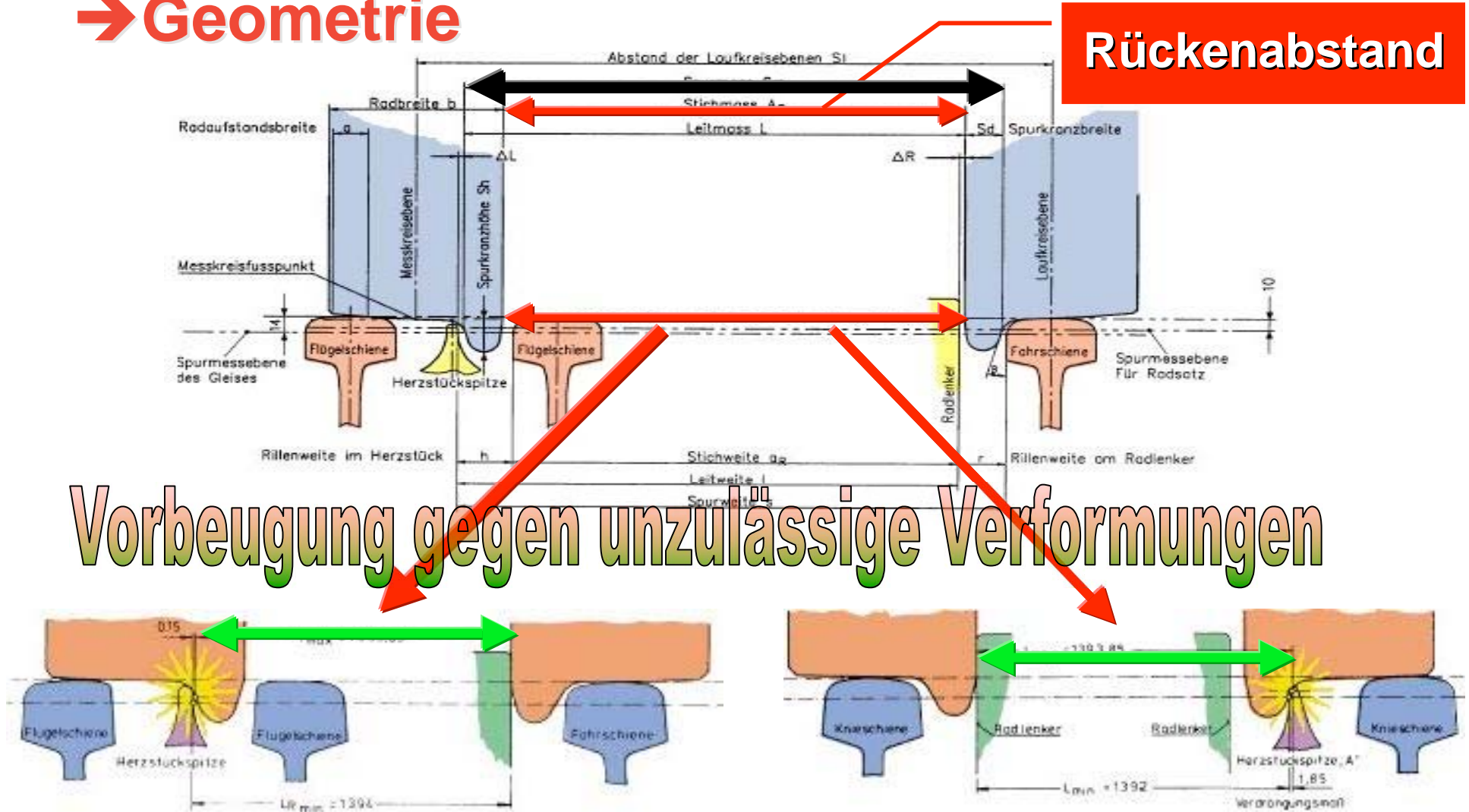
Deutung von Temperaturverläufen an der Radlauffläche bei Gefällefahrt





Thermomechanische Beanspruchung

→ Geometrie



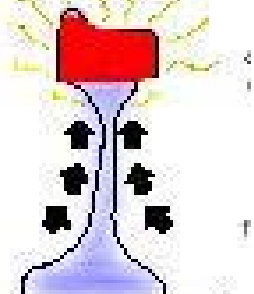
→ Verletzung Leitmass in den Weichen

→ Verletzung Spurmass freie Strecke (Instabilität)

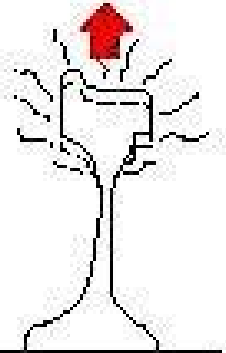
Thermomechanische Beanspruchung

→ Eigenspannung

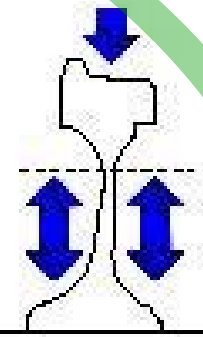
Eingriff
Bremssohle



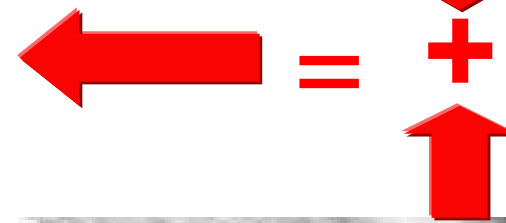
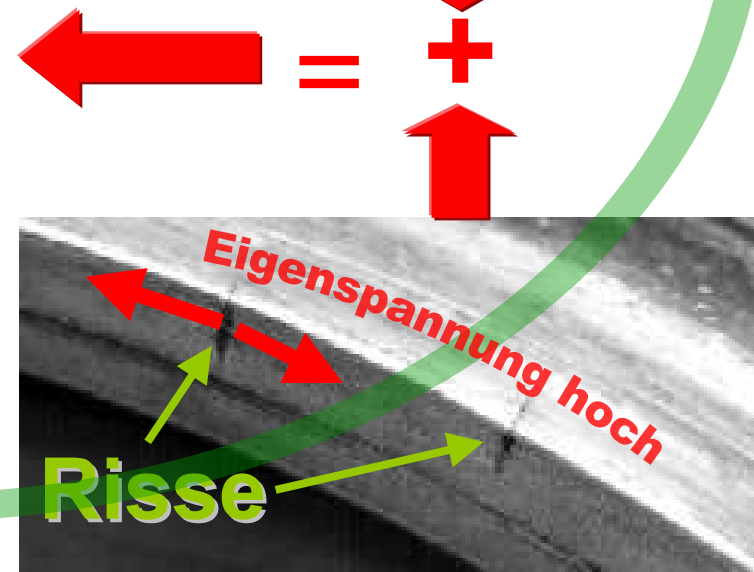
Radkranz erwärmt
sich stärker als Scheibe



Aufbau Eigenspannung
bei Radabkühlung

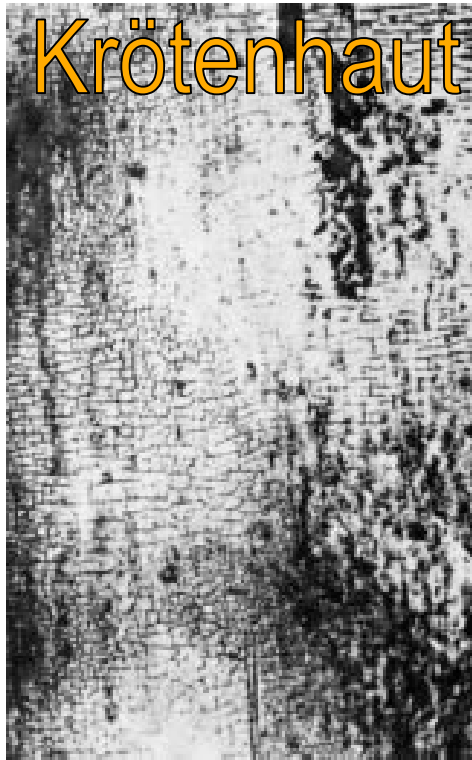


Vorbeugung gegen den Radbruch



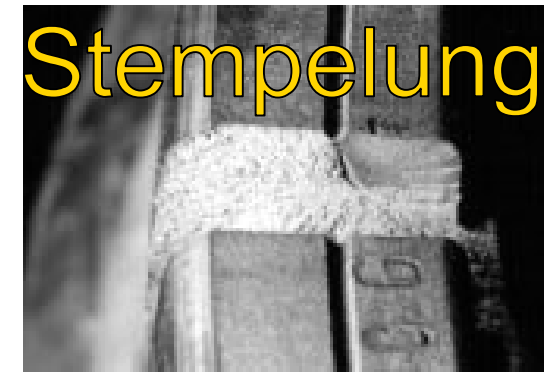
Bildung von gefährlichen Anrissen, die in Anwesenheit von hohen thermisch bedingten Eigenspannungen zum Radbruch führen können

Rissnetzwerk
auf Radlauffläche



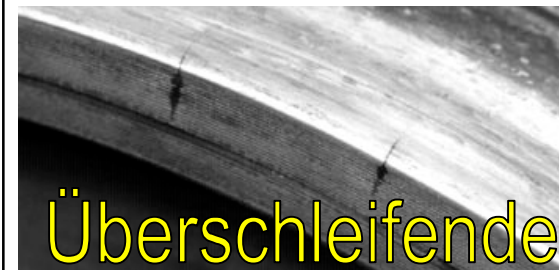
Verbesserung der Eigenschaften der Bremssohlen

Kerben aus der
Fertigung



- Verbesserung Spannwerkzeuge
- Keine Stempelung am Radkranz

Überschleifende
Bremssohlen

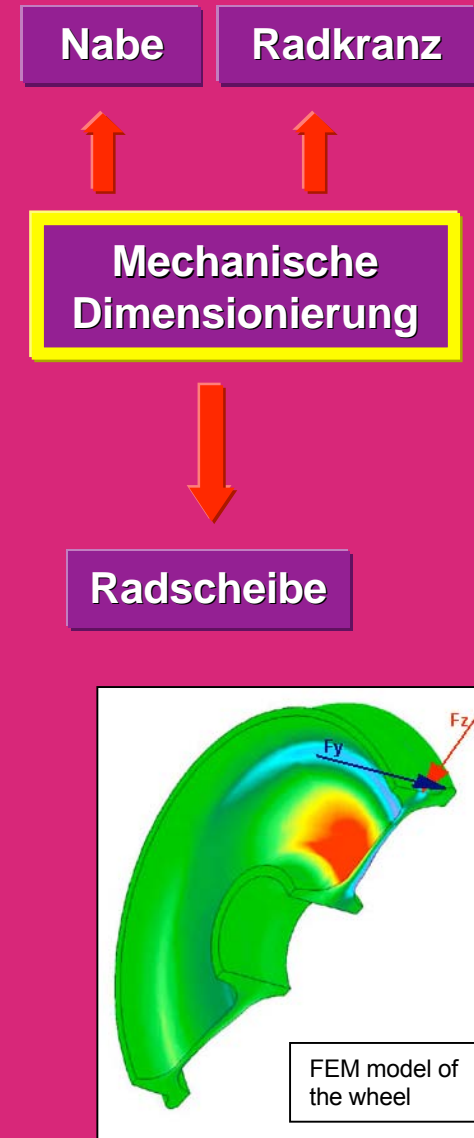
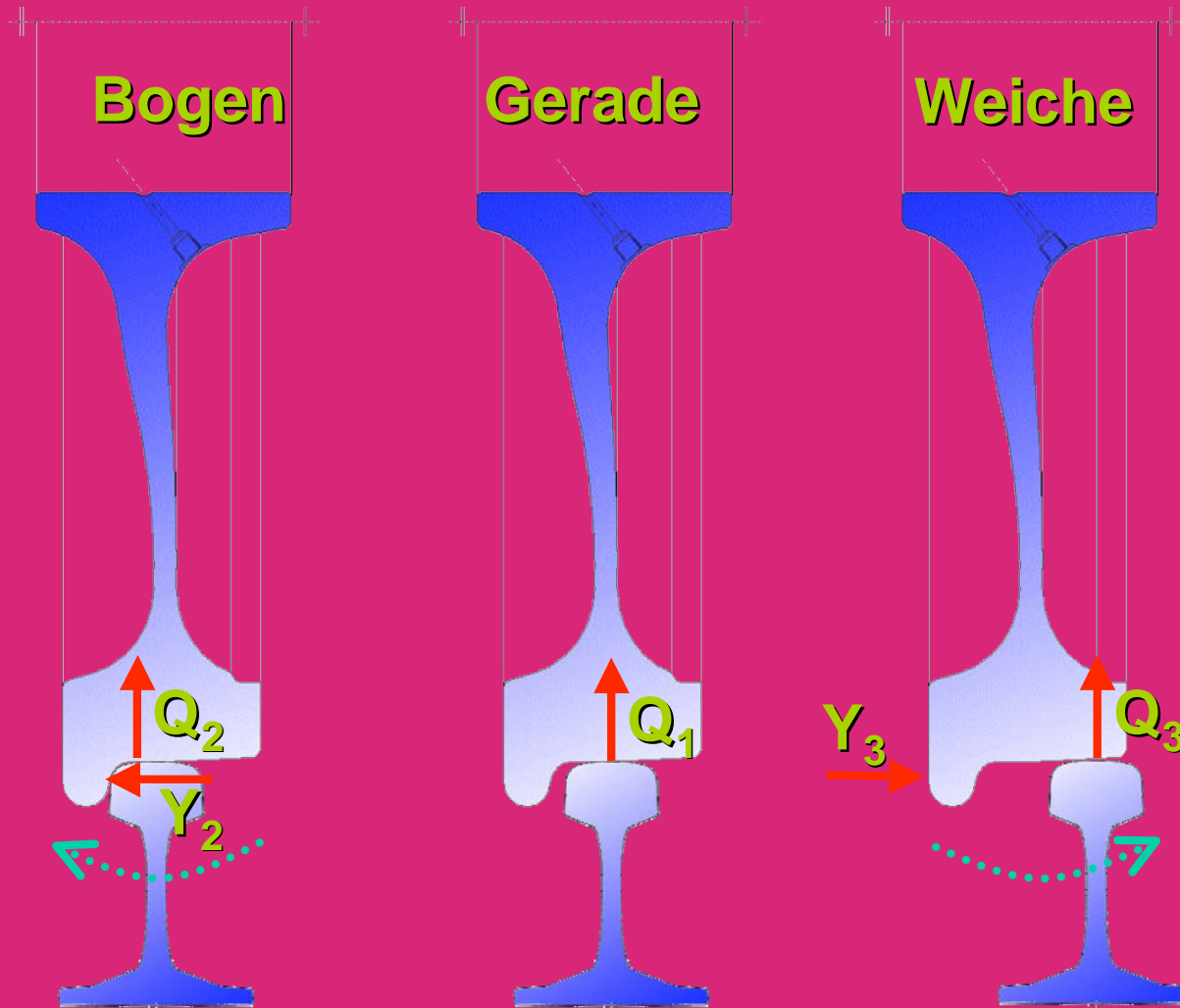


Bremssohlen



Anpassung Bremsdreiecke zur Vermeidung des Überschleifens

Mechanische Lastannahmen Räder





Fall 1:

Fahrt im geraden Gleis

$$F_{z_1} = -1,25 Q \cdot g$$

$$F_{y_1} = 0$$



Fall 2:

Fahrt im Gleisbogen

$$F_{z_2} = -1,25 Q \cdot g$$

$$F_{y_2} = 0,6 Q \cdot g \text{ bei Laufradsätzen}$$

$$F_{y_2} = 0,7 Q \cdot g \text{ bei angetriebenen oder führenden Radsätzen}$$



Fall 3:

Fahrt durch Weichen

$$F_{z_3} = -1,25 Q \cdot g$$

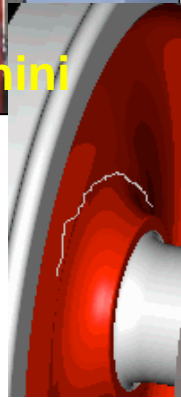
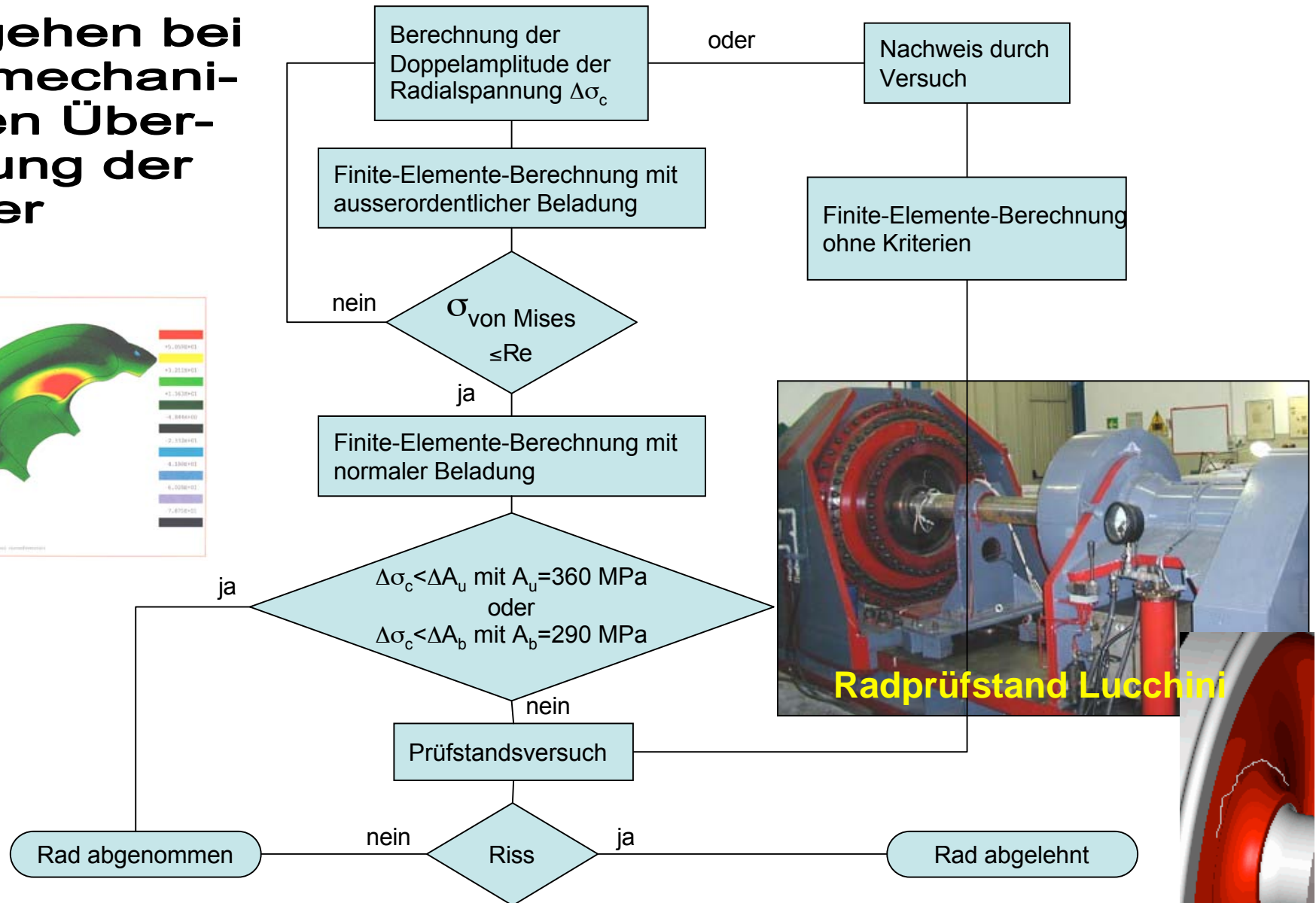
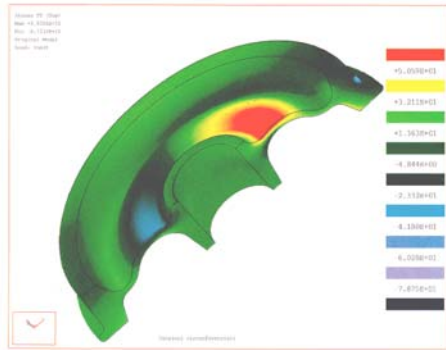
$$F_{y_3} = -0,6 \cdot F_y = 0,6 \cdot 0,6 Q \cdot g$$

$$= -0,36 Q \cdot g \text{ bei Laufradsätzen}$$

$$F_{y_3} = -0,6 \cdot F_y = 0,6 \cdot 0,7 Q \cdot g$$

$$= -0,42 Q \cdot g \text{ bei angetriebenen oder führenden Radsätzen}$$

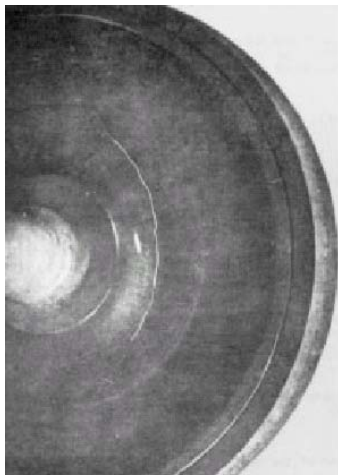
Vorgehen bei der mechanischen Überprüfung der Räder



- $\Delta\sigma_c$: Doppelamplitude der berechneten Spannung [MPa]
- ΔA_u : Doppelamplitude der zulässigen Spannung bei Rädern mit bearbeitete Radscheibe = 360 MPa
- ΔA_b : Doppelamplitude der zulässigen Spannung bei Rädern mit unbearbeitete Radscheibe = 290 MPa
- $\sigma_{\text{von Mises}}$: Von-Mises-Spannung
- R_e : herkömmliche Elastizitätsgrenze

Bildung von gefährlichen Anrissen in Radscheiben, die auf Dimensionierungsfehler, Oberflächenbeschädigung oder Fertigungsfehler zurückzuführen sind

Riss in Umfangsrichtung infolge mechanischer Überbeanspruchung durch Querkräfte



Riss in Umfangsrichtung infolge fehlerhafter Oberflächenbearbeitung durch Schleifen in einem mechanisch hoch beanspruchten Bereich



Umlaufender Riss unterhalb des Radkranzes



Verformungen infolge von

- mechanischen Überbeanspruchungen
- Dimensionierungsfehler
- Fertigungsfehler (z.B. zu geringe Scheibendicke)
- Werkstoff mit unzureichenden mechanischen Eigenschaften

Oberflächenbeschädigungen, z.B. infolge

- von Schmiedefehlern oder fehlerhafter mechanischer Bearbeitung
- inneren Werkstofffehler
- Korrosion

**Kernhüllraum
Scheibenbereich**



**Geometrische
Austauschbarkeit**



Anbauteile



Vorgeschriebene Anforderungen

Punkt 1 – Funktionsanforderungen

1. Nenndurchmesser des Laufkreises
2. Radkranzbreite
3. Laufflächenprofil
4. Radkranzposition im Verhältnis zum Nabensitz

•Punkt 2 - Montageanforderungen

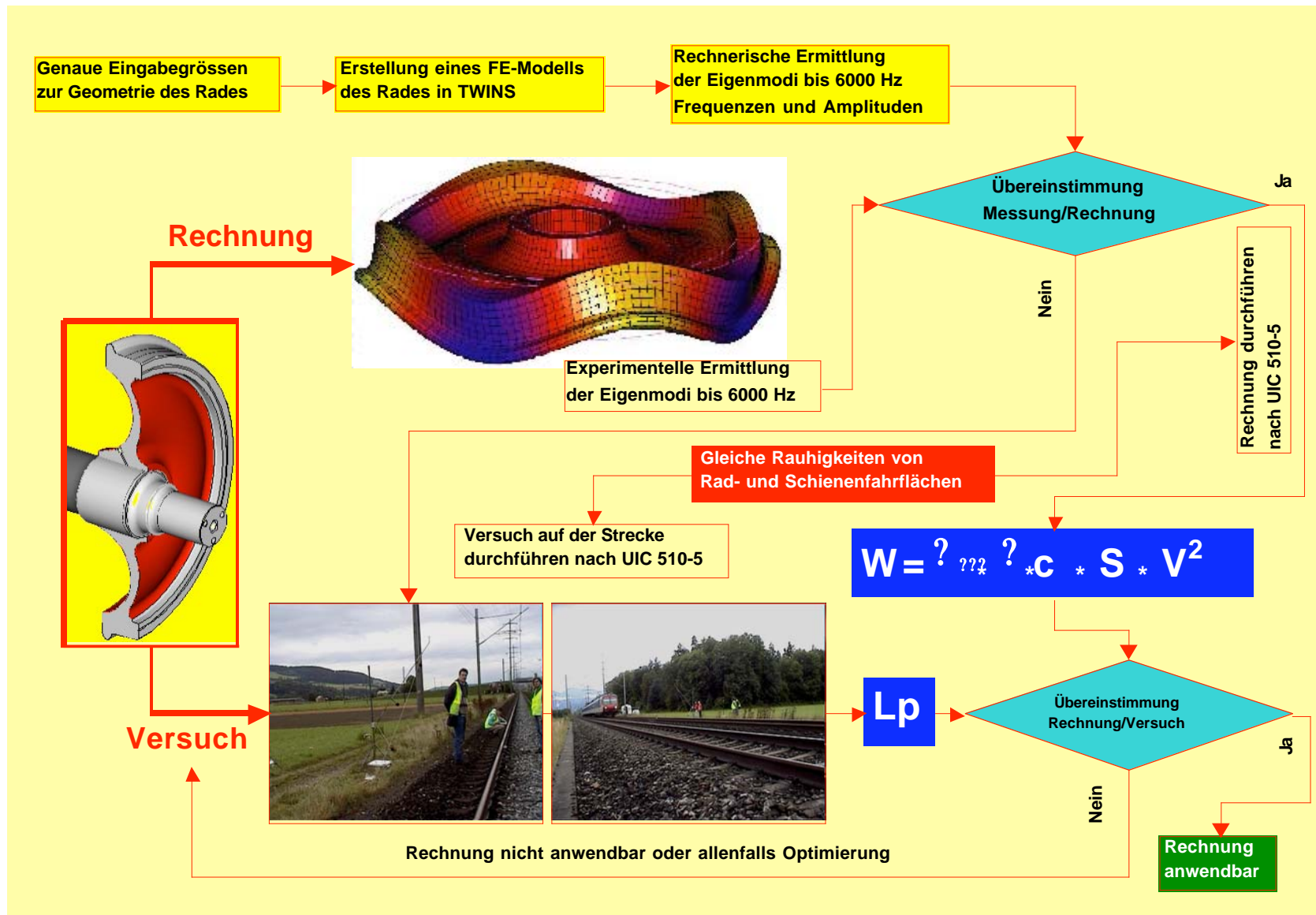
1. Bohrungsdurchmesser
2. Nabenlänge
3. Anfangsgeometrie der Bohrung

•Punkt 3 - Instandhaltungsanforderungen

1. Durchmesser an der Verschleißgrenze
2. Form der Kennrinne
3. Geometrie des Einspannbereiches
4. Position und Abmessung der Ölabpressbohrung (falls vorhanden)

•Bemerkung:

- Überprüfung eventueller Interferenzen mit den in der Nähe des Rades befindlichen Bauteilen (z. B. Aufhängung, Drehgestellrahmen)



Kurvenkreischen
z. B. Schallabsorber

Akustische
Dimensionierung

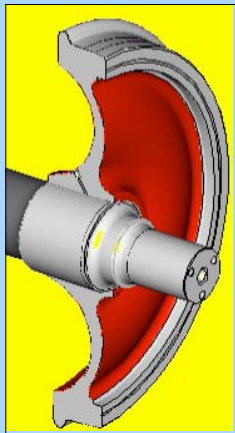
Rollgeräusch reduziert
durch Verwendung von
Verbundstoffsohlen oder
Scheibenbremse

Grundsätzliche Anforderungen

Räder von Neubaufahrzeugen sollen nicht lauter sein als diejenigen bestehender Fahrzeuge. Neue Räder sollen nicht lauter sein als diejenigen, durch welche sie ersetzt werden müssen.

Verschiedene Kategorien von Rädern für die Überprüfung des akustischen Verhaltens

Axialsymmetrische
Radscheiben (2-D-Räder)



Gegenstand des RP 18 für Raddurchmesser von 800 mm bis 1000 mm. Damit grosser Teil der Reisezug- und Güterwagenräder abgedeckt

Für Räder mit grösseren und kleineren Durchmessern erfolgt im RP 18 eine Einschätzung. Sehr kleine Räder nicht berücksichtigt (z.B. RoLa)

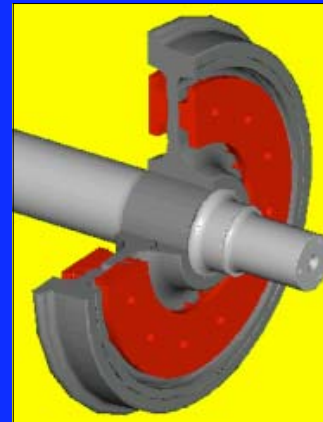
Nicht axialsymmetrische
Radscheiben (3-D-Räder)



Nicht Gegenstand des RP 18, jedoch hier verwendete Methoden anwendbar. Anwendung teilweise bei Reisewagen und bereiften Rädern.

Einschätzung innerhalb RP 18 nicht möglich. Für klotzgebremste Güterwagenräder nicht anwendbar, da Anforderungen UIC 510-5 nicht erfüllbar

Radscheiben mit Anbauteilen
- Radscheibenbremsen
- Anbauteile bei Antriebsrädern



Nicht Gegenstand des RP 18. Rechnerische Vorhersage schwierig. Anwendung vor allem bei angetriebenen Radsätzen.

Einschätzung innerhalb RP 18 nicht möglich. Betrifft insgesamt nur geringe Anzahl von Fahrzeugen

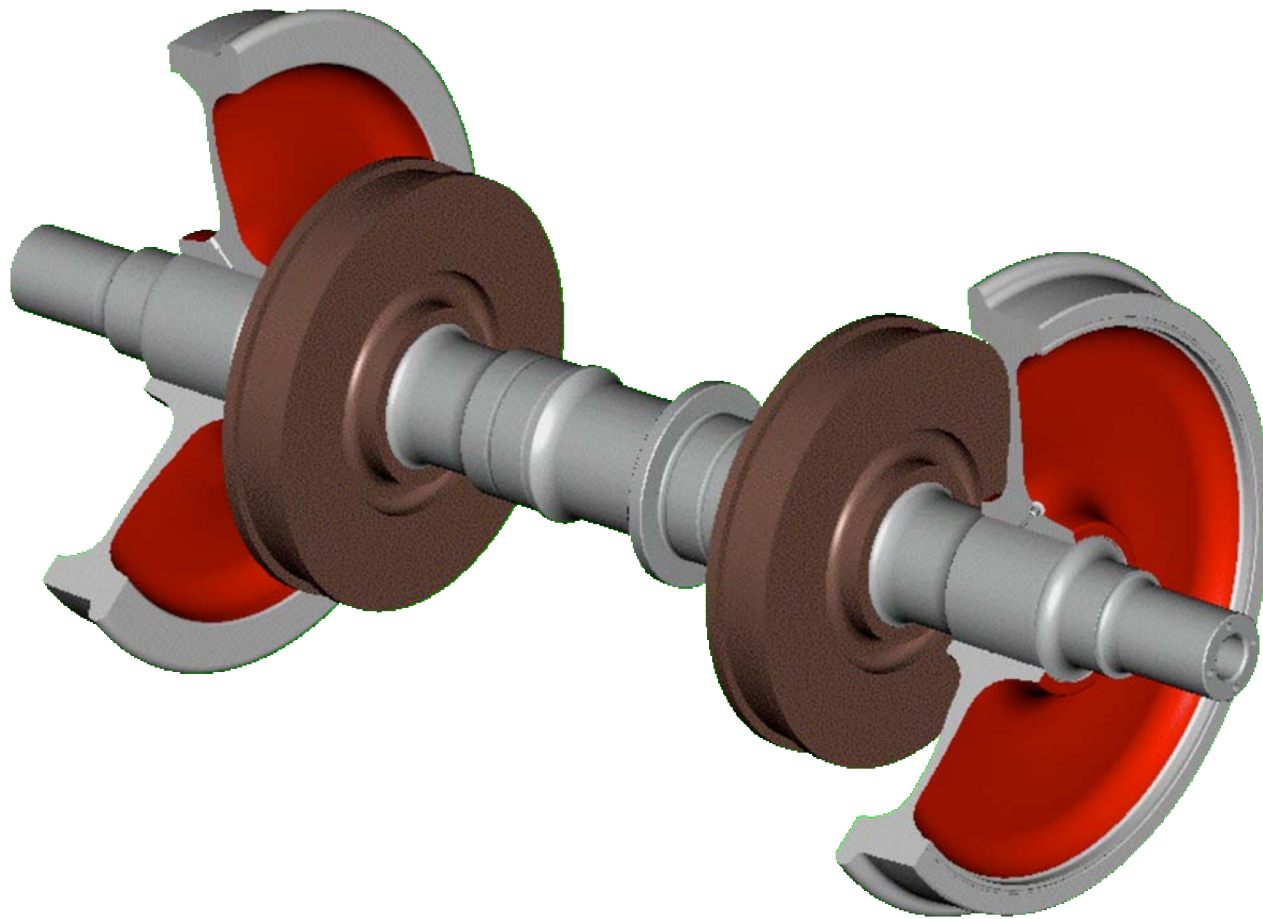
Räder mit Absorbereinrichtungen
- Ringe, Sandwiches
- Schilder



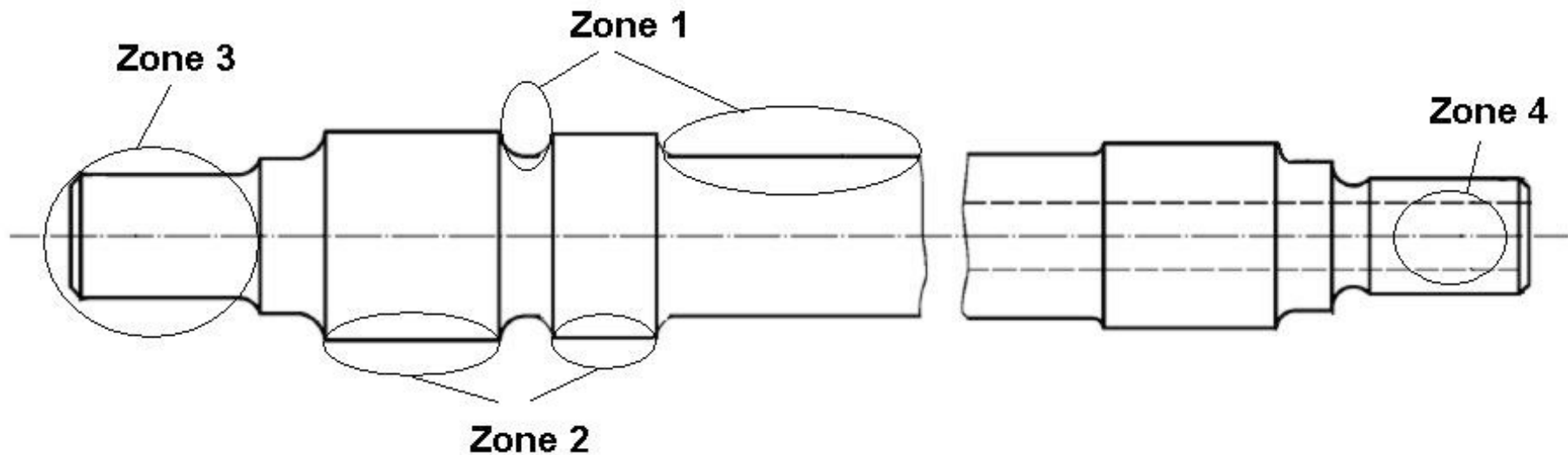
Nicht Gegenstand des RP 18, jedoch hier angewendete Methoden anwendbar, falls Modelleinbindung der Absorberkonstruktion möglich.

Einschätzung innerhalb RP 18 nicht möglich. Falls thermische Beanspruchungen ertragen werden, Anwendungspotential vorhanden

Radsatzwellen



Zonen der Radsatzwellen mit unterschiedlichen zulässigen Spannungen



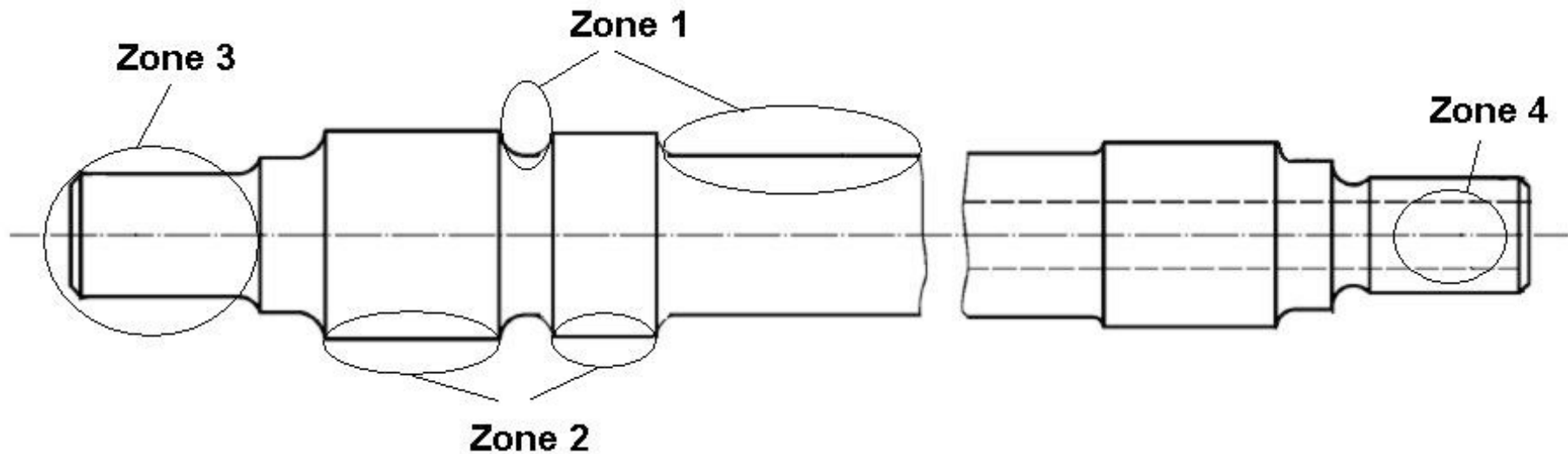
Zone 1: Radsatzwellenschaft, Gleitlagersitze, Mulden zwischen benachbarten Sitzen, andere Gleitdichtungen, Übergänge

Zone 2: alle Sitze außer Radsatzwellenschenkel und Gleitlagersitze

Zone 3: Radsatzwellenschenkel (Lagersitze)

Zone 4: Längsbohrung

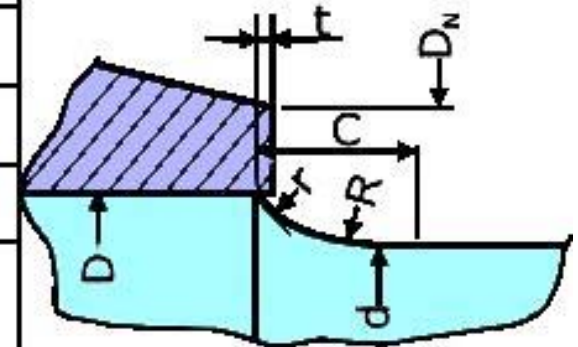
Zulässige Spannungen in den drei Zonen für die beiden Stahlqualitäten EA1N und EA4T



Stahlgüte	Sicherheitsbeiwert S	Zone 1 [N/mm ²]	Zone 2 [N/mm ²]	Zone 3 [N/mm ²]	Zone 4 [N/mm ²]
EA1N	1.2	166	92	78	67
EA4T	1.33	180	99	85	72

Gestaltungsgrundsätze für die Verbindung von Rad und Welle

	Ore 136	UIC 515-3	EN 13103 /-4
$\frac{D}{d}$	1,15...1,12	1,17...1,12	1,15...1,12
t	2...6 mm	2...7mm	2...7mm
R	75 mm	75 mm	z.B. 75 mm
r	15 mm	15 mm	z.B. 15 mm
$\frac{D_N}{D}$	1,3...1,5	-	-
C	$2,5...3,5 \cdot \frac{D-d}{2}$	d = 155...170 : 35 mm = 175...205 : 40 mm	z.B. 35 mm



Systembeherrschung Radsatzwellen

Korrekte Dimensionierung auf Betriebsfestigkeit

$$\sigma_{\text{äqu.Radsatzwelle}} < \sigma_{\text{zulässig}}$$

Lastkollektive aus Messungen

**Konstruktion
und Berechnung**

Korrekte Dimensionierung auf Dauerfestigkeit

$$\sigma_{\text{Radsatzwelle}} < \sigma_{\text{zulässig}}$$

EN 13103/13104

**Produkt-
anforderungen**

- Beschreibung
- Anforderungen und Verfahren zur Qualität
- Lieferbedingungen
- Schutz vor Schäden

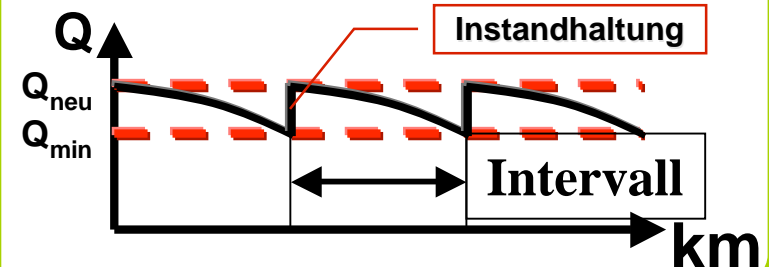
EN 13261

Zielsetzung:

**Dauerfestigkeit
Betriebsfestigkeit**

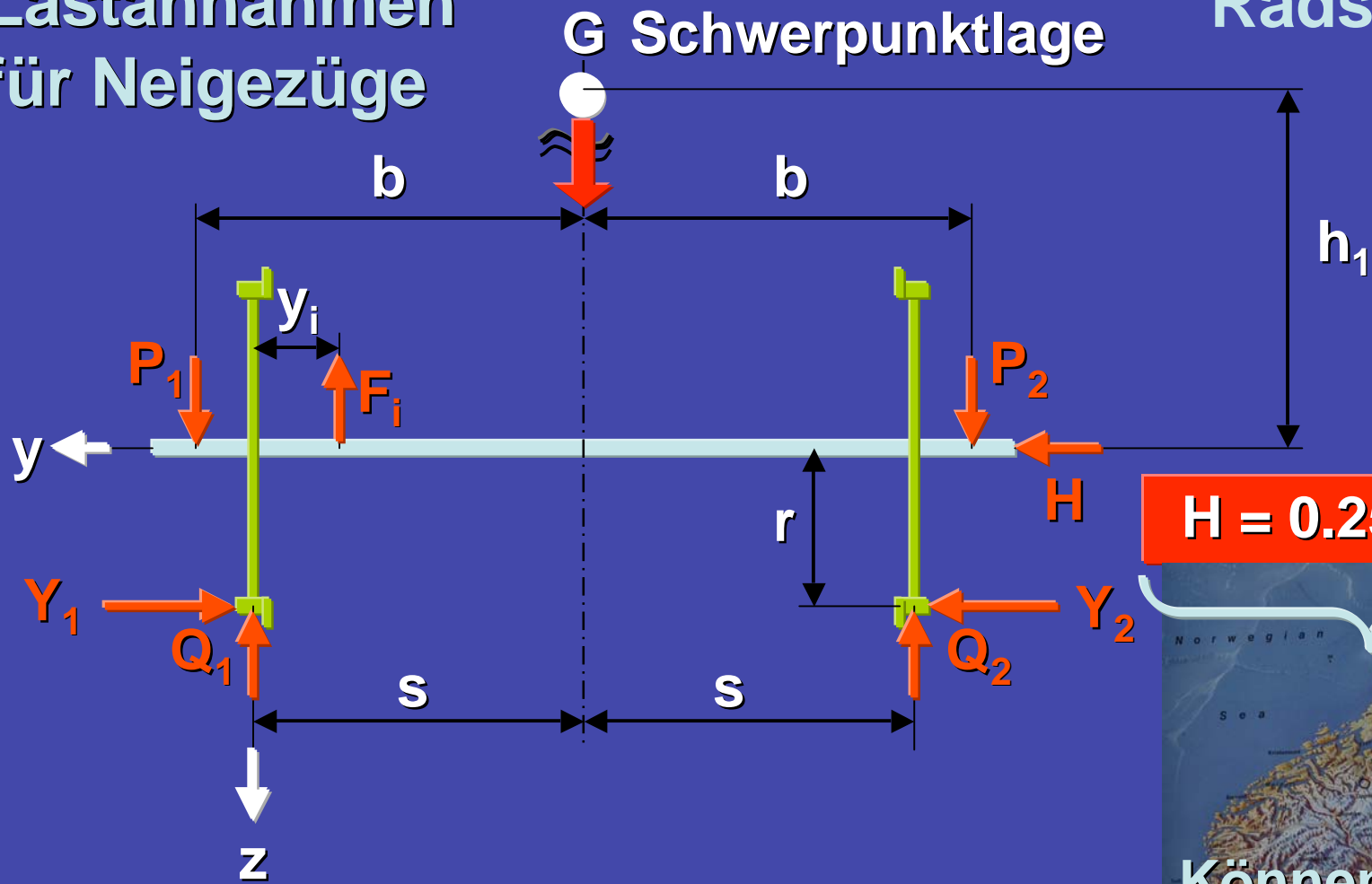
Instandhaltung

Qualität gleich wie im Neuzustand



Lastannahmen für Neigezüge

Radsatzwellen



$$H = 0.25 * m_1 * g$$

$$Y_1 = 0.4 * m_1 * g$$

$$Y_2 = 0.15 * m_1 * g$$

$$P_1 = (0.625 + 0.275 * h_1 / 2 * b) * m_1 * g$$

$$P_2 = (0.625 - 0.275 * h_1 / 2 * b) * m_1 * g$$



Dimensionierungsüberprüfung

Einfluss der bewegten Massen

Unterscheidung zwischen

- Radsätzen an der Zugspitze
- Radsätzen nicht an der Zugspitze
- Bogenlauf und Radgeometrie

Messung

M_x, M_y, M_z

+

M_x', M_y', M_z'

+

M_y''

+

M_x''', M_y''', M_z'''

=

M_R

+

Einfluss der Zusatzkräfte
(ungünstigster Fall)

- Bremse-
- Antrieb
- Kurzschlussmoment

Rechnung

=

Resultierende Momente

Vergleichsspannungen σ

Zeichnung
der Radsatzwelle

Fahrzeugdaten

Konventionelle
Belastung (F_{konv})
→ F_q
→ F_y
→ $M_{x,y,z}$

Für
Querneigezüge

Berechnung der
Spannungen
 σ_c

Vergleich
Messung/Rechnung

Versuche auf den
Einsatzstrecken
 $F_{äqui}$, σ_m

$\sigma_c, \sigma_m < \sigma_{aneu}$

Materialeigenschaften
 σ_{aneu}

→ Ermittlung der Material-
eigenschaften
→ Herstellung und Fertigung

Beherrschung des Systems:

- Materialeigenschaften und
Fertigung gemäss EN 13261
- Konventionelle Belastung gültig

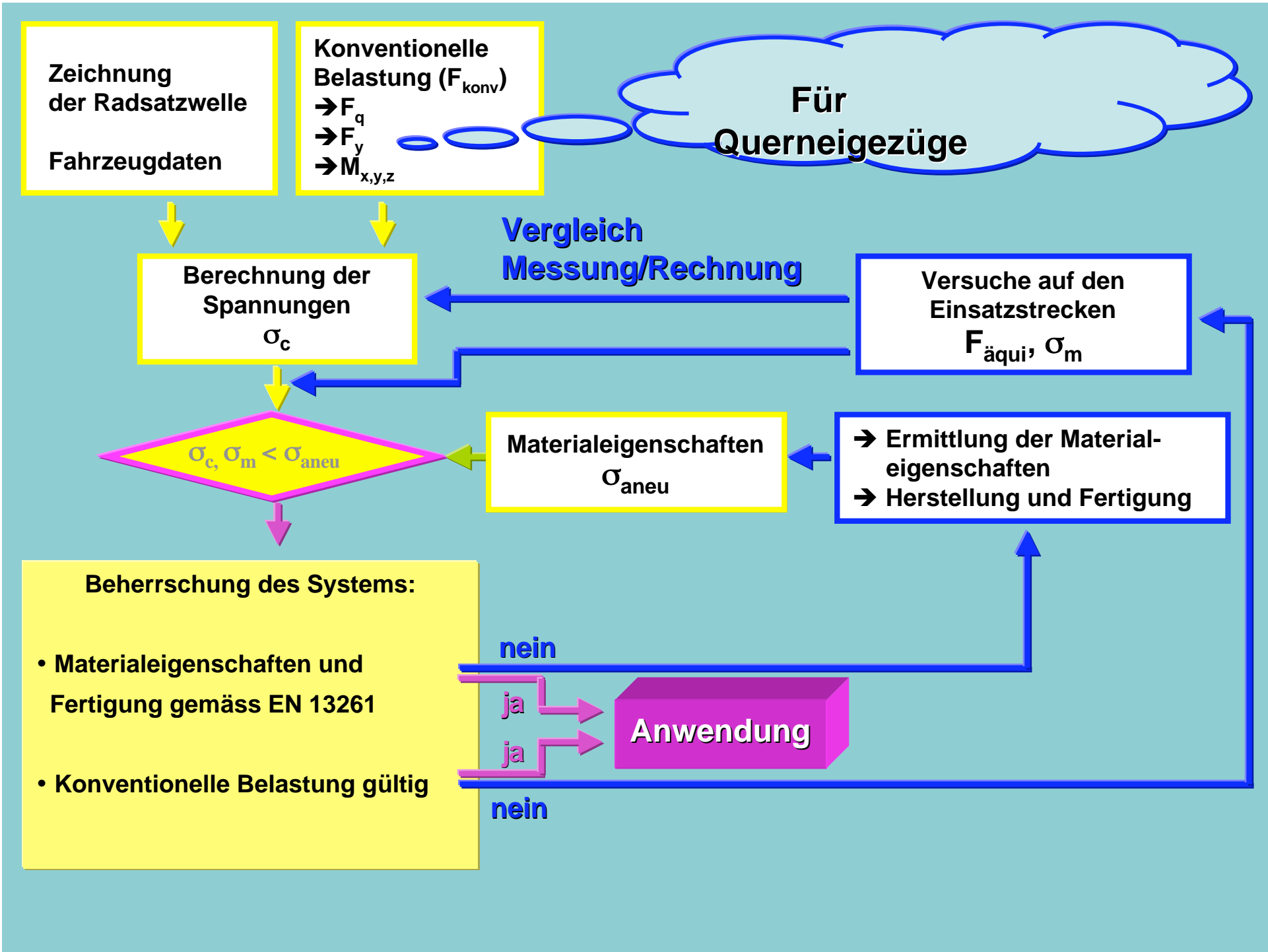
Anwendung

nein

ja

ja

nein



Trassierung

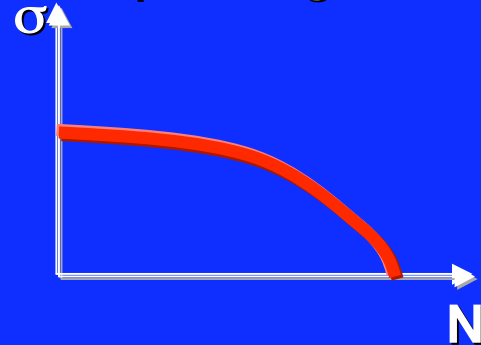
- Bogenhalbmesser
- Geraden
- Übergangsbögen
- Weichen

Gleislagegüte

- Richtung
- Höhe, gegenseitige Höhe
- Überhöhung

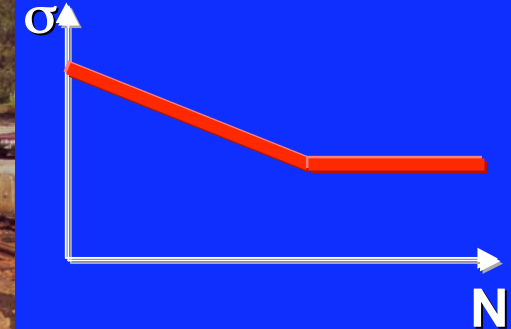
Beanspruchungen

Beanspruchungskollektiv



Beanspruchbarkeiten

Bauteilwöhlerlinie

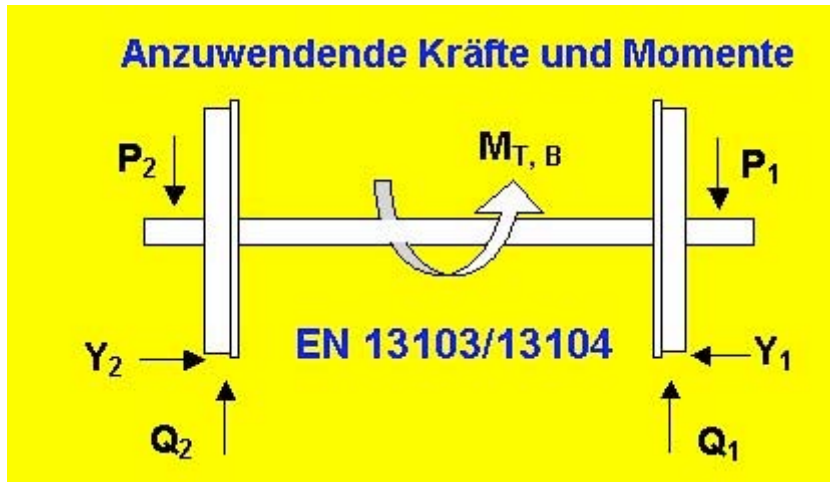


Fahrdynamische Zielgrößen

- Fahrgeschwindigkeit
- Überhöhungsfehlbetrag

Radsatzwelle

- Werkstoff
- Gestalt
- Korrosions-, Impactschutz

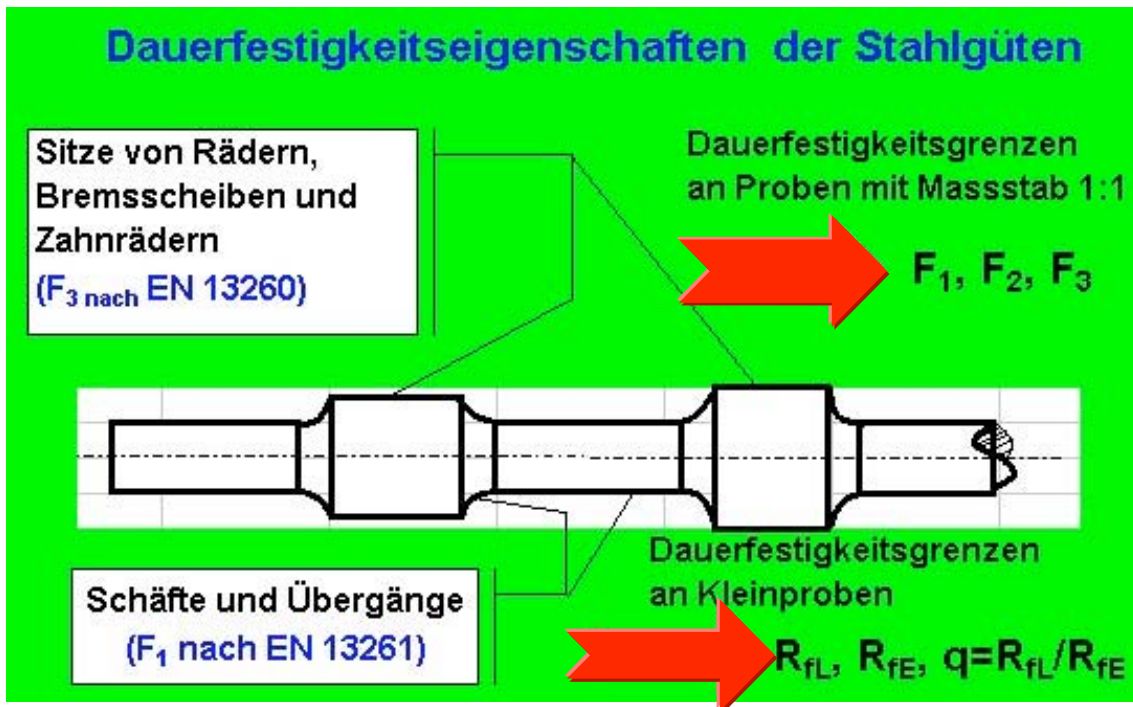


Resultierendes Moment

$$M_R = \sqrt{M_X^2 + M_Y^2 + M_Z^2}$$

Beanspruchungen und Beanspruchbarkeiten die sich vertragen

Stahlqualität Welle: 34CrNiMo6



Zulässige Spannungen der Stahlgüten

Ermittlung der Sicherheitsbeiwerte nach EN 13103/13104

Sicherheitsbeiwert Stahlgüte A1N

$S_{A1N} = 1.2$ (ohne Korrosion!!!!)

$\sigma_{zul} = F/S$

$S_{AX} = S_{A1N} * q_{AX}/q_{A1N}$

Bildung des Lebensdauerabschnittes D für alle Strecken des Umlaufs

$$D = \sum P_i + \sum \sum P_{ij}$$

Typisierbare Elementarabschnitte P_i

Nebengleis oder Rangiergleis	P_1
Bahnhofsein- und Ausfahrten	P_2
Vorortsstrecken	P_3

Werkgleise

Weichen



Nicht Typisierbare Elementarabschnitte P_{ij}

Bogenradien [m]	Qualität Gleislage	Überhöhungsfehlbetrag		
		$I < 45 \text{ mm}$	$45 \text{ mm} < I < u_f$	$I > u_f$
$R < 250$	gut	$P_{4.1}$	$P_{4.4}$	$P_{4.7}$
	mittel	$P_{4.2}$	$P_{4.5}$	$P_{4.8}$
	schlecht	$P_{4.3}$	$P_{4.6}$	$P_{4.9}$
$250 < R < 400$	gut	$P_{5.1}$	$P_{5.4}$	$P_{5.7}$
	mittel	$P_{5.2}$	$P_{5.5}$	$P_{5.8}$
	schlecht	$P_{5.3}$	$P_{5.6}$	$P_{5.9}$

$$P_i = \sum k_k * p_i$$

Schadkatalog Räder/ Radsatzwellen/ Radsätze

**Teil 1: Klassierung der Fehler, Fehlerarten am Radsatz
UIC B 169 DT 405**

**Teil 2: Klassierung der Fehler, geometrische Fehlerarten am Radsatz
UIC B 169 noch nicht veröffentlicht**

**Teil 3: Klassierung der Fehler, berührungsgeometrische Fehlerarten am Radsatz
UIC B 169 noch nicht veröffentlicht**

Ziel des Fehlerkatalogs ist:

- die Definition der verwendeten Begriffe für eine klare Sprachregelung**
- die Beschreibung der Merkmale der Fehler**
- das Aufzeigen von Verwechslungsmöglichkeiten**
- die Beschreibung möglicher Ursachen**
- das Aufzeigen von Auswirkungen der Fehler**
- das Vorschlagen von Verfahren zur Feststellung der Fehler**
- das Vorschlagen unmittelbarer und vorbeugender Abhilfemaßnahmen**

Bedeutung der Ziffern im vierstelligen Fehlercode

Die erste Ziffer unterscheidet die Art des Fehlers:

1. Fehler am Radsatz gemäß Teil 1
2. geometrische Fehler am Radsatz gemäß Teil 2

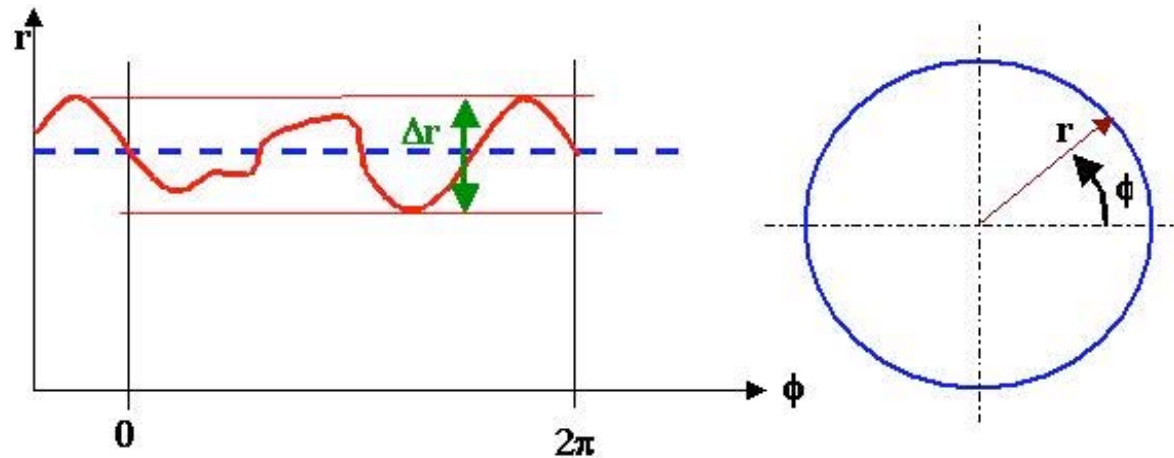
Die zweite Ziffer präzisiert den Bereich des Radsatzes, in dem der Fehler auftritt:

1. an der Radlauffläche
2. am Radkranz/ Radreifen
3. an der Radscheibe/ am Radkörper
4. an der Radsatzwelle
5. am Radsatz gemäß Teil 2
6. am Radprofil gemäß Teil 3

Die dritte und vierte Ziffer unterscheidet innerhalb der Bereiche die einzelnen Fehler

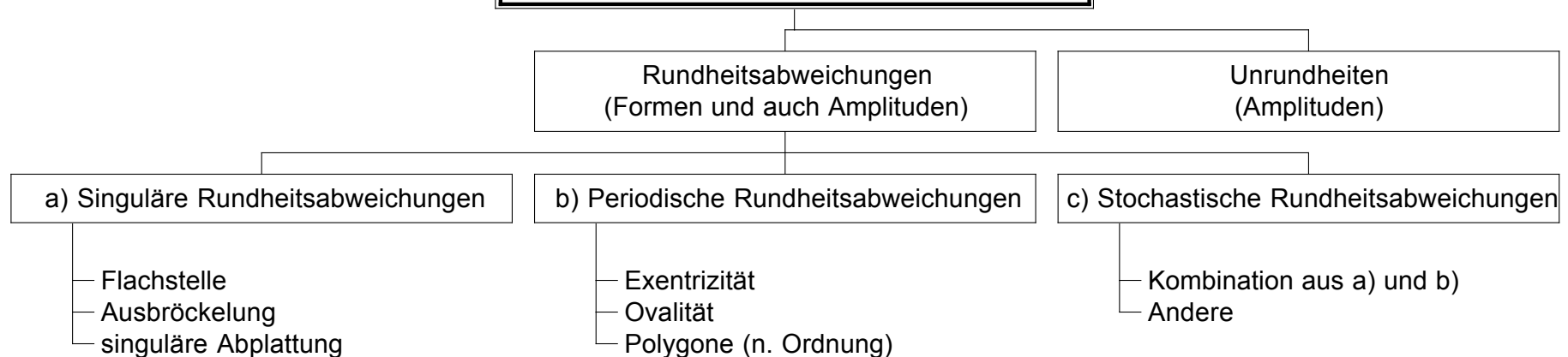
Fehler an der Radlauffläche

Rundheitsabweichungen



- Rundheitsabweichung in der Messkreisebene
- - - Kreisform in der Messkreisebene
- ↕ Unrundheit Δr

Verlauf des Radius über den Umfang von Rädern



Rundheitsabweichungen

Fehlercode	Bezeichnung	Erläuterung
1001	Flachstelle	Die Lauffläche ist abgeflacht und eine oder mehrere ovale Flächen sind sichtbar.
1002	Singuläre Abplattung	Verringerung des Radradius über einen begrenzten Teil des Radumfangs (bis 1/6 des Umfangs)
1003	Exzentrizität	Entspricht einer periodischen Radienabweichung mit einer Wellenlänge, welche den Radumfang umfasst.
1004	Ovalität	Entspricht einer periodischen Radienabweichung mit einer Wellenlänge, welche den halben Radumfang umfasst
1005	Langwellige Polygone	Entspricht einer periodischen Radienabweichung mit einer Wellenlänge, welche einen Teil des Radumfangs umfasst.
1006	Kurzwellige Polygone	Entspricht einer periodischen Radienabweichung mit einer Wellenlänge, welche wenige Zentimeter umfasst
1007	Stochastische Rundheitsabweichungen	Zeigen sich als unregelmässige Schwankungen des Radiusverlaufs über dem gesamten Radumfang

Mechanische Schäden an den Fahrflächen

Fehlercode	Bezeichnung	Erläuterung
1108	Materialauftragung	Lokale Materialanhäufungen in Form von Aufschweissungen von Bremssohlen- oder Schienenmaterial
1109	Überwalzung	Materialverschiebung in Richtung der äusseren Radkranzstirnflächen über den Fasenbereich hinaus
1110	Ausbröckelungen-Löcher	Auf der Radlaufläche lösen sich durch Materialermüdung oder Überbeanspruchung Materialteile heraus
1111	Abblätterung	Risse in Sparren- oder C-Form im Bereich der Rad-Schienenberührung über den ganzen Radumfang. Bei Weiterentwicklung dieser Fehler entstehen verschweisste Metallschalen, die später aus der Laufläche abgerissen werden.
1112	Eindrückung	Auf der Laufläche bilden sich unregelmässig geformte oder linienförmige Vertiefungen.
1113	Krötenhaut	Feine und oberflächliche Wärmerisse, die sich auf der Laufläche in Form eines Mosaiks ausbilden
1114	Head Ckecks	Feine und in geringem Abstand über dem gesamten Radumfang nahezu parallel zueinander angeordnete mechanisch induzierte Risse
1115	Laufflächenquerrisse	In die Tiefe könne die Querrisse radial verlaufen (thermisch induziert) oder verzweigen sich ab einer gewissen Tiefe (mechanisch induziert)

Veränderungen im Querprofil

Fehlercode	Bezeichnung	Erläuterung
1116	Rillen und Mulden	Rillen und Mulden treten umlaufend über dem Radumfang auf und können auf der gesamten Laufflächenbreite vorliegen. Rillen sind gekennzeichnet durch scharfkantige Übergänge. Mulden sind gekennzeichnet durch eine ausgerundete Kontur
1117	Hohllauf	Unter Hohllauf wird ein breitflächiger Materialabtrag in der Radlauffläche verstanden. Im Profilbereich der äusseren Radstirnseite bildet sich infolge fehlenden Materialabtrags eine Art von Spurring aus (erhöhter Bereich)
1118	Schädigung der Fase	Der Radkranz bzw. Radreifen zeigt an der äusseren Radstirnfläche im Bereich der Fase umlaufende Verschleisspuren (Abschürfungen, Riefen) und zum Teil in Umfangsrichtung verlaufende Anrisse und Ausbrüche

Fehlerarten am Radkranz/Radreifen

Fehlercode	Bezeichnung	Erläuterung
1201	Materialtrennung unter der Lauffläche	Parallel zur Lauffläche treten im Radkranz/Radreifen Materialtrennungen unter der Lauffläche auf. In fortgeschrittenem Stadium treten die Risse zur äusseren/inneren Radstirnseite durch und führen zum grossflächigen Abtrennen von Teilen des Radkranzes
1202	Thermomechanische Überbeanspruchung von Vollrädern	Diese Schadensart tritt nur bei klotzgebremsten Rädern auf. In Gegenwart von Rissen kann beim Vorliegen hoher thermisch induzierter Eigenspannungen ein Radbruch auftreten.
1203	Thermomechanische Überbeanspruchung von bereiften Rädern	Diese Schadensart tritt nur bei klotzgebremsten Rädern auf. Der Radreifen kann sich verdrehen und durch plastische Verformung die Fügung Reifen/Radkörper lockern.
1204	Lose/verdrehte Radreifen	Die Lockerung der Fügung Rad/Radkörper kann eine Folge eines falschen Übermasses oder einer Radreifenaufweitung infolge thermischer Überbeanspruchung auftreten.

Risse am Radkranz/Radreifen

Führen in Anwesenheit von erhöhten Zugspannungen im Radkranz/Radreifen zum Dauer- bzw. Gewaltbruch des Radkranzes bzw. Radreifens

Fehlercode	Bezeichnung	Erläuterung
1205	Risse aus Spannkerben an der Radkranzunterseite	An Radsatzdrehmaschinen mit Spannvorrichtungen mit keilförmigen Mitnehmerklauen bilden sich an der Radkranzunterseite Kerben aus, welche sich zu Rissen entwickeln können.
1206	Schädigung ausgehend von Kennzeichnungen	Die Risse gehen von Kerben aus der Kennzeichnung an der Oberfläche der inneren oder äusseren Stirnflächen aus und verlaufen als Querriss im Radkranz bzw. Radreifen.
1207	Schäden durch Auswuchten	Ausgehend von Auswuchtbohrungen im Radkranz/Radreifen können sich an diesen Querrisse ausbilden.
1208	Fasenquerrisse	Ausgangspunkt der Fasenquerrisse ist die äussere Radkranz- bzw. Radreifenstirnfläche am Übergang zur Lauffläche. Fasenquerrisse können an mehreren Stellen des gesamten Umfangs auftreten.
1209	Schäden an der Radreifenbohrung inkl. Schädigung vom Sprengring	Auf der Oberfläche der Radreifenbohrung können einzelne Querrisse auftreten. Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass sie von Kerben, scharfen Kanten oder ähnlichem ausgehen.
1210	Risse am Spurkranz	Der Spurkranz zeigt Anrisse an der Spurkranzrückfläche und/oder Spurkranzflanke. Die Anrisse können einzeln o. mehrfach über den Radumfang auftreten.

Fehlerarten an Radscheibe/Radkörper

Fehlercode	Bezeichnung	Erläuterung
1301	Radiale Risse	Die Fehler verlaufen im Winkel von 45° bis 90° zur Radumfangsrichtung und sind oft Folge von Beschädigungen der Oberfläche
1302	Risse in Umfangsrichtung	Diese Risse entstehen als Folge von <ul style="list-style-type: none"> - Mechanischer Überbeanspruch durch Querkräfte - fehlerhafter Oberflächenbearbeitung in mechanisch hoch beanspruchten Bereichen - inneren Werkstofffehlern Oberflächenbeschädigungen
1303	Risse ausgehend von Bohrungen und Kennzeichnungen	Risse gehen von Bohrungen und Kennzeichnungen in der Scheibe aus und verlaufen als Radial- und/oder Tangentialrisse
1304	Risse an Speichen	Mögliche Ursachen sind <ul style="list-style-type: none"> - Guss- bzw. Wärmebehandlungsfehler - Örtliche Überbelastungen - Oberflächenbeschädigungen
1305	Risse in der Nabe	In der Regel von der Nabenbohrung ausgehender Radialriss. Als Ausgangspunkt kann auch eine fehlerhafte Ölabbpressbohrung sein.
1306	Risse an Radkörpern, die als Bremsfläche benutzt werden	Auf der Bremsfläche kann sich ein feines Rissnetz mit markanten Einzelrissen ausbilden. Die Einzelrisse verlaufen überwiegend radial.

Fehlerarten an der Radsatzwelle

Fehlercode	Bezeichnung	Erläuterung
1401	Querrisse in Zone 1	Die Risse treten in Zone 1 im Bereich des Wellenschaftes, in Mulden zwischen benachbarten Sitzen und Übergängen auf. Die Risse verlaufen im Winkel von 90° zur Längsachse der Radsatzwelle
1402	Querrisse in Zone 2	Die Risse treten in Zone 2, d.h. im Bereich der Sitze auf. Die Risse verlaufen im Winkel von 90° zur Längsachse der Radsatzwelle. Davon ausgeschlossen sind Risse am Radsatzschenkel und an Gleitlagersitzen
1403	Querrisse in Zone 3	Die Risse treten in Zone 3 auf, d.h. im Bereich der Radsatzwellenschenkel (Lagersitze). Die Risse verlaufen im Winkel von 90° zur Längsachse der Radsatzwelle.
1404	Querrisse in Zone 4	Die Risse treten in Zone 4 auf, d.h. im Bereich der Längsbohrung. Die Risse verlaufen im Winkel von 90° zur Längsachse der Radsatzwelle. Ursachen sind Schäden aus Fertigung oder Korrosion.
1405	Längsrisse	Die Längsrisse verlaufen in der Regel längs der Radsatzwelle. Teilweise verzweigen sich die Risse an ihren Enden in Querrissen.
1406	Rillen und Mulden	Rillen und Mulden treten umlaufend über den Wellenumfang auf und können auf der gesamten Wellenbreite vorliegen.