

R RTE 29500

Standardisierung Radsätze und Weichen

Meterspur

Entwurf für die
2. Vernehmlassung
16.06.2026

RTE – Regelwerk Technik Eisenbahn

1	Vorbemerkungen	7
2	Ziele der Regelung.....	7
3	Hauptabmessungen bei den Radsätzen und Weichen	8
3.1	Grundsätze für das sichere Befahren von Weichen.....	8
3.2	Definitionen und Formelzeichen	8
3.3	Kriterien für die Optimierung des Systems Radsatz/Weiche	8
3.4	Resultate der Untersuchungen.....	10
4	Gruppierung der Meterspurbahnen anhand	

der vorhandenen Radsätze und Weichen.....	11
---	----

5	Weitere zu berücksichtigende Parameter.....	13
----------	--	-----------

5.1	Flankenwinkel des Spurkranzes.....	13
-----	------------------------------------	----

5.2	Radrückenabstand eines Radsatzes (Stichmass).....	13
-----	---	----

5.3	Radprofile	14
-----	------------------	----

5.4	Optimierung der Spurkranzhöhe	14
-----	-------------------------------------	----

5.5	Minimale Radreifen- bzw. Radkranzbreite.....	15
-----	--	----

5.6	Hohllauf	15
-----	----------------	----

6	Standardisierte Radprofile	15
----------	---	-----------

7	Fallbeispiel für die Übergangsphase	16
----------	--	-----------

8	Radprofil für Dienstfahrzeuge, die auf verschiedenen Netzen verkehren müssen.....	18
----------	--	-----------

9	Bahnen mit strassenbahnähnlichen Verhältnissen	18
----------	---	-----------

10	Schlussfolgerungen	18
-----------	---------------------------------	-----------

1.1.1	Beilagen	19
	Beilage 1: Gruppierung der Bahnen	19
	Beilage 2.1: Radsatz in einer Weiche	20
	Beilage 2.2: Radsätze und Weichen, Terminologie	21
	Beilage 3: Weiche Typ a	22
	Beilage 4.1: Radsatz Typ A, Aussenliegende Achslagerung	23
	Beilage 4.2: Radsatz Typ A, Innenliegende Achslagerung	24
	Beilage 4.3: Radprofil Typ A	25
	Beilage 5: Weiche Typ b	27
	Beilage 6.1: Radsatz Typ B, Aussenliegende Achslagerung	28
	Beilage 6.2: Radsatz Typ B, Innenliegende Achslagerung	29
	Beilage 6.3: Radprofil Typ B	30
	Beilage 7.1: Radsatz Typ C, Aussenliegende Achslagerung	32
	Beilage 7.2: Radsatz Typ C, Innenliegende Achslagerung	33
	Beilage 7.3: Radprofil Typ C	34
	Beilage 8.1: Entgleisungssicherheit im Bereich des Zusammenwirkens von Rädern und Weichenzungen	36
	Beilage 8.2: Entgleisungssicherheit	37
	Beilage 8.3: Mass-System Rad/Schiene im Hinblick auf die Entgleisungssicherheit	38
	Beilage 8.4: Ausbildung des Weichenzungenanfangs im Neuzustand	39
	Beilage 8.5: Hohllauf von Rädern	40
	Beilage 9.1: Lehre zur Prüfung des Zustands am Weichenzungenanfang	41
	Beilage 9.2: Lehre zur Prüfung von Ausbrüchen an Weichenzungen	42
	Beilage 9.3: Lehre zur Prüfung des q_R -Masses	43
	Beilage 9.4: Lehre zur Prüfung des Hohllaufs	44

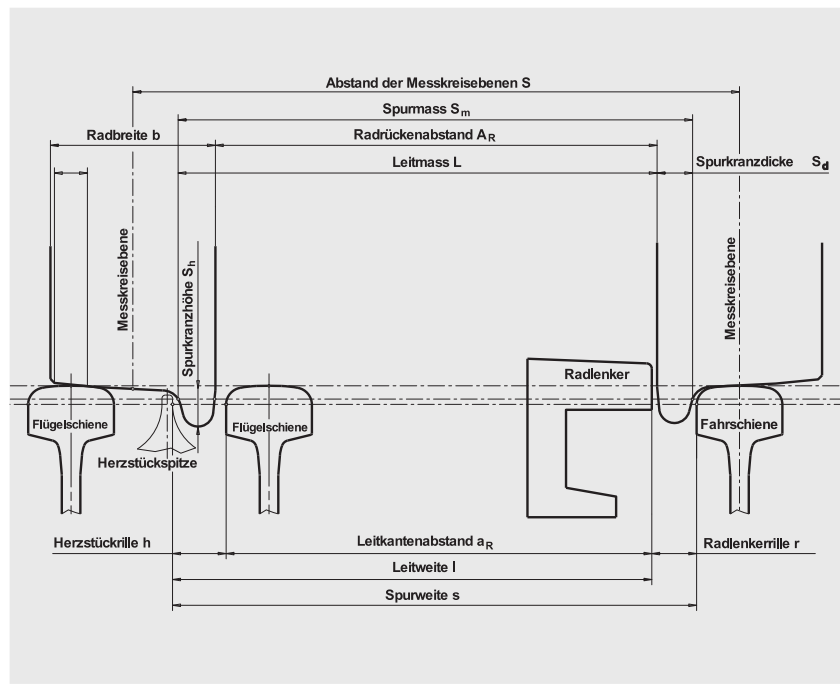
1 — Vorbemerkungen

Die schweizerischen Meterspurbahnen weisen

<u>Herausgeber</u> VöV	<u>Ausgabedatum</u> xx.xx.20xx	<u>Zuordnung</u> =
<u>Erarbeitet durch</u> Projektgruppe VöV	<u>Freigabe</u> PL RTE	<u>Ersatz für</u> R RTE 29500 vom 31.01.2007
<u>Verteiler</u> Bahnunternehmen des VöV (Meterspur) Bundesamt für Verkehr BAV RTE-Webshop/RTE-Download (rte.voev.ch)	<u>Inkrafttreten</u> Das Inkrafttreten dieser Regelung legt jedes Eisenbahnunternehmen für sich selbst fest.	<u>Sprachfassungen</u> d, f <u>Anzahl Seiten</u> xx

Standardisierung Radsätze und Weichen

Meterspur



Anwendungsbedingungen für das Regelwerk Technik der schweizerischen Eisenbahnen (RTE)

Bei der Anwendung der Dokumente ist zu beachten, dass sie ausschliesslich für die Bedürfnisse der Schweizer Eisenbahnen und Unternehmen im Bereich öV verfasst und für diesen Gebrauch bestimmt sind. Eine korrekte Anwendung setzt somit eine entsprechende Ausbildung und Praxis voraus. Das Regelwerk RTE beschränkt sich auf zwei Arten von Dokumenten:

- Die R-Regelungen sind Ergänzungen bzw. Lösungsvorschläge zu hoheitlichen Erlassen und Normen mit Regelungs- bzw. Weisungscharakter.
- Die D-Regelungen umfassen Handbücher und Dokumentationen als Empfehlungen und Hilfsmittel zur Arbeitsunterstützung oder bilden in Ausnahmefällen den Stand der Technik und die gelebte Praxis im Hinblick auf eine Standardisierung ab.

Die im Dokument in männlicher Form enthaltenen Formulierungen gelten in gleichem Mass für jegliches Geschlecht.

Der Verband öffentlicher Verkehr (VöV) sowie die an der Erstellung dieser Regelung des Regelwerks Technik Eisenbahn (RTE) beteiligten Personen haften nicht für Schäden, die durch die Verwendung von Informationen aus dieser Regelung entstehen können. Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für die Vollständigkeit oder Richtigkeit.

Projektgruppe VöV

Leitung

Gerhard Züger, Zentralbahn (zb), Stansstad

Mitglieder

Christoph Lauper, Rhätische Bahn (RhB), Chur

Volkmar Walz, bis Mai 2023: Zentralbahn (zb), Stansstad; ab Juni 2023: Berner Oberlandbahn (BOB), Zweilütschinen

Lukas Schuler, Regionalverkehr Bern-Solothurn (RBS), Worblaufen

Alain Brunold, Appenzeller Bahnen (AB), Herisau

Projektunterstützung

Roland Müller, Gleislauftechnik Müller, Belp

Lektorat

Martin Strobel, Verband öffentlicher Verkehr (VöV), Bern

Herausgeber

VöV Verband öffentlicher Verkehr

System Bahn

Dählhölzliweg 12, CH-3005 Bern

www.voev.ch, RTE@voev.ch

RTE-Webshop/RTE-Download

rte.voev.ch

© Verband öffentlicher Verkehr, Bern, Monat 20xx

Änderungsgeschichte

Ausgabe-
Datum

Änderungen

<u>31.01.2007</u>	<u>1. Ausgabe</u>
<u>xx.xx.202x</u>	<u>2. Ausgabe</u>

Vorwort

Die vorliegende 2. Ausgabe der Regelung R RTE 29500 zeigt den aktuellen Wissensstand für die Radsätze und Weichen bei den Meter- und Spezialspurbahnen auf und umfasst Empfehlungen zur Paarung Radsatz/Weiche und deren Grenzmasse. Die Rückmeldungen zur 1. Ausgabe und neue Erkenntnisse wurden eingearbeitet.

Das Ziel einer Standardisierung zu einer Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a ist anzustreben. Bahnunternehmungen im Mischbetrieb von Vignol- und Rillenschienen verwenden die Paarung Radsatz/Weiche Typ B/b als Endzustand, da sonst die geometrischen Verhältnisse bei der Rillenschiene, sprich Rillenbreite für den Veloverkehr sehr ungünstig werden. Oder sie benötigen andere Radprofile, welche unter dem Kapitel 8 «Sonderausführungen» aufgeführt sind.

Die in der RTE-Regelung beschriebenen Standards sind eine gute Ausgangsbasis für den Aufbau neuer Meter-spurstrecken oder der Einführung neuer Fahrzeuge. In der Praxis sollen die Radprofile weiter Richtung optimiertes Verschleissradprofil innerhalb der Toleranzmasse weiterentwickelt werden. Damit kann die Laufleistung der Räder deutlich erhöht werden.

Stansstad, xx. Monat 202x

1	Allgemeines	8
1.1	Ziele der Regelung.....	9
1.2	Anwendung.....	9
1.2.1	Gültigkeitsbereich.....	9
1.2.2	Ausschluss der Trambahnen.....	9
1.2.3	Einführung Standardisierung	9
2	Grundlagen	12
2.1	Hoheitliche Regelungen	12
2.2	Normen.....	12
2.3	RTE-Regelungen	12
2.4	Richtlinien und Merkblätter.....	12
2.5	Studien	13
3	Abkürzungen und Begriffe	14
3.1	Abkürzungen.....	14
3.2	Abkürzungen der Meter-/Spezialspurbahnen und Strassenbahnen.....	14
3.3	Begriffe	15
3.3.1	Zusammenwirken Radsatz und Weiche	15
3.3.2	Schienen- und Radlenkerprofile	17
4	Grundsätze.....	18
4.1	Grundsätze für das sichere Befahren von Weichen	18
5	Hauptabmessungen bei Radsätzen und Weichen	19
5.1	Leitweite in der Weiche $\geq$ Leitmass des Radsatzes ($l \geq L$).....	19
5.2	Radrückenabstand $>$ Leitkantenabstand ($A_R > a_R$)	19
5.3	Radlenkerrille $>$ Spurkranzdicke ($r > S_d$)	19
5.4	Spurweite $>$ Spurmass ($s > S_m$).....	19
5.5	q_R -Mass	19
5.6	Klaffmass	20
5.7	Radrückenabstand eines Radsatzes (Stichmass)	21
5.8	Optimierung der Spurkranzhöhe	26
5.9	Minimale Radreifen- bzw. Radkranzbreite.....	28
6	Standardisierte Typen.....	29
6.1	Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a	29
6.2	Paarung Radsatz/Weiche Typ B/b	30
6.3	Meterspur mit Tramradprofil/Rillenschienenweiche	31
6.4	Radprofile	31
6.4.1	Radprofil Typ A	35
6.4.2	Radprofil Typ B	35
6.4.3	Radprofil Typ C	35
6.5	Instandhaltung (Zusammenspiel Rad/Schiene)	35
6.5.1	Instandhaltung Radprofil	36
6.5.2	Instandhaltung Schienenprofil	36
6.5.3	Instandhaltung Weichen.....	36
7	Migration zum Standard.....	37
7.1	Bahnunternehmen ähnlich zur Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a.....	37
7.2	Bahnunternehmen ähnlich zur Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ B/b.....	37
7.3	Bahnunternehmen ohne Standard	38
7.4	Bahnunternehmen mit Rillenschienenweichen	38

7.5	Bahnunternehmen mit Mischbetrieb mit Radprofilen Typ A, B und C	38
7.6	Fallbeispiel für die Spurtechnische Untersuchung	39
8	Sonderausführungen	50
8.1	Radprofil für Mischbetrieb Strassenbahn/Vollbahn (AB)	50
8.2	Radprofil für Mischbetrieb Trambahn/Vollbahn (LTB)	54
8.3	Weiche für Mischbetrieb mit Radprofilen Typ A, B und C (MOB, TPF)	54
9	Verschleiss	56
9.1	Hohllauf von Rädern	56
9.2	Verschleissradprofil	58
9.3	R0 bei reduzierter Spurkranzdicke S_d	60
9.4	Abnutzung der Stockschiene	60
9.5	Ausbrüche an der Weichenzunge	61
10	Entgleisungssicherheit	62
10.1	Entgleisungssicherheit im Bereich des Zusammenwirkens von Rädern und Weichenzungen an den Weichenzungenspitzen	62
10.2	Ausbildung der Weichenzungenspitze im Neuzustand (Klaffmass)	69
10.2.1	Klaffmass bei abgesenkter Weichenzunge	69
10.3	Einfluss des Spurkranzflankenwinkels auf die Entgleisungssicherheit	71
Anhänge A1 – A4 (Allgemein)		72
A1	Radsatz und Radprofil Typ A, Weiche Typ a	72
A1.1	Radsatz Typ A – Aussenliegende Achslagerung	72
A1.2	Radsatz Typ A – Innenliegende Achslagerung	73
A1.3	Radprofil Typ A	74
A1.4	Einfachweiche Typ a	75
A2	Radsatz und Radprofil Typ B, Weiche Typ b	77
A2.1	Radsatz Typ B – Aussenliegende Achslagerung	77
A2.2	Radsatz Typ B – Innenliegende Achslagerung	78
A2.3	Radprofil Typ B	79
A2.4	Einfachweiche Typ b	80
A3	Radsatz und Radprofil Typ C	82
A3.1	Radsatz Typ C – Aussenliegende Achslagerung	82
A3.2	Radsatz Typ C – Innenliegende Achslagerung	83
A3.3	Radprofil Typ C	84
A4	Einfachweiche für Mischbetrieb mit Radprofilen Typ A, B und C (MOB, TPF)	85

1 Allgemeines

Die schweizerischen Meterspurbahnen wiesen zum Teil sehr unterschiedliche Abmessungen ~~Abmessungen~~ bei den Radsätzen und Weichen auf.

Diese meistens aus der Entstehungszeit der Bahnen stammenden Unterschiede erschweren den Fahrzeugaus-tausch zwischen verschiedenen Bahnunternehmen. Gleichzeitig ist der Einsatz von fremden Dienstfahrzeugen bei gewissen Unternehmen zum Teil gar nicht möglich.

~~Deshalb stellte~~ Zur Standardisierung der Paarung Radsatz/Weiche und der Geometrie der Radprofile wurde die Arbeitsgruppe «Rollmaterial Schmalspur» (RomaS) der «Kommission Technik Schiene» R RTE 29500 erstellt. In der 2. Ausgabe ist die Regelung überarbeitet und auf den neusten Wissensstand gebracht worden.

1.1 Ziele der Regelung

Die vorliegende RTE-Regelung unterstützt die Bahnen bei der Optimierung des VöV im Jahre 1994 allen Systems Radsatz/Weiche. Sie zeigt Standards und deren Verwendung auf und leistet einen wichtigen Beitrag für das sichere Befahren von Weichen.

Im Anhang der Regelung sind detaillierte Spezifikationen vorhanden:

- Radsatz/Radprofil Typ A und Weiche Typ a
- Radsatz/Radprofil Typ B und Weiche Typ b
- Radsatz/Radprofil Typ C
- Weiche für Mischbetrieb

Die Beschreibung der Instandhaltung der Radsätze sind in dieser Regelung ausgeschlossen und befinden sich in der R RTE 41500. Die Beschreibung der Instandhaltung der Weichen befindet sich in der R RTE 22566.

1.2 Anwendung

1.2.1 Gültigkeitsbereich

Die R RTE 29500 richtet sich nach den Bedürfnissen der Meterspurbahnen einen Fragebogen zur Geometrie von Radsätzen und Weichen zu. Die Strassenbahnen wurden wegen ihrer vollständig anderen in der Schweiz. Die Optimierung des Radprofils (Verschleissradprofil) ist nicht Gegenstand dieser Regelung. Die Optimierung soll in Abhängigkeit des Fahrzeugtyp, des Einsatzbereiches und der berührungsgeometrischen Interaktion erfolgen. Hierzu wird auf die Erkenntnisse der Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug/Fahrweg (RAILplus) verwiesen.

1.2.2 Ausschluss der Trambahnen

Die geometrischen Verhältnisse von dieser Erhebung ausgenommen. Alle Bahnen lieferten die benötigten Angaben. Die erhobenen Trambahnen (schienengebundene, städtischen Verkehrsbetriebe) mit kleineren Spurkranzabmessungen, die auf Rillenschienenweichen verkehren, unterscheiden sich wesentlich von den übrigen Meterspurbahnen. Daher werden diese in der vorliegenden Regelung nicht berücksichtigt.

Daten dienten als Grundlage für die Erstellung der Richtlinien vom 30.04.1999, die gemeinsam von den Arbeitsgruppen «Bau» und «RomaS» der Kommission «Technik Schiene» des VöV und mit SBB-Spezialisten erarbeitet wurde.

Zur Bestätigung der in den Richtlinien vom 30.04.1999 angenommenen q_R - und q_E -Masse wurden 2005 in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Technik und Wirtschaft (FH) Dresden bei den Bahnunternehmen AB, BOB, CJ, MGB (FO, BVZ), MOB, RBS, RhB, TPF (GFM), TRAVYS (YStC) und zb (SBB-Brünig, LSE) die Radprofile von ca. 200 Fahrzeugen und die Weichenzungenprofile von etwa 100 Weichen ausgemessen und aufgezeichnet. Aus der Fülle der so erhaltenen Daten konnten die noch fehlenden Erkenntnisse abgeleitet und für die vorliegende, überarbeitete Regelung verwendet werden. Diese Ausgabe ersetzt diejenige vom 30.04.1999

2 Ziele der Regelung

Ziele der Regelung sind:

- Vorschlag zu einer standardisierten Paarung «Radsatz-Weiche» für alle Meterspurbahnen der Schweiz.
- Festlegung des Lösungswegs und der notwendigen Zwischenschritte, um zu einer Standardisierung zu gelangen.
- Den Meterspurbahnen aufzeigen, wie sie die wirklich vorhandenen geometrischen Verhältnisse erfassen und die Standardisierung durchführen können.
- Vorschlag eines «Universalradsatzes» für polyvalent einsetzbare Dienstfahrzeuge, die auf verschiedenen Netzen eingesetzt werden können. Dabei müssen die beste-

~~henden und künftigen Weichen betriebssicher befahren werden können.~~

~~Die wichtigsten Vorteile dieser Standardisierung sind:~~

- ~~— Kosten senken durch gemeinsames Beschaffen von Radsätzen und Standardweichen.~~
- ~~— Kosten senken durch freien Austausch von Rollmaterial (z.B. Baudienstfahrzeuge).~~
- ~~— Erhöhen der Sicherheit durch das Anwenden anerkannter Normen.~~

© VöV

3 — Hauptabmessungen bei den Radsätzen und Weichen

3.1 — Grundsätze für das sichere Befahren von Weichen

Die vorliegende Regelung hält die geometrischen Abmessungen sowie deren zulässige Toleranzen bei den Radsätzen und Weichen fest. Diese sind für das sichere, komfortable und wirtschaftliche Befahren von Weichen zu berücksichtigen. Sie gelten unabhängig von der maximalen Fahrgeschwindigkeit und bilden damit notwendige Bedingungen für das einwandfreie Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg. Beim Festlegen von maximal zulässigen Geschwindigkeiten über den Hauptstrang der Weichen (nicht in ablenkender Stellung), ist die Berührgeometrie Rad/Schiene zusätzlich zu berücksichtigen. Mit den geometrischen Abmessungen und der Berührgeometrie Rad/Schiene sind also die notwendigen und zugleich hinreichenden Bedingungen definiert, die eine Beurteilung der Befahrbarkeit von Weichen im Hinblick auf die Fahrsicherheit und die Laufgüte erlauben. Die in dieser Regelung für die in Weichen festgelegten Minimalwerte für die Spurweite und die Maximalwerte für das Spurmass sind so optimiert, dass sie das Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg auch in den übrigen Trassierungsbereichen (Bögen, gerade Strecken) günstig beeinflussen.

3.2 — Definitionen und Formelzeichen

1.2.3 Die Zeichnung «Radsatz in einer Weiche» (Beilage 2.1) Einführung Standardisierung

Bei der Verwendung der Kombination Vignol- und Rillenschienen ist die Befahrbarkeit der Weichen mit den jeweilig verwendeten Radprofilen zu überprüfen. Als «Stand der Technik» sollen die «Technische Regeln Spurführung (TR Sp)» des VDV angewendet werden.

Eine Standardisierung auf die Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a ist anzustreben. In Netzen, in welchen sowohl Vignol- als auch Rillenschienen befahren werden, ist eine Abweichung notwendig.

2 Grundlagen

2.1 Hoheitliche Regelungen

<u>AB-EBV</u> <u>SR 742.141.11</u>	<u>Ausführungsbestimmungen zur</u> <u>Eisenbahnverordnung</u>	<u>Stand</u> <u>01.07.2024</u>
<u>RL FV-MSZ</u> <u>(RL BAV)</u>	<u>Richtlinie Nachweis sicheres Fahrverhalten Meter-</u> <u>spur-, Spezialspur- und Zahnradbahnen</u> <u>Aktenz.: BAV-511.5-00027/00004/00003/00004</u>	<u>Stand</u> <u>01.01.2021</u>

2.2 Normen

<u>SN EN 13674-1</u>	<u>Bahnanwendungen – Oberbau – Schienen – Teil 1:</u> <u>Vignolschienen ab 46 kg/m</u>	<u>Ausgabe</u> <u>2017</u>
<u>SN EN 13674-3</u>	<u>Bahnanwendungen – Oberbau – Schienen – Teil 3:</u> <u>Radlenkerschienen</u>	<u>Ausgabe</u> <u>2010</u>
<u>SN EN 13674-4</u>	<u>Bahnanwendungen – Oberbau – Schienen – Teil 4:</u> <u>Vignolschienen mit einer längenbezogenen</u> <u>Masse zwischen 27 kg/m und unter 46 kg/m</u>	<u>Ausgabe</u> <u>2019</u>
<u>SN EN 13715</u>	<u>Bahnanwendungen - Radsätze und Drehgestelle -</u> <u>Räder - Radprofile</u>	<u>Ausgabe</u> <u>2020</u>
<u>SN EN 14811</u>	<u>Bahnanwendungen – Oberbau – Spezialschienen –</u> <u>Rillenschienen und zugehörige Konstruktionsprofile</u>	<u>Ausgabe</u> <u>2019</u>

2.3 RTE-Regelungen

<u>D RTE 22556</u>	<u>Kontrollmasse der Weichen Meterspur</u>	<u>2. Ausgabe</u> <u>18.08.2022</u>
<u>R RTE 22566</u>	<u>Einbau, Kontrollen und Unterhalt der Weichen</u>	<u>2. Ausgabe</u> <u>18.08.2022</u>
<u>R RTE 22570</u>	<u>Einbau, Kontrollen und Unterhalt von Gleisen Meter-</u> <u>spur</u>	<u>1. Ausgabe</u> <u>31.07.2012</u>
<u>R RTE 41500</u>	<u>Instandhaltung Radsätze Meterspur</u>	<u>1. Ausgabe</u> <u>15.07.2012</u>

2.4 Richtlinien und Merkblätter

<u>UIC 510-2</u>	<u>Wagen. Bedingungen für die Verwendung von Rä-</u> <u>dern verschiedener Durchmesser in Laufwerken un-</u> <u>terschiedlicher Bauart</u>	<u>4. Ausgabe,</u> <u>Oktober</u> <u>2002</u>
<u>UIC 716</u>	<u>Maximal zulässige Abnutzungsprofile für Weichen</u>	<u>2. Ausgabe,</u> <u>Mai 2004</u>
<u>VDV</u>	<u>Technische Regeln Spurführung (TR Sp)</u> <u>Für die Spurführung von Schienenbahnen nach der</u> <u>Verordnung über den Bau und Betrieb der Strassen-</u> <u>bahnen (BOStrab)</u>	<u>Stand</u> <u>Mai 2006</u>

2.5 Studien

<u>Diplomarbeit HTW Dresden</u>	<u>Untersuchungen zur Übertragung der Ergebnisse aus ORE C 70 auf die Meterspurbahn der Schweiz, Thomas Kiessner, Udo Ritscher</u>	<u>Feb 2006</u>
<u>RAILPlusSF-00028</u>	<u>Spurkranz schwächen</u>	<u>Ausgabe ^{a)} 09.12.2023</u>
<u>RAILPlusSF-00005</u>	<u>Auswirkungen unterschiedlicher Raddurchmesser bei der Interaktion Radsatz bzw. Radprofil im Be- reich der Herzstücke von doppelten Bogenkreu- zungsweichen (DKW)</u>	<u>Ausgabe ^{a)} 17.03.2023</u>

a) <https://www.railplus.ch/de/stemf%C3%BChrerschaft-interaktion/know-how/gesamtliste-der-dokumente>

3 Abkürzungen und Begriffe

3.1 Abkürzungen

<u>BAV</u>	<u>Bundesamt für Verkehr</u>
<u>CAD</u>	<u>computer-aided design (rechnerunterstütztes Konstruieren)</u>
<u>CNC</u>	<u>computerized numerical control</u> <u>(rechnergesteuerte Werkzeugmaschinen)</u>
<u>SOK</u>	<u>Schienenoberkante</u>
<u>UIC</u>	<u>Internationaler Eisenbahnverband</u> <u>(Union Internationale des Chemins de fer)</u>
<u>VDV</u>	<u>Verband Deutscher Verkehrsunternehmen</u>

3.2 Abkürzungen der Meter-/Spezialspurbahnen und Strassenbahnen

<u>AB</u>	<u>Appenzeller Bahnen</u>
<u>ASm</u>	<u>Aare Seeland mobil</u>
<u>AVA</u>	<u>Aargau Verkehr AG (AVA)</u>
<u>BERNMOBIL</u>	<u>Städtische Verkehrsbetriebe Bern</u>
<u>BLM</u>	<u>Bergbahn Lauterbrunnen-Mürren</u>
<u>BLT</u>	<u>Baselland Transport</u>
<u>BOB</u>	<u>Berner Oberland-Bahnen</u>
<u>BVB</u>	<u>Basler Verkehrs-Betriebe</u>
<u>CJ</u>	<u>Chemins de fer du Jura</u>
<u>FART</u>	<u>Ferrovie Autolinee Regionali Ticinesi</u>
<u>FB</u>	<u>Forchbahn</u>
<u>FLP</u>	<u>Ferrovie Luganesi</u>
<u>FW</u>	<u>Frauenfeld-Wil Bahn</u>
<u>GGB</u>	<u>Gornergrat Bahn</u>
<u>JB</u>	<u>Jungfrau Bahn</u>
<u>LEB</u>	<u>Chemin de fer Lausanne-Echallens-Bercher</u>
<u>LTB</u>	<u>Limmattalbahn (betrieben durch AVA)</u>
<u>MBC</u>	<u>Transports de la région Morges-Bière-Cossonay</u>
<u>MGB</u>	<u>Matterhorn Gotthard Bahn</u>
<u>MOB</u>	<u>Chemin de fer Montreux-Oberland Bernois</u>
<u>MVR</u>	<u>Transports Montreux-Vevey-Riviera</u>
<u>NStCM</u>	<u>Chemin de fer Nyon-St-Cergue-Morez</u>
<u>RBS</u>	<u>Regionalverkehr Bern-Solothurn</u>
<u>RhB</u>	<u>Rhätische Bahn</u>
<u>SNCF</u>	<u>Société nationale des chemins de fer français</u> <u>(Betrieb Le Châtelard Frontière – St-Gervais-les-Bains-le-Fayet)</u>
<u>SSIF</u>	<u>Società Subalpina di Imprese Ferroviarie</u> <u>(Betrieb Ribellasca – Domodossola)</u>
<u>TMR</u>	<u>Transports de Martigny et regions</u>
<u>TPC</u>	<u>Transports Publics du Chablais</u>

<u>TPF</u>	<u>Transports publics fribourgeois</u>
<u>TPG</u>	<u>Transports publics genevois</u>
<u>TRAVYS</u>	<u>Transports Vallée de Joux-Yverdon-Sainte-Croix</u>
<u>transN</u>	<u>Transports Publics Neuchâtelois</u>
<u>VBG</u>	<u>Verkehrsbetriebe Glattal</u>
<u>VBZ</u>	<u>Verkehrsbetriebe Zürich</u>
<u>zb</u>	<u>Zentralbahn</u>

3.3 Begriffe

3.3.1 Zusammenwirken Radsatz und Weiche

Die Abbildung 3-1 enthält alle Abmessungen und Angaben, die für das Zusammenwirken der Radsätze und Weichen von Bedeutung sind. In der Beilage 2, Tabelle 3-2 sind dazu alle Formelzeichen und Definitionen in deutscher und französischer Sprache zusammengestellt. Für den leichteren Vergleich zwischen den verschiedenen Meter-spurbahnen wurden die Formelzeichen in Anlehnung an die deutsche Sprache festgelegt. Sie entsprechen den Vereinbarungen in den UIC-~~Merk-blättern~~Merkblättern und Normen und damit der international üblichen Terminologie.

3.3 Kriterien für die Optimierung des Systems Radsatz/Weiche

3.3.1 Leitweite in der Weiche $\geq$ Leitmass des Radsatzes $I \geq L$

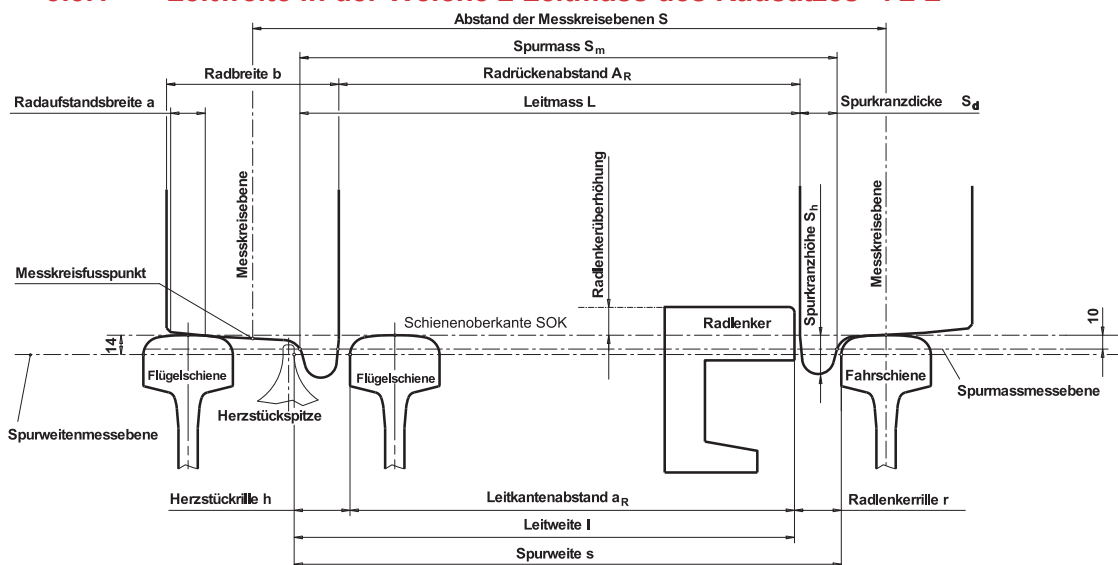


Abbildung 3-1: Schnitt eines Radsatzes in einer Weiche.

<u>Abkürzung</u> <u>Abréviation</u>	<u>Deutsche Definition</u> <u>Définition allemande</u>	<u>Französische Definition</u> <u>Définition française</u>
<u>Weiche</u> <u>Branchement</u>	<u>s</u> <u>Spurweite</u>	<u>Ecartement du branchement</u>
	<u>a_R</u> <u>Leitkantenabstand (Stichweite)</u>	<u>Ecartement patte de lièvre – contre-rail</u>
	<u>l</u> <u>Leitweite</u>	<u>Cote de guidage</u>
	<u>r</u> <u>Radlenkerrille</u>	<u>Ornière du contre-rail</u>
	<u>h</u> <u>Herzstückrille</u>	<u>Ornière du cœur</u>
	<u>q_e</u> <u>Klaffmass</u>	<u>Mesure du décollement</u>
	<u>=</u> <u>Stockschiene (Backenschiene)</u>	<u>Contre-aiguille</u>
	<u>=</u> <u>Fahrschiene</u>	<u>Rail</u>
	<u>=</u> <u>Flügelschiene</u>	<u>Patte de lièvre</u>
	<u>=</u> <u>Herzstückspitze</u>	<u>Pointe du cœur</u>
	<u>=</u> <u>Weichenzunge</u>	<u>Lame d'aiguille</u>
	<u>u_z</u> <u>Unterschlagung der Weichenzunge</u>	<u>Recouvrement par le rail de contre-aiguille</u>
	<u>z</u> <u>Zungenabsenkung</u>	<u>Profondeur de la lame</u>
<u>Radsatz</u> <u>Essieu</u>	<u>S</u> <u>Abstand der Messkreisebenen (Abstand der Laufkreisebenen)</u>	<u>Ecartement de cercles de roulement</u>
	<u>S_m</u> <u>Spurmass</u>	<u>Ecartement de l'essieu</u>
	<u>A_R</u> <u>Radrückenabstand (Stichmass)</u>	<u>Ecartement des faces internes des roues</u>
	<u>L</u> <u>Leitmass</u>	<u>Cote de guidage</u>
	<u>b</u> <u>Radreifen- bzw. Radkranzbreite</u>	<u>Largeur de la roue</u>
	<u>a</u> <u>Radaufstandsbreite</u>	<u>Largeur d'appui de la roue</u>
	<u>S_h</u> <u>Spurkranzhöhe</u>	<u>Hauteur du boudin</u>
	<u>S_d</u> <u>Spurkranzdicke</u>	<u>Epaisseur du boudin</u>
	<u>q_R</u> <u>q_R-Mass</u>	<u>Epaisseur du flanc du boudin</u>
	<u>γ</u> <u>Spurkranzflankenwinkel</u>	<u>Angle du flanc de boudin</u>
	<u>μ</u> <u>Reibwert Spurkranz/Schiene</u>	<u>Coefficient d'adhérence boudin/rail</u>
	<u>=</u> <u>Messkreis (Laufkreis)</u>	<u>Cercle de roulement</u>

Tabelle: 3-2 Definitionen und Formelzeichen für Radsätze und Weichen.

3.3.2 Schienen- und Radlenkerprofile

Folgende **Schienen- und Radlenkerprofilbezeichnungen** werden üblicherweise bei den Meterspurbahnen verwendet.

<u>Profilbezeichnung</u>	<u>Bezeichnung gemäss EN-Norm</u>	<u>EN-Norm</u>
<u>SBB I</u>	<u>46E1</u>	<u>SN EN 13674-1</u>
<u>SBB IV</u>	<u>54E2</u>	<u>SN EN 13674-1</u>
<u>VST 36 / SBB V</u>	<u>36E3</u>	<u>SN EN 13674-4</u>
<u>Ri 60</u>	<u>60R1</u>	<u>SN EN 14811</u>
<u>RISBB</u>	<u>=</u>	<u>=</u>
<u>U69, UIC33, RL 1-60</u>	<u>33C1</u>	<u>SN EN 13674-3</u>

Tabelle 3-3: Schienen- und Radlenkerprofilbezeichnungen (nicht abschliessend)

4 Grundsätze

4.1 Grundsätze für das sichere Befahren von Weichen

Die vorliegende Regelung hält die geometrischen Abmessungen sowie deren zulässige Toleranzen bei den Radsätzen und Weichen fest. Diese sind für das sichere, komfortable und wirtschaftliche Befahren von Weichen zu berücksichtigen. Sie gelten unabhängig von der maximalen Fahrgeschwindigkeit und bilden damit notwendige Bedingungen für das einwandfreie Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg.

Die in dieser Regelung für die in Weichen festgelegten Minimalwerte für die Spurweite und die Maximalwerte für das Spurmass sind so optimiert, dass sie das Zusammenwirken von Fahrzeug und Fahrweg auch in den übrigen Trassierungsbereichen (Bögen, gerade Strecken) günstig beeinflussen.

Die Empfehlungen zur Standardisierung der Paarung Radsatz/Weiche berücksichtigen die Aspekte des sicheren Befahrens von Weichen. Aus Sicht des Zusammenwirkens Fahrzeug/Fahrweg sind weitere Parameter zu beachten, die für die Fahrsicherheit von entscheidender Bedeutung sind und nicht Bestandteil dieser RTE-Regelung sind. So z.B. beim Festlegen von maximal zulässigen Geschwindigkeiten über den Hauptstrang der Weichen.

5 Hauptabmessungen bei Radsätzen und Weichen

Werden die angegebenen Toleranzen einzelner Werte ausgereizt, kann dies dazu führen, dass andere Toleranzen eingeschränkt werden müssen, damit Werte, die aus Summentoleranzen gebildet werden, nicht verletzt werden oder bestimmte Bedingungen verletzt werden:

Radsatztyp		Leitweite l	$l = s - r$
<u>A</u>	<u>nominell</u>	<u>965</u>	<u>1'003-38 = 965</u>
	<u>max</u>	<u>969</u>	<u>1'013-36 = 977</u>
	<u>min</u>	<u>963</u>	<u>1'000-40 = 960</u>

Tabelle 5-1: Beispiel Summentoleranz

Dies ist umso wichtiger für das Mass a_R , bei dem keine eigenen Toleranzen angegeben werden, es jedoch für eines in Abschnitt 5.2 aufgeführten Kriterien herangezogen wird.

5.1 Leitweite in der Weiche $\geq$ Leitmass des Radsatzes ($l \geq L$)

Das Einhalten dieses Kriteriums verhindert, dass der Spurkranz an der Herzstückspitze anschlägt, bzw. aufsteigt. Durch die zunehmende Abnutzung des Spurkranzes wird diese Bedingung immer besser, mit der zunehmenden Abnutzung des Radlenkers hingegen immer schlechter eingehalten. Fahrzeuge, welche im Betriebseinsatz die Tendenz zu Spurkranzverdickung aufweisen, sind diesbezüglich besonders sorgfältig zu überwachen.

4.25.2 Radrückenabstand $\geq$ Leitkantenabstand ($A_R \geq a_R$)

Dieses Kriterium bestimmt, ob der Radsatz in der Weiche «klemmt». Ein zu kleines Spiel bedeutet, dass der Radsatz fast immer durch den Radlenker oder die Flügel-schiene geführt wird. Ein Spiel von 9 bis 12 mm ist optimal.

4.35.3 Radlenkerrille $\geq$ Spurkranzdicke ($r \geq S_d$)

Dieses Kriterium bestimmt, ob der Radsatz auf natürliche Weise durch die Weiche läuft und ob ein «Klemmen» des Rades zwischen Radlenker und Fahrschiene auftritt. Es wird ein Spiel von ca. 10 mm empfohlen.

4.45.4 Spurweite $\geq$ Spurmass ($s \geq S_m$)

Das Radsatzspurmass muss so auf die Spurweite abgestimmt sein, dass kein «Zwängen» an der Fahrkante auftritt. Beim Überprüfen dieses Kriteriums ist zu berücksichtigen, dass sich die Radsatzwellen bei Belastung durchbiegen (unterschiedlich bei Innen- bzw. Aussenlagerung). Das verfügbare Spurspiel (Spurweite minus Spurmass) sollte in Anlehnung an die Normalspur mindestens 4 mm betragen.

Die Grösse des Spurspiels gewinnt vor allem dann an Bedeutung, wenn mit höheren Geschwindigkeiten gefahren wird. Dazu ist ein grösseres Spurspiel günstiger.

4.55.5 q_R -Mass

Das q_R -Mass gibt Informationen zu den geometrischen Veränderungen am Spurkranz, die sich durch den Verschleiss in Bezug auf die Entgleisungssicherheit ungünstig entwickelt haben, auswirken. Wie die Beilagen 8.1 und 8.2 zeigend das Kapitel 10.1 zeigt, sind der Form des Spurkranzes einerseits aus Sicht der Entgleisungssicherheit im Bereich des Zusammenwirkens der Räder und Weichenzungen und andererseits aus Sicht der Entgleisungssicherheit auf der freien Strecke Grenzen gesetzt. Entscheidend ist in beiden Fällen der Winkel des Spurkranzes. Da sich dieser nicht direkt und einfach messen lässt, wurde für seine Beurteilung das q_R -Mass eingeführt. Der Spurkranzflankenwinkel und das q_R -Mass stehen in folgendem Zusammenhang:

- Ein zu grosser Spurkranzflankenwinkel wird durch ein zu kleines q_R -Mass erkannt.
- Ein zu kleiner Spurkranzflankenwinkel wird unter gewissen Voraussetzungen durch ein zu grosses q_R -Mass erkannt. Aufgrund der bisherigen Erfahrungen ist ein ~~ver-grössertes~~vergrössertes q_R -Mass in der Regel nicht auf einen kleineren Spurkranzwinkel, sondern auf eine Verdickung der Spurkränze zurückzuführen.

Im Bereich der Weichenzunge gilt das Entgleisungsmodell gemäss ~~Beilage 8.1.~~Kapitel 10.1. Am Radsatz darf im Bereich der ~~Weichenzungen~~Weichenzungenspitze kein zu grosser ~~Flankenwinkel~~Spurkranzflankenwinkel auftreten, da sonst das Rad bei grösserem Anlaufwinkel an der Weichenzungenspitze aufsteigt und in der Folge eine Entgleisung eingeleitet werden kann. ~~Da~~Wenn sich die Weichenzungen im Bereich von ~~Krümmungen~~Gleisbögen befinden, entstehen zusätzlich hohe Einzelradkräfte waagrecht/quer, was am vorlaufenden bogenäusseren Rad ein hohes Y/Q zur Folge hat.

In Analogie zur Normalspur und dem dieser zugrunde liegenden System ORE C 70 wurde für die Meterspurbahnen ein q_{Rmin} gemäss ~~Beilage 8.3~~Abschnitt 10.1 definiert.

3.3.2 — q_e -Mass

~~Im Bereich der Weichenzungenspitzen ist die Radführung besonders zu beachten. Es ist eine möglichst kontinuierliche und ruckarme Führung der Radsätze für alle Verschleisszustände der Räder und Weichenzungen anzustreben. Beim Spitzbefahren einer Weiche ist einem allfälligen Aufsteigen des Rades an der Zunge grösste Beachtung zu schenken.~~

5.6 Klaffmass

Die Lage der Weichenzungenspitze wird durch das Klaffmass q_ϵ , dem Funktionsmass q_{wz} und der Absenkung der Zungenspitze beschrieben. Als Klaffen der Weichenzunge bezeichnet man den rechtwinkligen Abstand zwischen der Stockschiene und der Weichenzunge. Das Klaffmass q_ϵ und das Funktionsmass q_{wz} wird in Richtung der Spurweitenmessebene gemessen.

Die Zungenschiene muss eine auf das Radprofil und dessen Mindestmass q_R (siehe 3.3.5) Abschnitt 5.5) abgestimmte Ausbildung (Form/Verhobelung) aufweisen. Im Betrieb darf ein bestimmtes Klaffmass q_ϵ (Abliegen der Zungenspitze Weichenzungenspitze von der Backenschiene Stockschiene auch unter Einwirkung der Führungskräfte) nicht überschritten werden. In der Beilage 8.4 Abschnitt 10.2 ist das Höchstmass q_ϵ sowie die Ausbildung der Zunge definiert.

Schliesst ein Stammgleis Hauptgleis mit einem Kurvenradius von $\leq R \leq 150$ m direkt an eine Weiche mit gleichgerichteter Ablenkung an (Grundform oder Bogenweiche), so gelten bezüglich bezüglich der Masse am Zungenanfang der Weichenzungenspitze (q_{wz}) strengere Bedingungen. Dadurch ergibt sich für diese Weichen ein kleineres zulässiges Klaffmass q_ϵ (siehe Beilage 8.4 Abschnitt 10.2).

3.3.3 — Abmessungen am Zungenanfang

~~Nach dem zugrunde liegenden System ORE C 70 hängt die sichere Befahrbarkeit der Weichen wesentlich von der relativen Lage der Zungenspitze zur Backenschiene ab. Grundsätzlich wird die Querlage der Zunge durch den Weichenantrieb und den Weichenverschluss bestimmt. Der Antrieb führt den Umstellvorgang aus und der Verschluss fixiert die Zunge. Die Querlage der Zunge zur Backenschiene kann dabei nur über den Verschluss eingestellt werden.~~

~~Durch die Abnutzung der Backenschiene können sich aber unterschiedliche Situationen bei gleichem Klaffmass ergeben. Deshalb ist es nicht ausreichend, nur das Klaffmass allein zu prüfen. Um die sichere Befahrbarkeit der Zunge zu gewährleisten, muss eine geometrische Prüfung am Zungenanfang vorgenommen werden. Mit der Prüflehre wird sichergestellt, dass das Mass q_{wz} bedingungsgemäss ist (Beilage 8.3 und Zungenlehre 1, Beilage 9.1).~~

3.3.4 — Ausbrüche an der Weichenzunge

~~Ausbrüche an der Zunge sind zulässig, wenn deren Längen kleiner als 200 mm sind und deren Tiefen 17.4 mm nicht überschreiten.~~

~~Die Prüfung der Ausbrüche erfolgt mit der Zungenlehre 2 (Beilage 9.2).~~

3.4 — Resultate der Untersuchungen

~~Wie oben aufgezeigt, erlaubt es die Vielfalt der vorgefundenen geometrischen Verhältnisse derzeit noch nicht, den Übergang zu einer einzigen Paarung Radsatz/Weiche zu vollziehen. Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen empfiehlt die Arbeitsgruppe:~~

~~— Als zukünftige Standardausrüstung gilt die Paarung:
Radsatz Typ A / Weiche Typ a~~

~~Dieser Standard kann von den Bahnunternehmen der verschiedenen Gruppen gemäss Ziffer 4 in mehreren folgerichtigen Schritten *langfristig* realisiert werden.~~

~~— Als Übergangslösung gilt die Paarung:~~

~~**Radsatz Typ B / Weiche Typ b**~~

~~Diese Übergangslösung kann von den Bahnunternehmen der verschiedenen Gruppen gemäss Ziffer 4 in mehreren folgerichtigen Schritten *mittelfristig* realisiert werden.~~

4 — Gruppierung der Meterspurbahnen anhand der vorhandenen Radsätze und Weichen

Eine Umfrage hat ergeben, dass sich die Schweizer Meterspurbahnen in Bezug auf die zur Zeit vorhandenen Weichen und Radsätze sowie in Bezug auf den künftig anzustrebenden Endzustand in vier Gruppen einteilen lassen:

Bahnunternehmen der Gruppe I

Dazu gehören: AB (ohne ex. TB), BOB, GGB, MBC (früher BAM), MIB, MGB (früher FO und BVZ), RhB, TMR (früher MC), TRAVYS (früher YStC), zb (früher LSE und SBB-Brünig).

Diese Bahnunternehmen können mit den vorhandenen Radsätzen und Weichen in den End-Standard bei Fahrzeugen und Oberbau übergehen.

Bahnunternehmen der Gruppe II

Dazu gehören: CJ, JB, MOB, MVR (früher CEV), TPF (früher GFM), TRN (nur frühere CMN/PSC).

Diese Bahnunternehmen können den endgültigen Standard bei Fahrzeugen und Oberbau nur unter Beachtung von zwei folgerichtigen Umbauschritten erreichen:

Erster Schritt:

Ersatz aller vorhandenen Radsätze, die nicht den Typen A oder C entsprechen.

Zweiter Schritt:

Ersatz oder Anpassung aller Weichen, die nicht dem Typ a entsprechen.

Bahnunternehmen der Gruppe III

Dazu gehören: ASm (früher OSST), BLM, FART, FLP, FW, LEB, NStCM, RBS (ohne Linie G), TPC (nur frühere AOMC und ASD), TRN (nur frühere CMN/RdB).

Diese Bahnunternehmen können den endgültigen Standard bei Fahrzeugen und Oberbau nur unter Beachtung von drei folgerichtigen Umbauschritten erreichen:

Erster Schritt:

Ersatz der vorhandenen Weichen durch solche des Typs b.

Zweiter Schritt:

Ersatz aller vorhandenen Radsätze, die nicht den Typen A oder C entsprechen.

Dritter Schritt:

Ersatz oder Anpassung aller Weichen, die nicht dem Typ a entsprechen.

Bahnunternehmen der Gruppe IV

Dazu gehören: BD, FB, RBS (nur Linie G), TPC (nur frühere AL und BVB), WSB.

Diese Bahnunternehmen können sich dem Standard der Strassenbahnen anschliessen oder den endgültigen Standard von Radsätzen und Weichen dieser Regelung unter Beachtung von vier folgerichtigen Umbauschritten erreichen:

Erster Schritt:

Ersatz der vorhandenen Radsätze, deren Räder eine Breite kleiner als 110 mm aufweisen, durch solche des Typs B.

Zweiter Schritt:

Ersatz der vorhandenen Weichen durch solche des Typs b oder entsprechende Anpassungen an den bestehenden Weichen.

Dritter Schritt:

Ersatz aller vorhandenen Radsätze, die nicht den Typen A oder C entsprechen.

Vierter Schritt:

Ersatz oder Anpassung aller Weichen, die nicht dem Typ a entsprechen.

Die oben aufgeführten Gruppen und die zur Erlangung des Endzustands nötigen Schritte sind in der Beilage 1 zusammengestellt. Die Radsatztypen A und B sowie die Weichentypen a und b sind in den Beilagen 3 bis 6 definiert.

Langfristig sollten alle Meterspurbahnen anstreben, auf den endgültigen Standard bei Radsätzen und Weichen überzugehen. Die dabei anzuwendenden Schritte sind in den Ausführungen oben vorgeschlagen. Diese können anlässlich von nötigem Ersatz und planmässigem Unterhalt praktisch kostenneutral durchgeführt werden.

Für Fahrzeuge von Dritten (Baufahrzeuge usw.), welche auf verschiedenen Meterspurnetzen eingesetzt werden, ist der Radsatz des Typs C anzuwenden. Dieser Radsatz kann unter besonderer Berücksichtigung einschränkender geometrischer Abmessungen (Beilage 7) auf allen Weichen sicher verkehren.

Bestehende Radsätze, die nicht dem Typ A entsprechen, können durch Anwendung von Spezialprofilen an die Weichen des Typs a angepasst werden.

5 Weitere zu berücksichtigende Parameter

Die oben dargestellten Empfehlungen zur Standardisierung der Paarung Radsatz/Weiche berücksichtigen die Aspekte des sicheren Befahrens von Weichen. Aus Sicht des Zusammenwirkens Fahrzeug/Fahrweg sind weitere Parameter zu beachten, die für die Fahrsicherheit von entscheidender Bedeutung sind.

5.1 Flankenwinkel des Spurkranzes

Der Spurkranzflankenwinkel γ beeinflusst die Entgleisungssicherheit der Fahrzeuge massgebend. Für die freie Strecke gilt das Entgleisungsmodell gemäss Beilage 8.2. Ein allfälliges Aufklettern des Rades an der Schienenfahrkante ist abhängig vom Schmierzustand der Spurkranzflanke und von deren Winkel.

Grundsätzlich gilt, dass die Tendenz zur Entgleisung mit kleiner werdendem Spurkranzflankenwinkel ansteigt. Es wird deshalb in jedem Fall empfohlen, diesen Winkel mit mindestens 70° anzusetzen. Für gewisse entgleisungskritische Fahrzeuge ist es sinnvoll, 75° zu wählen. Treten an gewissen Stellen des Streckennetzes trotzdem systematisch Entgleisungen auf, so ist bei Entgleisungen nach bogenaussen u.a. die Wirksamkeit der Spurkranzschmierung bei den Fahrzeugen zu kontrollieren. Dies kann auch durch Streckenbegehungen überprüft werden. Dabei ist auf das Vorhandensein eines Schmierfilms an der inneren Fahrkante der bogenäusseren Schiene zu achten.

1.65.7 Radrückenabstand eines Radsatzes (Stichmass)

Bei der Beurteilung des im Betriebseinsatz auftretenden Abstands der inneren ~~Radstirnseiten~~Radstirnseiten eines Radsatzes (Radrückenabstand A_R) ist zu berücksichtigen, dass sich die Radsatzwelle bei Belastung durchbiegt. Dabei ist zwischen innen- und ~~aussenliegen-der~~aussenliegender Radsatzlagerung zu unterscheiden. Bei Fahrzeugen mit grossen Unterschieden zwischen Brutto- und ~~Taralast~~Nettolast sind die Beladezustände (Taralast) zu beachten. Die Erfahrung hat gezeigt, dass ca. 1 mm als guter Richtwert für die Berücksichtigung der oben ~~aufgeführten~~aufgeführten Einflussgrössen auf den Radrückenabstand A_R gilt.

Besondere Sorgfalt erfordern Radscheibenformen, die bei hohen thermischen ~~Beanspruchungen~~Beanspruchungen der Radscheiben durch die Klotzbremse verformungsempfindlich sind. Hier empfiehlt sich eine Überprüfung, wenn Anzeichen von hohen thermischen ~~Beanspruchungen~~Beanspruchungen vorliegen.

Für gummigefederte Räder liegen derzeit keine Erfahrungen zu bleibenden Veränderungen des Radrückenabstands A_R im Betriebseinsatz vor. U.a. auch, weil dies von der jeweiligen Bauart abhängig ist. Sie sind diesbezüglich gesondert zu überwachen.

5.2 Radprofile

~~Unter Radprofilen werden bei den Normalspurbahnen sogenannte Verschleissprofile verstanden. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich im Betriebseinsatz berührgeometrisch nicht verändern. Dadurch bleiben die lauftechnischen Eigenschaften der Fahrzeuge auch bei zunehmendem Verschleiss der Radlaufflächen erhalten.~~

~~Bisherige Erfahrungen haben gezeigt, dass sich an den Rädern berührgeometrische Verschleissprofile einstellen, die von den Eigenschaften der zu befahrenden Schienen abhängen. Neben dem Schienentyp, z.B. 46E1 (SBB I) ist dabei vor allem die Einbauneigung der Schienen bedeutsam. So verwenden Normalspurbahnen in Ländern mit Schieneneinbauneigung 1:20 (z.B. England, Norwegen, Frankreich, Finnland, Dänemark) andere Radprofile als Länder mit Schieneneinbauneigung 1:40 (z.B. Schweiz und Deutschland). Die Schweizer Meterspurbahnen verwenden mehrheitlich eine Schieneneinbauneigung von 1:20.~~

~~Die 2005 durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass es sich bei den Radprofilen der VöV-Richtlinie nicht um verschleissangepasste Profile handelt.~~

~~Eine Optimierung der Radprofile hinsichtlich ihrer berührgeometrischen Eigenschaften ist nicht Gegenstand dieser Regelung. Dafür ist ein separates Dokument vorgesehen.~~

4.75.8 Optimierung der Spurkranzhöhe

Bei den Normalspurbahnen werden in Abhängigkeit von den Raddurchmessern ~~unter-schiedliche~~unterschiedliche Spurkranzhöhen S_h eingesetzt. ~~(dies gilt auch für die Spurmasse und den Radrückenabstand).~~ Als Optimierungskriterium gilt der Nachweis der Befahrbarkeit von doppelten Herzstücken in gebogenen Kreuzungsweichen und ~~Gleisdurch-schneidungen~~Gleisdurchschneidungen. Dabei müssen die minimalen Spurkranzhöhen S_h und Raddurchmesser so aufeinander abgestimmt sein, dass beim Befahren der Herzstücke eine ausreichende ~~Profilüberdeckung~~Radprofilüberdeckung gewährleistet ist. Im Rahmen der Entwicklung dieser Regelung wurden keine Untersuchungen zu diesem Problemkreis durchgeführt, da mit den derzeit angewendeten Abmessungen keine Probleme bekannt geworden sind.

Die Befahrbarkeit von Doppelherzstücken ist generell zu überprüfen, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:

- Diese in gekrümmten Trassierungsbereichen liegen_{7,2}
- Der Raddurchmesser $< \textbf{700-760}$ mm beträgt_{7,2}
- Der Durchschneidungswinkel $< 1:7$ ist_{7,2}
- Die Radlenkerüberhöhung < 20 mm misst_{7,2}
- Wenn neue Laufwerksbauarten eingesetzt werden.

In diesen Fällen ist die sichere Befahrbarkeit nachzuweisen. ~~Da für diesen Nachweis noch keine anerkannten Regeln der Technik existieren, muss dieser auf Grund der Erfahrungen beim Bahnunternehmen und in dessen Verantwortung erbracht werden.~~Für die Nachweisführung stehen die Erkenntnisse der Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug/Fahrweg Meterspur zur Verfügung (Untersuchungsbericht RAILPlusSF-00005).

Optimierungen können durch Vergrößerung der minimalen Spurkranzhöhe S_h und/oder Vergrößerung der Radlenkerüberhöhung auf maximal 45 mm erreicht werden. (Achtung: Raumbedarf für allfällige Magnetschienenbremsen beachten^{1)!}).

Der Einbau von Weichen mit gekrümmten Doppelherzstücken ist zu vermeiden.

Bei Bahnen mit Rillenschienen kann es notwendig sein, die maximale Spurkranzhöhe zu begrenzen. In solchen Fällen ist die Befahrbarkeit von doppelten Herzstücken gesondert zu prüfen.

1.85.9 Minimale Radreifen- bzw. Radkranzbreite

Die Radreifen- bzw. Radkranzbreite b muss so festgelegt sein, dass beim Befahren der Weichen im Bereich der Flügelschienen eine minimale Restaufstandsweite des Rades sichergestellt ist. Die Restaufstandsweite des Rades sollte nach Abzug aller ~~Toleranzen~~ Toleranzen in Funktion der Radsatzlast folgende Richtwerte nicht unterschreiten:

- 14,5 mm bei einer Radsatzlast von 160 kN.
- 9 mm bei einer Radsatzlast von 100 kN.
- Die Restaufstandsweite bei anderen Radsatzlasten kann linear abgeleitet werden.
- Es wird empfohlen eine Restaufstandsweite von 6 mm nicht zu unterschreiten.

5.3 ~~Hohllauf~~

~~Durch die Abnutzung der Radlaufflächen entsteht eine ungleichmässige Profilform, welche nicht mehr der ursprünglichen entspricht. Erhält der äussere Teil des Rades einen grösseren Durchmesser als der Messkreis, so kann dies die Laufgüte beim Befahren einer Weiche beeinträchtigen. Übersteigt der äussere Raddurchmesser den Messkreisdurchmesser wesentlich, so können an den Zungenvorrichtungen und Herzstücken Schäden entstehen.~~

~~In der Beilage 8.5 ist dargestellt, welcher Hohllauf noch zugelassen ist und wie er gemessen werden kann (Beilage 9.4).~~

Standardisierte

6 Standardisierte Typen

Bei Fahrzeugen mit Einsatz auf Vignol- und Rillenschienen, erlaubt es die Vielfalt der vorgefundenen geometrischen Verhältnisse nicht, den Übergang zu einer einzigen Paarung Radsatz/Weiche zu vollziehen. Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen empfiehlt die Projektgruppe eine der folgenden Paarungen anzuwenden:

6.1 Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a

Dieser Standard kann von den Bahnunternehmen in mehreren folgerichtigen Schritten gemäss den verschiedenen Varianten in Kapitel 7 langfristig realisiert werden. Die Details zu diesem Standard sind in Anhang A1 zu finden.

Meterspurbahnen	
<u>AB</u>	<u>Gossau – Appenzell – Wasserauen</u> <u>Altstätten – Gais</u> <u>Appenzell – Gais – St. Gallen (Vollbahnbetrieb;</u> <u>Fahrzeuge mit Mischradprofil «DML-h28-Typ A»)</u> <u>St. Gallen – Trogen (Strassenbahnbetrieb;</u> <u>Fahrzeuge mit Mischradprofil «DML-h28-Typ A»)</u>
<u>ASm</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>BLM</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>BOB</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>CJ</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>GGB</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>JB</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>MBC</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>MGB</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>MOB</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u> <u>(an Stelle von Weichen Typ a sind solche für Mischbetrieb mit Rad-</u> <u>profilen Typ A, Typ B und Typ C gemäss Abschnitt 8.3 verbaut)</u>
<u>MVR</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>RhB</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>SNCF</u>	<u>Le Châtelard Frontière – St-Gervais-les-Bains-le-Fayet</u> <u>(Fahrzeuge interoperabel mit TMR)</u>
<u>TMR</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u> <u>(Fahrzeuge interoperabel mit SNCF)</u>
<u>TPC</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>TPF</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u> <u>(an Stelle von Weichen Typ a sind solche für Mischbetrieb mit Rad-</u> <u>profilen Typ A, Typ B und Typ C gemäss Abschnitt 8.3 verbaut)</u>
<u>TRAVYS</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>TRN</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
<u>ZB</u>	<u>ganzes Meterspurnetz</u>

Tabelle 6-1: Vorgesehener Zielzustand der Meterspurbahnen mit Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a.

6.2 Paarung Radsatz/Weiche Typ B/b

Diese Lösung kann von den Bahnunternehmen in mehreren folgerichtigen Schritten gemäss Abschnitt 7.3, Umbauschritte 1 und 2 mittelfristig realisiert werden. Die Details zu diesem Standard sind in Anhang A2 zu finden.

Bahnunternehmungen im Mischbetrieb von Vignol- und Rillenschienen verwenden die Paarung Radsatz/Weiche Typ B/b als Endzustand, da sonst die geometrischen Verhältnisse bei der Rillenschiene, sprich Rillenbreite für den Veloverkehr sehr ungünstig werden. Idealerweise werden in diesem Bereich Rillenschienen Ri 60 mit Rillenbreite 36 mm verwendet.

Meterspurbahnen	
AVA	<u>Schöftland – Aarau – Menziken</u>
	<u>Wohlen – Bremgarten – Stoffelbach</u>
	<u>(Radlenkerüberhöhung 20 mm)</u>
	<u>Stoffelbach – Dietikon</u>
	<u>(gemeinsame Infrastruktur mit LTB; Trambetrieb)</u>
FART	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
	<u>(Fahrzeuge interoperabel mit SSIF)</u>
FLP	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
FW	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
LEB	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
MOB	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
	<u>(an Stelle von Weichen Typ b sind solche für Mischbetrieb mit Rad-</u>
	<u>profilen Typ A, Typ B und Typ C gemäss Abschnitt 8.3 verbaut)</u>
NStCM	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
RBS	<u>Bern – Worblaufen – Solothurn</u>
	<u>Worblaufen – Unterzollikofen</u>
	<u>Worblaufen – Worbboden</u>
	<u>Worbboden (Werkstatt) – Worb Dorf</u>
	<u>(Mitbenutzung BERNMOBIL)</u>
SSIF	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
	<u>(Fahrzeuge interoperabel mit FART)</u>
TPF	<u>ganzes Meterspurnetz</u>
	<u>(an Stelle von Weichen Typ b sind solche für Mischbetrieb mit Rad-</u>
	<u>profilen Typ A, Typ B und Typ C gemäss Abschnitt 8.3 verbaut)</u>

Tabelle 6-2: Vorgesehener Zielzustand der Meterspurbahnen mit Paarung Radsatz/Weiche Typ B/b.

6.3 Meterspur mit Tramradprofil/Rillenschienenweiche

Meterspur-Trambahnen (Einsatz auf Vignol- und Rillenschienenweichen)	
<u>AVA</u>	<u>Altstetten – Dietikon – Killwangen (LTB; Trambetrieb; Fahrzeuge mit Mischradprofil «LTB-h23-Typ B») Dietikon (gemeinsame Infrastruktur mit Linie Bremgarten – Dietikon; Vollbahnbetrieb)</u>
<u>BERNMOBIL</u>	<u>ganzes Meterspurnetz (keine Migration)</u>
<u>BLT</u>	<u>Meterspur-Stammnetz Waldenburgerbahn (keine Migration)</u>
<u>BVB</u>	<u>ganzes Meterspurnetz (keine Migration)</u>
<u>FB</u>	<u>Rehalp – Esslingen (keine Migration)</u>
<u>RBS</u>	<u>Egghölzli – Worb Dorf (keine Migration; Mitbenutzung BERNMOBIL)</u>
<u>TPG</u>	<u>ganzes Meterspurnetz (keine Migration)</u>
<u>VBG</u>	<u>ganzes Meterspurnetz (keine Migration)</u>
<u>VBZ</u>	<u>ganzes Meterspurnetz (keine Migration)</u>

Tabelle 6-3: Unbestimmter Zielzustand der Meterspurbahnen mit Paarung Radsatz/Weiche Typ offen/offen.

1.96.4 Radprofile

Die Beilagen 4.3, 6.3Anhänge A1, A2 und 7.3A3 enthalten die zulässigen Abmessungen der verschiedenenverschiedenen Radsätze und Radprofile, die sich aus der Untersuchung ergeben haben. Die ProfileRadprofile werden mit CAD-Zeichnungen dargestellt. ~~Die zusammengestellten Profilkordinaten dienen der Erstellung von Schablonen für Kopierdrehmaschinen oder zur Programmierung von CNC-Drehmaschinen.~~

~~Das Radprofil Typ A entspricht dem 1999 eingesetzten Profil bei den Bahnunternehmen BOB, GGB, MIB, MOB, MVR, TPF und zb. Das Radprofil wurde nur leicht angepasst, um die von CAD und CNC verlangten geometrischen Kontinuitätsbedingungen zu erfüllen.~~

~~Das Radprofil Typ B basiert auf dem Radprofil der ASm-Bahnen von 1999.~~

~~Das Radprofil Typ C ist ein Kompromiss zwischen den Typen A und B. Um seine uneingeschränkte Verwendung zu gewährleisten, musste der Radrückenabstand des Typs B und das Leitmass des Typs A übernommen werden. Die dadurch bedingte kleinere Spurkranzdicke führte zu einer Anpassung der Spurkranzkuppe. Dies hat ein kleineres q_R -Mass und eine geringere mögliche Spurkranzabnutzung zur Folge. Dieser Kompromiss ist für den vorgesehenen Einsatz tolerierbar.~~

Ein beachtlicher Teil der Spurkränze wird im Betrieb nicht dünner, sondern im Gegenteil dicker, weil sich insbesondere bei effizienter Spurkranzschmierung die Laufflächen der Räder stärker abnutzen als die ~~inneren~~äusseren Spurkranzflanken. Die Bahnunternehmen müssen ihre Fahrzeuge diesbezüglich überwachen und entsprechende Fahrzeugtypen beim Reprofilieren mit dünneren Spurkränzen versehen. Dabei ist zu beachten, dass die Kontur der Spurkranzkuppe durch diese Korrektur nicht ungünstig verändert wird. Durch das reduzierte Nennmass der Spurkranzdicke wird verhindert, dass die ~~Spurkränze~~Spurkränze nach kurzer Betriebsdauer zu dick werden und somit auch das Leitmass zu gross wird. Die Entwicklung ~~so behandelter Spurkränze von entsprechend behandelten Spurkränzen~~ ist über mehrere ~~Reprofilierungsperioden~~Reprofilierungsintervalle laufend zu überwachen.

6 — Fallbeispiel für die Übergangsphase

~~Es ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass gewisse Meterspurbahnen weitere Übergangsphasen einlegen müssen, bevor sie einen der neuen vorgeschlagenen Typen definitiv einführen können. Das folgende Beispiel zeigt einen solchen Fall.~~

~~Eine Meterspurbahn besitzt Fahrzeuge mit Radsätzen, welche einen Radrückenabstand A_R von 942 mm aufweisen. Solche Radsätze können im Normalfall beim Ersatz der Räder bzw. der Radreifen auf den Norm-Radrückenabstand von 935 mm umgebaut werden. Bei gewissen Radsätzen, besonders bei Triebfahrzeugen, kann dieser aus Platzgründen nicht auf das Normmass geändert werden. Das Bahnunternehmen möchte aber trotzdem nur noch Weichen des Normtyps a einbauen. Wie ist vorzugehen?~~

Lösung:

~~Für alle in Betrieb stehenden Radsätze müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:~~

~~Leitweite l ————— $\geq$ — Leitmass L
 Radrückenabstand A_R ————— $>$ — Leitkantenabstand a_R
 Radlenkerrille r ————— $>$ — Spurkranzdicke S_d~~

~~Um Entgleisungen auf den Herzstücken zu verhindern, muss für die Radlenkerrille ein Kompromiss gefunden werden: Sie wird durch Einlegen von Beilagen um 5 mm verkleinert.~~

Überprüfen, ob alle Bedingungen eingehalten werden:

Kriterien	Ziel Radsatz Typ A Weiche Typ a	Bestehende Radsätze Angepasste Weiche	
Radrückenabstand A_R [mm]	935	942	944
Spurkranzdicke S_d [mm]	27	26	25
Leitmass $L = A_R + S_d$ [mm]	962	968	969
Leitweite l [mm], Bedingung $l > L$	965	970	970
Spurweite s [mm]	1003	1003	1003
Radlenkerrille $r = s - l$ [mm]	38	33	33
Herzstückrille h [mm]	41	41	41
Leitkantenabstand $a_R = l - h$ [mm]	924	929	929
$A_R > a_R$	$935 > 924$	$942 > 929$	$944 > 929$
$r > S_d$	$33 > 27$	$33 > 27$	$33 > 25$

Die Tabelle zeigt, dass alle Bedingungen dank der Verkleinerung der Radlenkerrille erfüllt sind. Diese Massnahme hat jedoch ein vermehrtes Anlaufen am Radlenker zur Folge.

Um eine spätere Verbesserung zu ermöglichen, müssen die Radlenker so konstruiert werden, dass das Spiel durch das Einlegen oder Entfernen von Beilagen zwischen dem Radlenker und den Radlenkerstützen verändert werden kann.

Es wäre auch möglich, die Spurkranzdicke der Fahrzeuge mit $A_R = 944$ mm zu reduzieren, um das Leitmass L 962 mm zu erreichen und so die Tendenz des Anlaufens am Radlenker zu verhindern.

~~7 Radprofil für Dienstfahrzeuge, die auf verschiedenen Netzen verkehren müssen~~

Um die Laufleistung der Räder in Abhängigkeit von Netz- und Fahrzeugeigenschaften, zu erhöhen, kann das jeweilige Radprofil optimiert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die System- und Grenzmasse eingehalten werden.

6.4.1 Radprofil Typ A

Das Radprofil Typ A für Meterspur entspricht dem Radprofil W98 (gemäss Zeichnung 26.000.72.0034 der MGB) aus dem Jahr 2003.

6.4.2 Radprofil Typ B

Das Radprofil Typ B, für Bahnen mit Rillenschienen, basiert auf dem Radprofil der ASm von 1999.

6.4.3 Radprofil Typ C

Das Radprofil Typ C ist ein Kompromiss zwischen dem Radprofil Typ A und Typ B. Um seine uneingeschränkte Verwendung zu gewährleisten, musste der Radrückenabstand von Typ B und das Leitmass von Typ A übernommen werden. Die dadurch bedingte kleinere Spurkranzdicke führte zu einer Anpassung der Spurkranzkuppe. Dies hat ein kleineres q_R -Mass und eine geringere mögliche Spurkranzabnutzung zur Folge. Dieser Kompromiss ist für den vorgesehenen Einsatz tolerierbar.

Dienstfahrzeuge, die bei möglichst vielen Meterspurbahnen verkehren müssen, können mit Radsätzen ~~des Typs~~ von Typ C gemäss ~~Beilage 7~~ Anhang A3 ausgerüstet werden.

Achtung:

Mit dem ~~Profil~~ Radprofil Typ C, das gegenüber den oben dargestellten Radprofilen über stark ~~ein-schränkende~~ ein-schränkende Masse verfügt, können alle aus der Umfrage hervorgegangenen Weichen befahren werden. Infolge der daraus resultierenden Einschränkungen ist der Radsatz Typ C jedoch keine wirtschaftlich vertretbare Alternative im regulären Fahrzeugeinsatz eines Bahnunternehmens.

Jede Meterspurbahn ist verpflichtet, die auf ihrem Netz vorkommenden Bedingungen zu prüfen, bevor sie ein Fahrzeug mit dem Radsatz Typ C auf ihren Strecken zulässt.

8 ~~Bahnen mit strassenbahnähnlichen~~ ~~Verhältnissen~~

~~Die geometrischen Verhältnisse bei Strassenbahnen und bei Bahnen mit strassenbahnähnlichen Verhältnissen weichen zu stark von jenen der übrigen Meterspurbahnen ab, um sie in dieser Regelung berücksichtigen zu können. Dies ist eine Folge der kleinen, durch die Rillenschienen bedingten Spurkranzabmessungen.~~

~~Der Nachweis der sicheren Befahrbarkeit von Weichen mit Vignol-Schienenprofilen ist zu erbringen.~~

9 ~~Schlussfolgerungen~~

~~Eine generelle und beschleunigte Einführung des neuen Standards wäre in den meisten Fällen zu kostspielig. Um diese möglichst kostenneutral durchzuführen, ist die Umsetzung eine langfristige Aufgabe. Die Radsätze können bei Revisionen angepasst werden, die Weichen bei altersbedingtem Ersatz. Es ist auch ein Umbau der Weichen denkbar.~~

~~Die Optimierung des Radprofils (Verschleissprofil) war nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Entsprechende Arbeiten sind geplant. Die Ergebnisse sollen mit einem separaten Dokument geregelt werden.~~

1.9.1 Beilage 1: **Gruppierung der Bahnen**

6.5 Instandhaltung (Zusammenspiel Rad/Schiene)

Für das optimale Zusammenspiel von Rad und Schiene ist dafür zu sorgen, dass es zwischen Rad und Schiene nur einen Berührungspunkt gibt. Um das zu erreichen, sind Rad und Schiene so zu pflegen, dass die die massgebenden Toleranzen eingehalten sind.

Für einen geringen Verschleiss von Rad und Schiene ist eine gut abgestimmte Werkstoffpaarung Rad/Schiene von wesentlicher Bedeutung.

6.5.1 Instandhaltung Radprofil

In der R RTE 41500 ist die Instandhaltung von Radsatz und Radprofil Meterspur geregelt.

6.5.2 Instandhaltung Schienenprofil

In der R RTE 22570 ist die Instandhaltung von Gleisen Meterspur geregelt.

6.5.3 Instandhaltung Weichen

In der D RTE 22556 und der R RTE 22566 ist die Instandhaltung von Weichen Meterspur geregelt.

7 Migration zum Standard

In den Abschnitten 7.1 bis 7.5 sind die zur Erlangung des Endzustands nötigen Schritte für die verschiedenen Ausgangslagen zusammengestellt. Die Radsätze Typ A und Typ B sowie die Weichen Typ a, Typ b und die Weiche für Mischbetrieb sind in den Anhängen A1, A2 und A4 definiert.

Langfristig sollten alle Meterspurbahnen anstreben, den für sie idealen Standard bei Radsätzen und Weichen umzusetzen. Die dabei anzuwendenden Schritte sind in den Ausführungen in den Abschnitten 7.1 bis 7.5 vorgeschlagen. Diese können anlässlich von nötigem Ersatz und planmässigem Unterhalt praktisch kostenneutral durchgeführt werden.

Für Fahrzeuge von Dritten (Baufahrzeuge, etc.), welche auf verschiedenen Meterspurnetzen eingesetzt werden, ist der Radsatz Typ C anzuwenden. Dieser Radsatz kann unter besonderer Berücksichtigung einschränkender geometrischer Abmessungen (Anhang A3) auf allen Weichen sicher verkehren. Es sind alle Masse am Radsatz nach Anhang A3 zu prüfen. Insbesondere ist das Leitmass zu kontrollieren.

Bei bestehenden Radsätzen deren Radprofil nicht dem Typ A, Typ B oder Typ C entsprechen ist deren Anwendbarkeit zu prüfen. Die Radprofilform und der Radsatz als gesamtes müssen auf Eignung zum Schienenprofil und der Einhaltung der Toleranzen zu den jeweiligen Weichen hin überprüft werden.

Bei jeder Umstellung muss jeder Schritt vollständig abgeschlossen sein, bevor zum nächsten Schritt übergegangen werden kann.

7.1 Bahnunternehmen ähnlich zur Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a

Die Meterspurbahnen gemäss Auflistung in Tabelle 6-1, welche einen Zustand ähnlich zur Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a aufweisen, können mit den vorhandenen Radsätzen und Weichen zur Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a bei Fahrzeugen und Oberbau übergehen.

7.2 Bahnunternehmen ähnlich zur Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ B/b

Die Meterspurbahnen gemäss Auflistung in Tabelle 6-2, welche einen Zustand ähnlich zur Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ B/b aufweisen, können die Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a bei Fahrzeugen und Oberbau nur unter Beachtung von folgerichtigen Umbauschritten erreichen:

1. Spurtechnische Untersuchung aller Weichen (Leitkantenabstand a_R , Leitweite l).
2. Leitkantenabstand und Leitweite aller Weichen müssen auf Radsatz Typ A abgestimmt werden (Weiche nacharbeiten / Weiche ersetzen).
3. Ersatz der Radsätze, die nicht dem Typ A oder dem Typ C entsprechen.
4. Ein Umbau auf Weichen Typ a darf erst erfolgen, wenn ausschliesslich Radsätze Typ A oder C im Einsatz sind.

Dabei ist zusätzlich das Fallbeispiel in Abschnitt 7.6 mit einzubeziehen.

7.3 Bahnunternehmen ohne Standard

Die Meterspurbahnen gemäss Auflistung in Tabelle 6-2, welche noch keinen Standard eingeführt haben, können die Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a bei Fahrzeugen und Oberbau nur unter Beachtung von folgerichtigen Umbauschritten erreichen:

1. Spurtechnische Untersuchung aller Weichen (Leitkantenabstand a_R , Leitweite l).
2. Ersatz der Weichen durch solche von Typ b.
3. Leitkantenabstand und Leitweite aller Weichen müssen auf Radsatz Typ A abgestimmt werden (Weiche nacharbeiten / Weiche ersetzen).
4. Ersatz der Radsätze, die nicht dem Typ A oder dem Typ C entsprechen.
5. Ein Umbau auf Weichen Typ a darf erst erfolgen, wenn ausschliesslich Radsätze Typ A oder Typ C im Einsatz sind.

7.4 Bahnunternehmen mit Rillenschienenweichen

Die Meterspurbahnen mit Rillenschienenweichen können sich den Trambahnen anschliessen oder die Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ B/b unter Beachtung von folgerichtigen Umbauschritten erreichen:

1. Spurtechnische Untersuchung aller Weichen (Leitkantenabstand a_R , Leitweite l).
2. Ersatz der Radsätze, deren Radreifen- bzw. Radkranzbreite kleiner als 110 mm ist, durch solche vom Typ B.
3. Ersatz der Weichen durch solche vom Typ b oder entsprechende Anpassungen an den bestehenden Weichen.

7.5 Bahnunternehmen mit Mischbetrieb mit Radprofilen Typ A, B und C

Die Meterspurbahnen mit Weichen für Mischbetrieb mit Radprofilen Typ A, B und C (MOB, TPF), können die Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a bei Fahrzeugen und Oberbau nur unter Beachtung von folgerichtigen Umbauschritten erreichen:

1. Ersatz der Radsätze, die nicht dem Typ A oder dem Typ C entsprechen.
2. Ein Umbau auf Weichen Typ a darf erst erfolgen, wenn ausschliesslich Radsätze Typ A oder Typ C im Einsatz sind.

7.6 Fallbeispiel für die Spurtechnische Untersuchung

Bei der Migration von Radprofilen oder bei der Überprüfung von Radprofilen/Radsätzen (z.B. Drittfahrzeugen) ist das Zusammenspiel mit den Weichen zu überprüfen. Sind Doppelkreuzungsweichen auf dem Streckennetz vorhanden ist diese Migration nicht möglich. Im folgenden Beispiel ist das Vorgehen exemplarisch beschrieben:

Eine Meterspurbahn besitzt Fahrzeuge mit Radsätzen, welche einen Radrückenabstand A_R von 942 mm aufweisen. Solche Radsätze können im Normalfall beim Ersatz der Räder bzw. der Radreifen auf den Radrückenabstand von 935 mm für die Standard-Paarung Radsatz/Weiche Typ A/a umgebaut werden. Bei gewissen Radsätzen, besonders bei Triebfahrzeugen, kann dieser aus Platzgründen nicht auf dieses Standardmass geändert werden. Das Bahnunternehmen möchte aber trotzdem nur noch standardisierte Weichen vom Typ a einbauen.

Lösung:

Für alle in Betrieb stehenden Radsätze müssen folgende Bedingungen erfüllt werden:

Leitweite l $\geq$ Leitmass L

Radrückenabstand A_R $>$ Leitkantenabstand a_R

Radlenkerrille r $>$ Spurkranzdicke S_d

Um Entgleisungen in den Herzstücken zu verhindern, muss für die Radlenkerrille ein Kompromiss gefunden werden: Sie wird durch Einlegen von Beilagen um 5 mm verkleinert.

Überprüfen ob alle Bedingungen unter der Berücksichtigung aller Toleranzen eingehalten werden:

Gruppe	Bahnen	Schritt	Einführen von
		Radsätzen der Typen	Weichen der Typen <u>Überprüfung bestehende Radsätze mit angepassten Weichen</u>
I	AB (ohne ex. TB), BOB, GGB, MBC, MIB, MGB, RhB, TMR, TRAVYS, zb	1	A + vorhandene a + vorhandene
II	CJ, JB, MOB, MVR, TPF, TRN (ex. PSC)	1 <u>2 Radsatzvariante 1</u>	<u>A Radsatzvariante 2</u>
<u>III Radrückenabstand</u> A_R	ASm, BLM, FART, FLP, FW, LEB, NStCM, RBS (ohne G), TPC (ex. AOMG, ASD), TRN (ex. RdB) 935	1 2 3 942	A944
<u>IV* Spurkranzdicke</u> S_d	BD, FB, RBS (G), TPC (ex. AL, BVB), WSB 27	1 2 3 426	B A25
<u>Leitmass $L = A_R + S_d$</u>	962	968	969
<u>Leitweite l</u>	965	970	970
<u>Bedingung $l > L$</u>	965 > 962 erfüllt	$\frac{970}{968} >$ erfüllt	970 > 969 erfüllt
<u>Spurweite s</u>	1'003	1'003	1'003
<u>Radlenkerrille $r = s - l$</u>	38	33	33

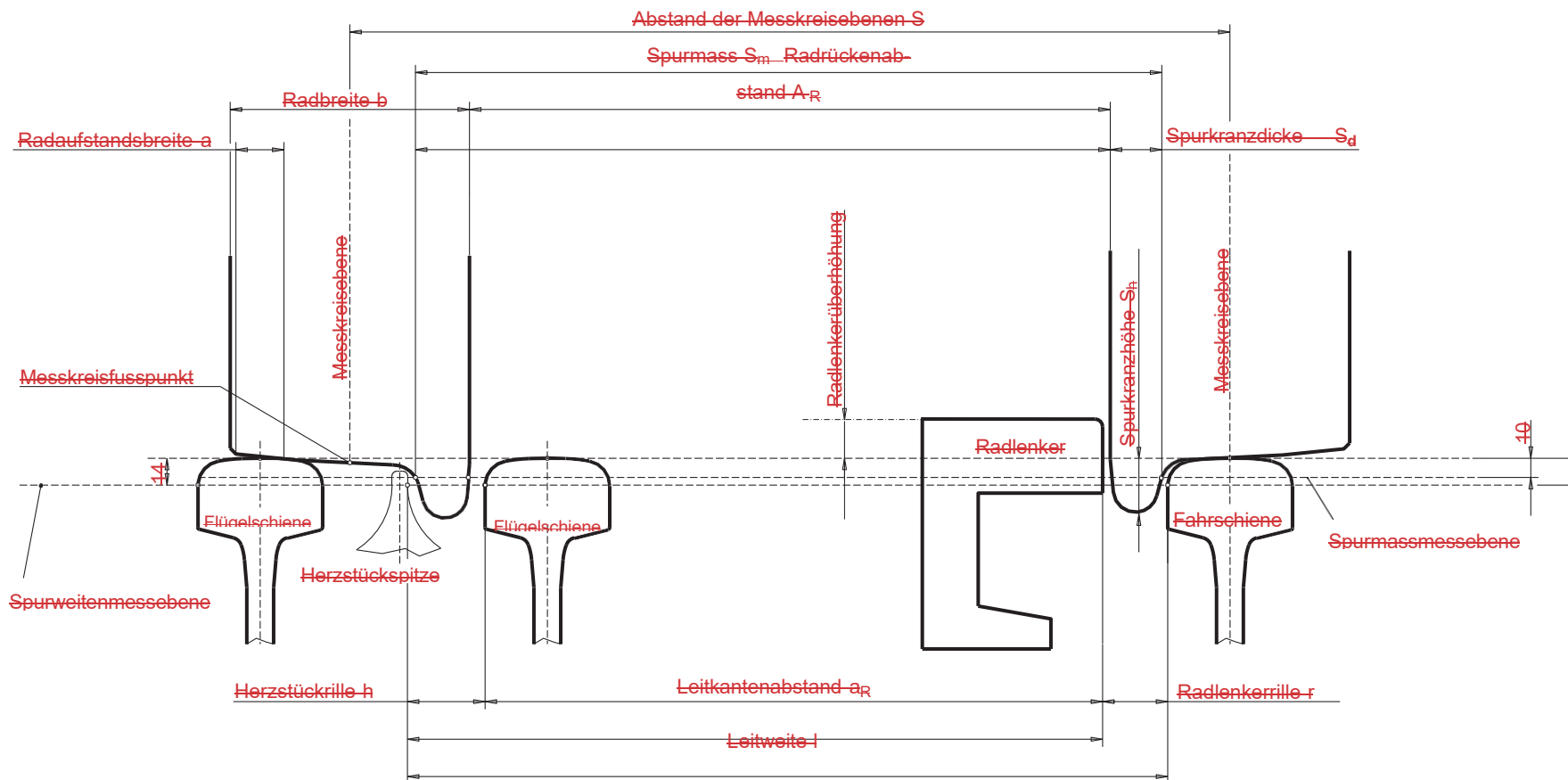
<u>Herzstückrille h</u>	<u>41</u>	<u>41</u>	<u>41</u>
<u>Leitkantenabstand a_R $= l - h$</u>	<u>924</u>	<u>929</u>	<u>929</u>
<u>Bedingung $A_R > a_R$</u>	<u>935 > 924</u> <u>erfüllt</u>	<u>942 > 929</u> <u>erfüllt</u>	<u>944 > 929</u> <u>erfüllt</u>
<u>Bedingung $r > S_d$</u>	<u>33 > 27</u> <u>erfüllt</u>	<u>33 > 27</u> <u>erfüllt</u>	<u>33 > 25</u> <u>erfüllt</u>

~~* siehe Vorbehalt unter Ziffer 9~~

~~Jeder Schritt muss vollständig abgeschlossen sein, bevor zum nächsten Schritt übergegangen werden kann.~~

Beilage 2.1:

Radsatz in einer Weiche

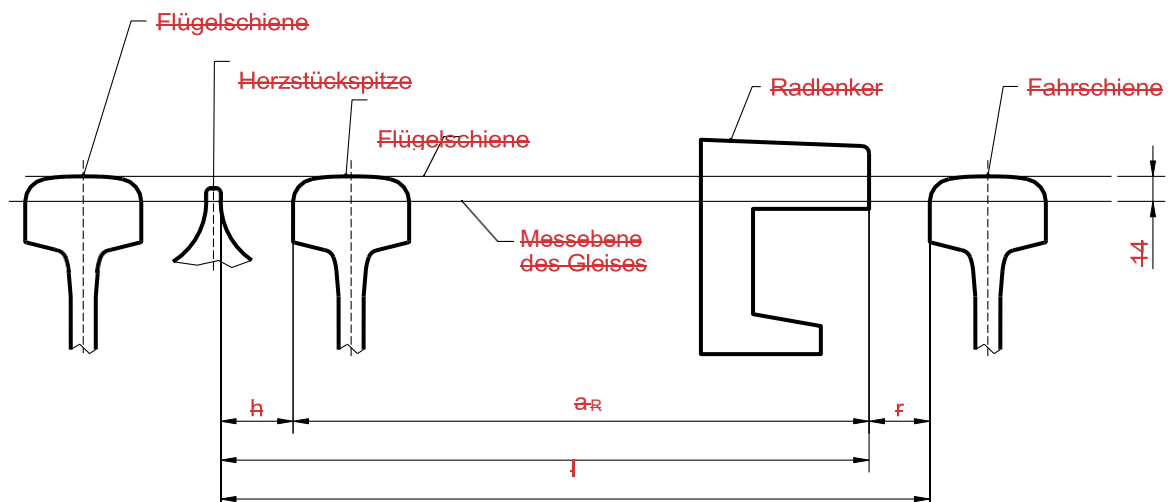


1.9.2 Beilage 2.2:**Radsätze und Weichen****Essieux et appareils de voie****Terminologie**

Abkürzung Abréviation		Deutsche Definition Définition allemande	Französische Definition Définition française
Weiche Branchement	s	Spurweite	Ecartement du branchement
	a _R	Leitkantenabstand (Stichweite)	Ecartement patte de lièvre – contre-rail
	l	Leitweite	Cote de guidage
	r	Radlenkerrille	Ornière du contre-rail
	h	Herzstückrille	Ornière du cœur
	q _c	Klaffmass	Mesure du décollement
		Backenschiene	Contre-aiguille
		Fahrschiene	Rail
		Flügelschiene	Patte de lièvre
		Herzstückspitze	Pointe du cœur
		Weichenzunge	Lame d'aiguille
	u _z	Unterschlagung der Weichenzungen	Recouvrement par le rail de contre-aiguille
	z	Zungenabsenkung	Profondeur de la lame
	S	Abstand der Messkreisebenen (Ab- stand der Laufkreisebenen)	Ecartement de cercles de roulement
Rad- satz	S _m	Spurmass	Ecartement de l'essieu
	A _R	Radrückenabstand (Stichmass)	Ecartement des faces internes des roues
	L	Leitmass	Cote de guidage
	b	Radbreite	Largeur de la roue
	a	Radaufstandsbreite	Largeur d'appui de la roue
	S _R	Spurkranzhöhe	Hauteur du boudin
	S _d	Spurkranzdicke	Epaisseur du boudin
	γ	Spurkranzflankenwinkel	Angle du flanc de boudin
	μ	Reibwert Spurkranz/Schiene	Coefficient d'adhérence boudin/rail

		Messkreis (Laufkreis)	Cercle de roulement
--	--	-----------------------	---------------------

1.9.3 Beilage 3: Weiche Typ a

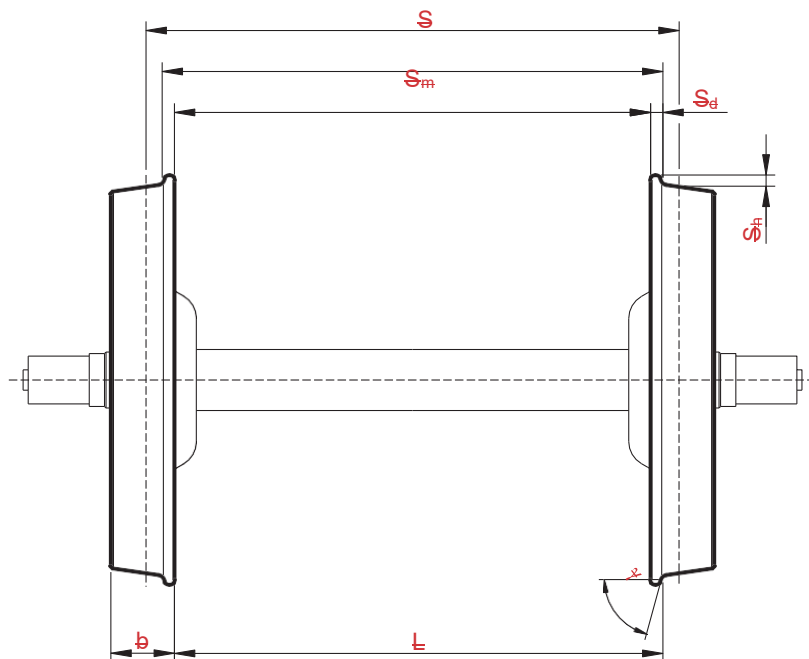


		Nenn- mass mm	Neuzustand		Im-Betrieb	
			Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm	Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm
s	Spurweite ¹⁾	1003	2	-2	10	-3
a _R	Leitkantenabstand	(924)				
l	Leitweite ²⁾	965	2	0 ³⁾	4	-2
f	Radlenkerrille	38	±	-2	2	-2
h	Herzstückrille	41	±	-1	4	-2

¹⁾ nicht verbindlich im Herzstück/Radlenkerbereich

²⁾ gemessen 100 mm nach der Herzstückspitze

³⁾ je nach Schienenprofil in Ausnahmefällen -1 mm zulässig

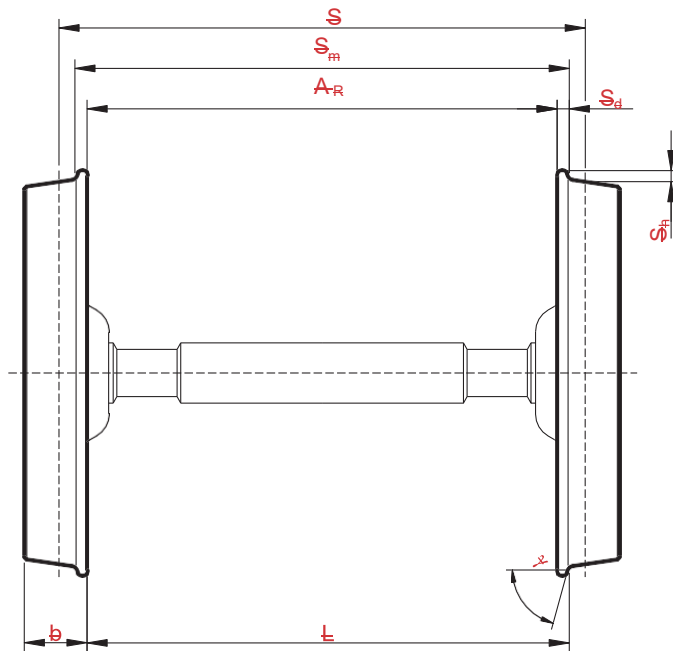
Beilage 4.1:**Radsatz Typ A****Aussenliegende Achslagerung**

		Mass mm	Neuzustand unbelastet		Im-Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm	Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm
S	Abstand der Messkreisebenen	(1050)				
S _m	Spurmass	989	1	4)	1-3)	-14-3)
A _R	Radrückenabstand	935	1	0	1-3)	-2-3)
L	Leitmass-3)	(962)				
b	Radbreite	125	1	-1	5	-3
γ	Spurkranzflankenwinkel	75°-5)				
S _d	Spurkranzdicke	27	0		0	-7

- 1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
 Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm
- 2) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe
 Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-10 mm** angewendet werden
- 5) Empfohlener Wert

S_h	Spurkranzhöhe	28	0	10²⁾	0
-------	---------------	----	---	----------------------------	---

- 1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
 Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm
- 2) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe
 Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-10 mm** angewendet werden
- 5) Empfohlener Wert

Beilage 4.2:**Radsatz Typ A****Innenliegende Achslagerung**

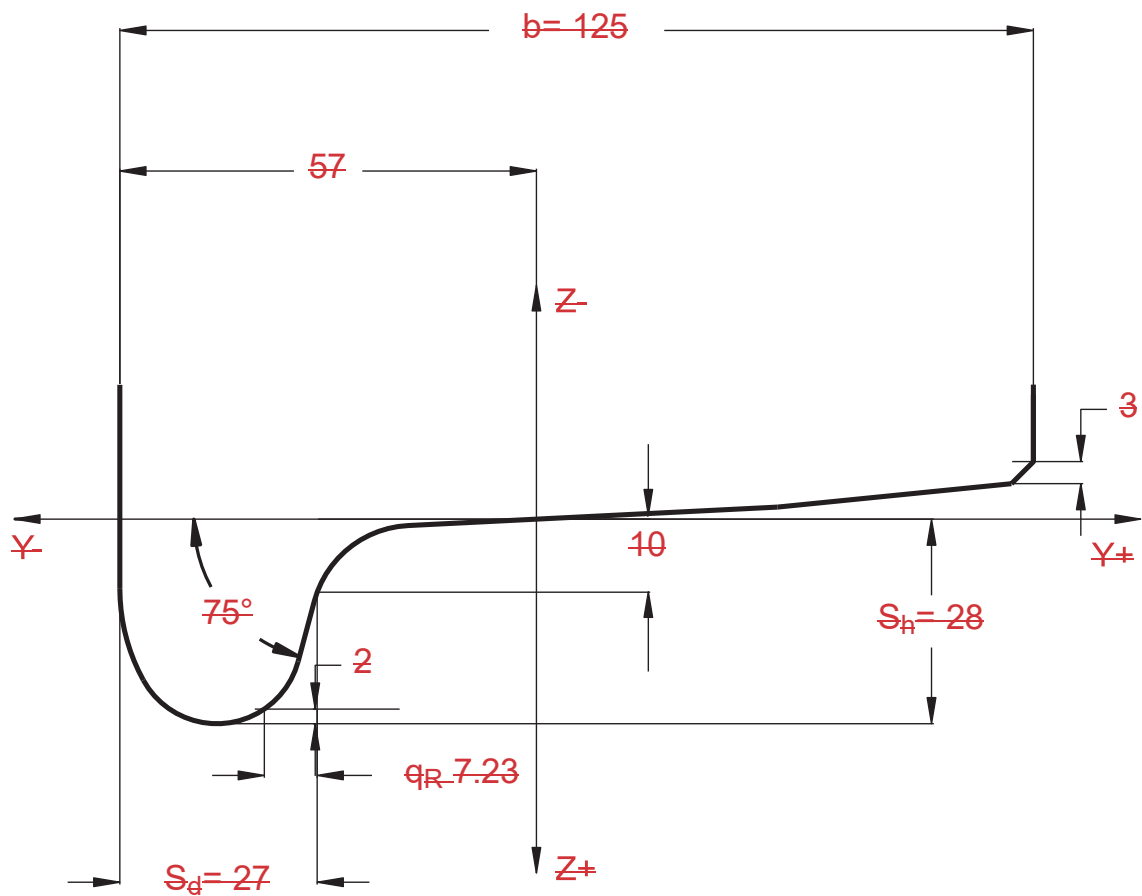
		Mass mm	Neuzustand unbelastet		Im-Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm	Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm
S	Abstand der Messkreisebenen	{1050}				
S _m	Spurmass	989	0	⁴⁾	1 ²⁾	-14 ²⁾
A _R	Radrückenabstand	935	0	-1	1 ²⁾	-2 ²⁾
L	Leitmass ⁴⁾	{962}				
b	Radbreite	125	1	-1	5	-3
γ	Spurkranzflankenwinkel	75° ⁵⁾				
S _d	Spurkranzdicke	27	0		0	-7

- 1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
 Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm
- 2) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe
 Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-10 mm** angewendet werden
- 5) Empfohlener Wert

S_k	Spurkranzhöhe	28		0	10²⁾	0
-------	---------------	----	--	---	----------------------------	---

- 1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm
- 2) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe
Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-10 mm** angewendet werden
- 5) Empfohlener Wert

1.9.4 Beilage 4.3: Radprofil Typ A

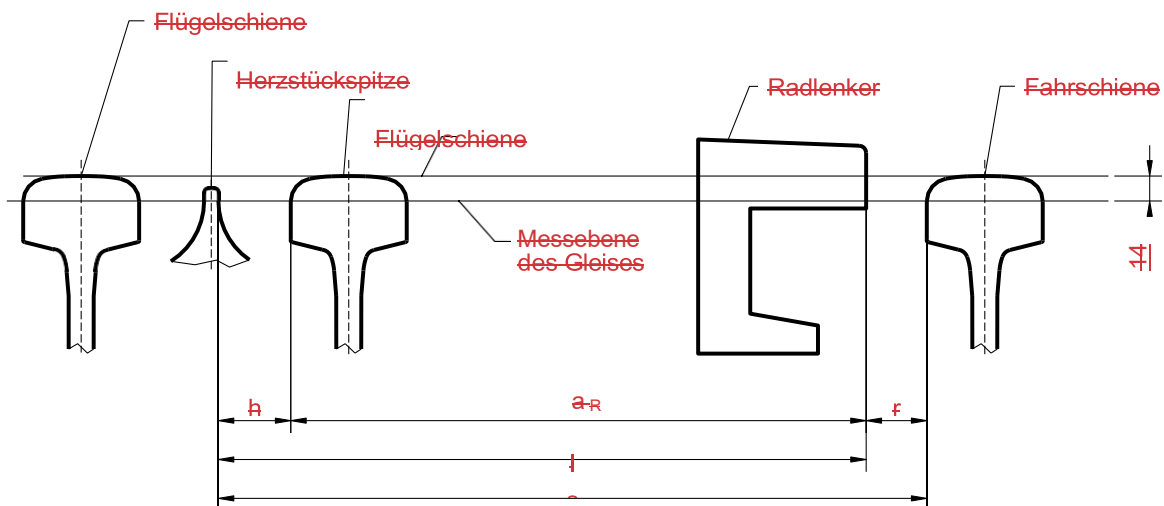


1.9.5 Beilage 4.3: Radprofil Typ A

y (mm)	z (mm)	y (mm)	z (mm)	y (mm)	z (mm)	y (mm)	z (mm)	y (mm)	z (mm)
-57.00000	9.52052	-28.50000	7.06575	0.00000	0.00000	28.50000	-1.42500	57.00000	-4.05000
-56.50000	14.59497	-28.00000	6.36718	0.50000	-0.02500	29.00000	-1.45000	57.50000	-4.10000
-56.00000	16.66195	-27.50000	5.74926	1.00000	-0.05000	29.50000	-1.47500	58.00000	-4.15000
-55.50000	18.22397	-27.00000	5.19649	1.50000	-0.07500	30.00000	-1.50000	58.50000	-4.20000
-55.00000	19.52052	-26.50000	4.69824	2.00000	-0.10000	30.50000	-1.52500	59.00000	-4.25000
-54.50000	20.64482	-26.00000	4.24682	2.50000	-0.12500	31.00000	-1.55000	59.50000	-4.30000
-54.00000	21.64488	-25.50000	3.83650	3.00000	-0.15000	31.50000	-1.57500	60.00000	-4.35000
-53.50000	22.53326	-25.00000	3.46282	3.50000	-0.17500	32.00000	-1.60000	60.50000	-4.40000
-53.00000	23.27794	-24.50000	3.12228	4.00000	-0.20000	32.50000	-1.62500	61.00000	-4.45000
-52.50000	23.91490	-24.00000	2.81208	4.50000	-0.22500	33.00000	-1.65000	61.50000	-4.50000
-52.00000	24.47001	-23.50000	2.52992	5.00000	-0.25000	33.50000	-1.70000	62.00000	-4.55000
-51.50000	24.95040	-23.00000	2.27392	5.50000	-0.27500	34.00000	-1.75000	62.50000	-4.60000
-51.00000	25.39391	-22.50000	2.04252	6.00000	-0.30000	34.50000	-1.80000	63.00000	-4.65000
-50.50000	25.78127	-22.00000	1.82440	6.50000	-0.32500	35.00000	-1.85000	63.50000	-4.70000
-50.00000	26.12716	-21.50000	1.61845	7.00000	-0.35000	35.50000	-1.90000	64.00000	-4.75000
-49.50000	26.42592	-21.00000	1.42377	7.50000	-0.37500	36.00000	-1.95000	64.50000	-4.80000
-49.00000	26.71092	-20.50000	1.23956	8.00000	-0.40000	36.50000	-2.00000	65.00000	-4.85000
-48.50000	26.95481	-20.00000	1.12518	8.50000	-0.42500	37.00000	-2.05000	65.50000	-5.35000
-48.00000	27.16974	-19.50000	1.11010	9.00000	-0.45000	37.50000	-2.10000	66.00000	-5.85000
-47.50000	27.35742	-19.00000	1.02387	9.50000	-0.47500	38.00000	-2.15000	66.50000	-6.35000
-47.00000	27.51926	-18.50000	0.95612	10.00000	-0.50000	38.50000	-2.20000	67.00000	-6.85000
-46.50000	27.65636	-18.00000	0.90664	10.50000	-0.52500	39.00000	-2.25000	67.50000	-7.35000
-46.00000	27.76963	-17.50000	0.87500	11.00000	-0.55000	39.50000	-2.30000	68.00000	-7.85000
-45.50000	27.85979	-17.00000	0.85000	11.50000	-0.57500	40.00000	-2.35000		
-45.00000	27.92739	-16.50000	0.82500	12.00000	-0.60000	40.50000	-2.40000		
-44.50000	27.97281	-16.00000	0.80000	12.50000	-0.62500	41.00000	-2.45000		
-44.00000	27.99634	-15.50000	0.77500	13.00000	-0.65000	41.50000	-2.50000		
-43.50000	27.99809	-15.00000	0.75000	13.50000	-0.67500	42.00000	-2.55000		
-43.00000	27.97808	-14.50000	0.72500	14.00000	-0.70000	42.50000	-2.60000		
-42.50000	27.93620	-14.00000	0.70000	14.50000	-0.72500	43.00000	-2.65000		
-42.00000	27.87220	-13.50000	0.67500	15.00000	-0.75000	43.50000	-2.70000		
-41.50000	27.78571	-13.00000	0.65000	15.50000	-0.77500	44.00000	-2.75000		
-41.00000	27.67620	-12.50000	0.62500	16.00000	-0.80000	44.50000	-2.80000		
-40.50000	27.54300	-12.00000	0.60000	16.50000	-0.82500	45.00000	-2.85000		
-40.00000	27.38522	-11.50000	0.57500	17.00000	-0.85000	45.50000	-2.90000		
-39.50000	27.20179	-11.00000	0.55000	17.50000	-0.87500	46.00000	-2.95000		
-39.00000	26.99136	-10.50000	0.52500	18.00000	-0.90000	46.50000	-3.00000		
-38.50000	26.75226	-10.00000	0.50000	18.50000	-0.92500	47.00000	-3.05000		
-38.00000	26.48245	-9.50000	0.47500	19.00000	-0.95000	47.50000	-3.10000		
-37.50000	26.17922	-9.00000	0.45000	19.50000	-0.97500	48.00000	-3.15000		
-37.00000	25.83969	-8.50000	0.42500	20.00000	-1.00000	48.50000	-3.20000		
-36.50000	25.45936	-8.00000	0.40000	20.50000	-1.02500	49.00000	-3.25000		
-36.00000	25.03290	-7.50000	0.37500	21.00000	-1.05000	49.50000	-3.30000		
-35.50000	24.55299	-7.00000	0.35000	21.50000	-1.07500	50.00000	-3.35000		
-35.00000	24.00920	-6.50000	0.32500	22.00000	-1.10000	50.50000	-3.40000		
-34.50000	23.38793	-6.00000	0.30000	22.50000	-1.12500	51.00000	-3.45000		
-34.00000	22.66210	-5.50000	0.27500	23.00000	-1.15000	51.50000	-3.50000		
-33.50000	21.79262	-5.00000	0.25000	23.50000	-1.17500	52.00000	-3.55000		
-33.00000	20.68952	-4.50000	0.22500	24.00000	-1.20000	52.50000	-3.60000		
-32.50000	19.09726	-4.00000	0.20000	24.50000	-1.22500	53.00000	-3.65000		
-32.00000	17.23134	-3.50000	0.17500	25.00000	-1.25000	53.50000	-3.70000		
-31.50000	15.26532	-3.00000	0.15000	25.50000	-1.27500	54.00000	-3.75000		
-31.00000	13.49930	-2.50000	0.12500	26.00000	-1.30000	54.50000	-3.80000		
-30.50000	11.62328	-2.00000	0.10000	26.50000	-1.32500	55.00000	-3.85000		
-30.00000	10.00001	-1.50000	0.07500	27.00000	-1.35000	55.50000	-3.90000		
-29.50000	8.81880	-1.00000	0.05000	27.50000	-1.37500	56.00000	-3.95000		
-29.00000	7.86907	-0.50000	0.02500	28.00000	-1.40000	56.50000	-4.00000		

1.9.6 **Beilage 5:**

Weiche Typ b

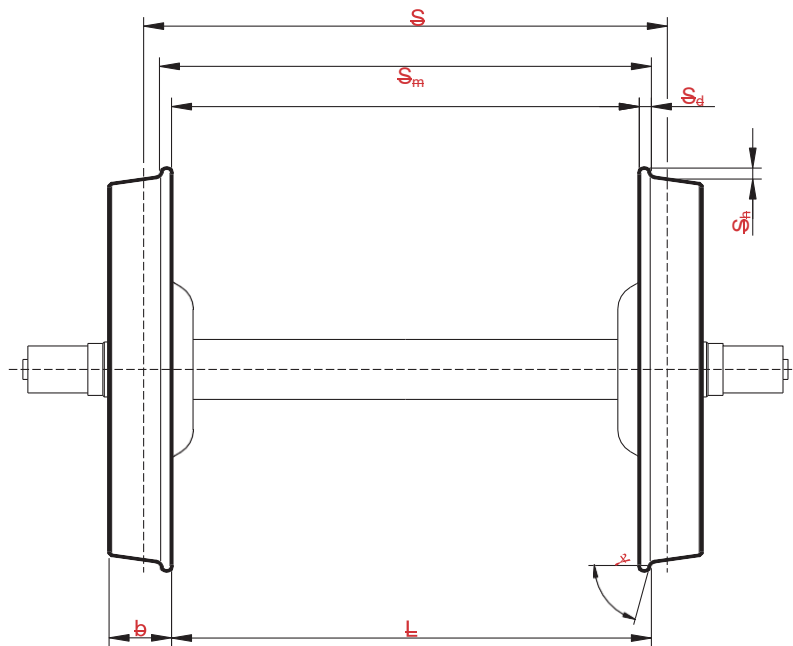


		Nenn- mass mm	Neuzustand		Im-Betrieb	
			Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm	Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm
s	Spurweite ¹⁾	1003	2	-2	10	-3
a _R	Leitkantenabstand	(934)				
l	Leitweite ²⁾	971	2	0 ³⁾	4	-2
f	Radlenkerrille	32	±	-2	2	-2
h	Herzstückrille	37	±	-1	4	-2

¹⁾ nicht verbindlich im Herzstück/Radlenkerbereich

²⁾ gemessen 100 mm nach der Herzstückspitze

³⁾ je nach Schienenprofil in Ausnahmefällen -1 mm zulässig

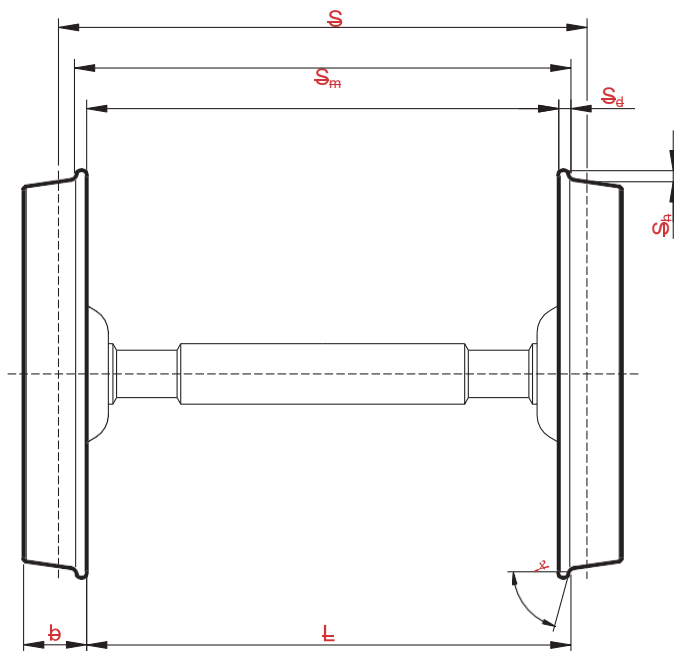
Beilage 6.1:**Radsatz Typ B****Aussenliegende Achslagerung**

		Mass mm	Neuzustand unbelastet		Im-Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm	Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm
S	Abstand der Messkreisebenen	(1050)				
S _m	Spurmass	989	±	⁴⁾	± ³⁾	-14 ³⁾
A _R	Radrückenabstand	944	±	0	± ³⁾	-2 ³⁾
L	Leitmass ³⁾	(966.5)				
b	Radbreite	120	±	-1	5	-3
γ	Spurkranzflankenwinkel	75° ⁵⁾				
S _d	Spurkranzdicke	22.5	0		0	-7

- 1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
 Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm
- 2) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe
 Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-10 mm** angewendet werden
- 5) Empfohlener Wert

S_h	Spurkranzhöhe	28		0	10⁻²⁾	0
-------	---------------	----	--	---	-----------------------------	---

- 1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
 Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm
- 2) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe
 Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-10 mm** angewendet werden
- 5) Empfohlener Wert

Beilage 6.2:**Radsatz Typ B****Innenliegende Achslagerung**

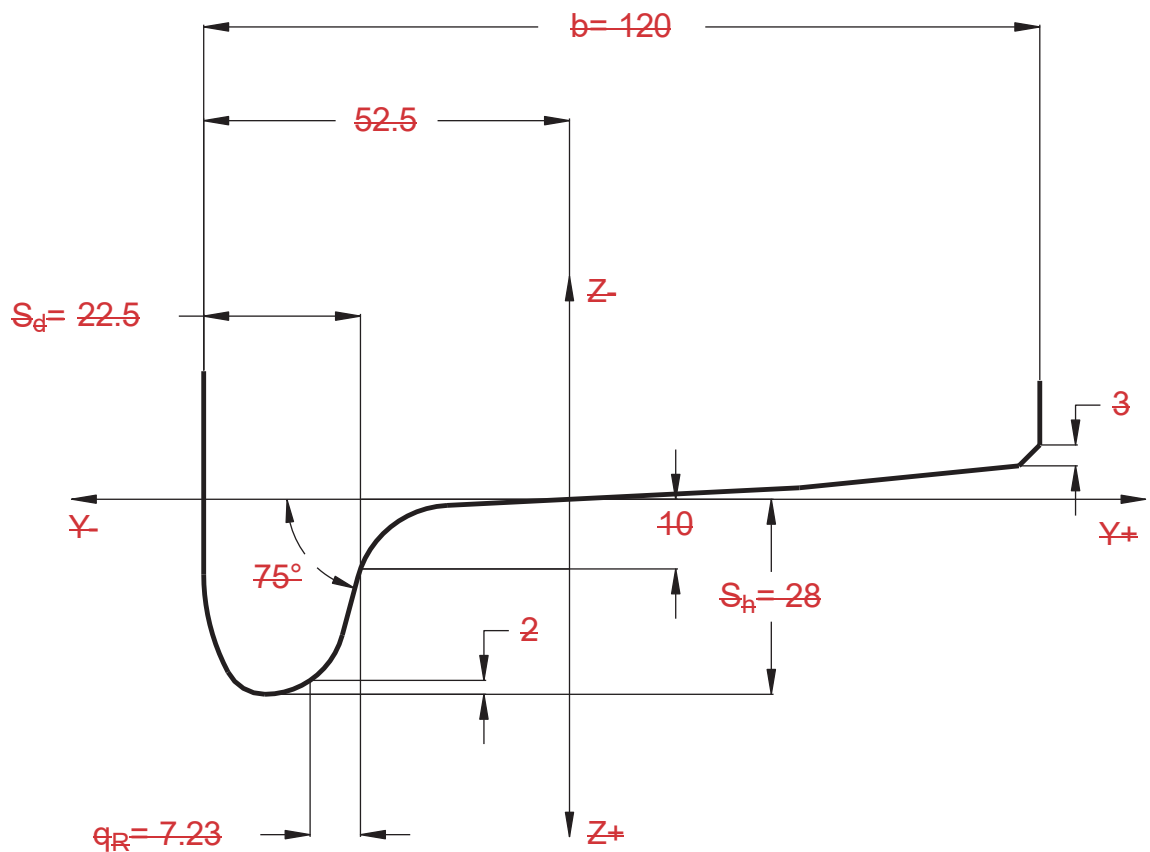
		Mass mm	Neuzustand unbelastet		Im-Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm	Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm
S	Abstand der Messkreisebenen	(1050)				
S _m	Spurmass	989	0	⁴⁾	1 ³⁾	-14 ³⁾
A _R	Radrückenabstand	944	0	-1	1 ³⁾	-2 ³⁾
L	Leitmass ³⁾	(966.5)				
b	Radbreite	120	1	-1	5	-3
γ	Spurkranzflankenwinkel	75° ⁵⁾				
S _d	Spurkranzdicke	22.5	0		0	-7

- 1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
 Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm
- 2) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe
 Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-10 mm** angewendet werden
- 5) Empfohlener Wert

S_h	Spurkranzhöhe	28		0	$\pm 10^{2)}$	0
-------	---------------	----	--	---	---------------	---

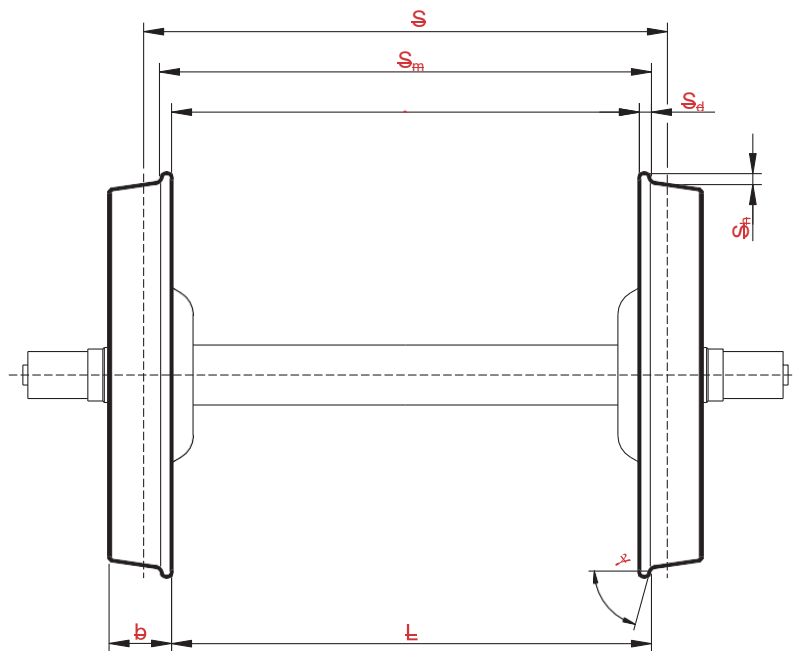
- 1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
 Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm
- 2) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe
 Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-10 mm** angewendet werden
- 5) Empfohlener Wert

1.9.7 Beilage 6.3:
Radprofil Typ B



Beilage 6.3: Radprofil Typ B

y [mm]	z [mm]	y [mm]	z [mm]	y [mm]	z [mm]	y [mm]	z [mm]	y [mm]	z [mm]
-52.50000	10.76844	-26.00000	4.24682	0.00000	0.00000	26.50000	-1.32500	53.00000	-3.65000
-52.00000	16.22280	-25.50000	3.83650	0.50000	-0.02500	27.00000	-1.35000	53.50000	-3.70000
-51.50000	18.44959	-25.00000	3.46282	1.00000	-0.05000	27.50000	-1.37500	54.00000	-3.75000
-51.00000	20.13594	-24.50000	3.12228	1.50000	-0.07500	28.00000	-1.40000	54.50000	-3.80000
-50.50000	21.53877	-24.00000	2.81208	2.00000	-0.10000	28.50000	-1.42500	55.00000	-3.85000
-50.00000	22.75802	-23.50000	2.52992	2.50000	-0.12500	29.00000	-1.45000	55.50000	-3.90000
-49.50000	23.84514	-23.00000	2.27392	3.00000	-0.15000	29.50000	-1.47500	56.00000	-3.95000
-49.00000	24.83069	-22.50000	2.04252	3.50000	-0.17500	30.00000	-1.50000	56.50000	-4.00000
-48.50000	25.61291	-22.00000	1.83440	4.00000	-0.20000	30.50000	-1.52500	57.00000	-4.05000
-48.00000	26.19445	-21.50000	1.64845	4.50000	-0.22500	31.00000	-1.55000	57.50000	-4.10000
-47.50000	26.65120	-21.00000	1.48377	5.00000	-0.25000	31.50000	-1.57500	58.00000	-4.15000
-47.00000	27.01727	-20.50000	1.33956	5.50000	-0.27500	32.00000	-1.60000	58.50000	-4.20000
-46.50000	27.31171	-20.00000	1.21518	6.00000	-0.30000	32.50000	-1.62500	59.00000	-4.25000
-46.00000	27.54568	-19.50000	1.11010	6.50000	-0.32500	33.00000	-1.65000	59.50000	-4.30000
-45.50000	27.72668	-19.00000	1.02387	7.00000	-0.35000	33.50000	-1.70000	60.00000	-4.35000
-45.00000	27.85962	-18.50000	0.95612	7.50000	-0.37500	34.00000	-1.75000	60.50000	-4.40000
-44.50000	27.94773	-18.00000	0.90664	8.00000	-0.40000	34.50000	-1.80000	61.00000	-4.45000
-44.00000	27.99297	-17.50000	0.87500	8.50000	-0.42500	35.00000	-1.85000	61.50000	-4.50000
-43.50000	27.99809	-17.00000	0.85000	9.00000	-0.45000	35.50000	-1.90000	62.00000	-4.55000
-43.00000	27.97808	-16.50000	0.82500	9.50000	-0.47500	36.00000	-1.95000	62.50000	-4.60000
-42.50000	27.93620	-16.00000	0.80000	10.00000	-0.50000	36.50000	-2.00000	63.00000	-4.65000
-42.00000	27.87220	-15.50000	0.77500	10.50000	-0.52500	37.00000	-2.05000	63.50000	-4.70000
-41.50000	27.78571	-15.00000	0.75000	11.00000	-0.55000	37.50000	-2.10000	64.00000	-4.75000
-41.00000	27.67620	-14.50000	0.72500	11.50000	-0.57500	38.00000	-2.15000	64.50000	-4.80000
-40.50000	27.54300	-14.00000	0.70000	12.00000	-0.60000	38.50000	-2.20000	65.00000	-5.30000
-40.00000	27.38522	-13.50000	0.67500	12.50000	-0.62500	39.00000	-2.25000	65.50000	-5.80000
-39.50000	27.20179	-13.00000	0.65000	13.00000	-0.65000	39.50000	-2.30000	66.00000	-6.30000
-39.00000	26.99136	-12.50000	0.62500	13.50000	-0.67500	40.00000	-2.35000	66.50000	-6.80000
-38.50000	26.75226	-12.00000	0.60000	14.00000	-0.70000	40.50000	-2.40000	67.00000	-7.30000
-38.00000	26.48245	-11.50000	0.57500	14.50000	-0.72500	41.00000	-2.45000	67.50000	-7.80000
-37.50000	26.17933	-11.00000	0.55000	15.00000	-0.75000	41.50000	-2.50000		
-37.00000	25.83969	-10.50000	0.52500	15.50000	-0.77500	42.00000	-2.55000		
-36.50000	25.45936	-10.00000	0.50000	16.00000	-0.80000	42.50000	-2.60000		
-36.00000	25.03290	-9.50000	0.47500	16.50000	-0.82500	43.00000	-2.65000		
-35.50000	24.55299	-9.00000	0.45000	17.00000	-0.85000	43.50000	-2.70000		
-35.00000	24.00939	-8.50000	0.42500	17.50000	-0.87500	44.00000	-2.75000		
-34.50000	23.38703	-8.00000	0.40000	18.00000	-0.90000	44.50000	-2.80000		
-34.00000	22.66210	-7.50000	0.37500	18.50000	-0.92500	45.00000	-2.85000		
-33.50000	21.79262	-7.00000	0.35000	19.00000	-0.95000	45.50000	-2.90000		
-33.00000	20.68952	-6.50000	0.32500	19.50000	-0.97500	46.00000	-2.95000		
-32.50000	19.09726	-6.00000	0.30000	20.00000	-1.00000	46.50000	-3.00000		
-32.00000	17.22134	-5.50000	0.27500	20.50000	-1.02500	47.00000	-3.05000		
-31.50000	15.36532	-5.00000	0.25000	21.00000	-1.05000	47.50000	-3.10000		
-31.00000	13.49930	-4.50000	0.22500	21.50000	-1.07500	48.00000	-3.15000		
-30.50000	11.63328	-4.00000	0.20000	22.00000	-1.10000	48.50000	-3.20000		
-30.00000	10.00001	-3.50000	0.17500	22.50000	-1.12500	49.00000	-3.25000		
-29.50000	8.81880	-3.00000	0.15000	23.00000	-1.15000	49.50000	-3.30000		
-29.00000	7.86907	-2.50000	0.12500	23.50000	-1.17500	50.00000	-3.35000		
-28.50000	7.06575	-2.00000	0.10000	24.00000	-1.20000	50.50000	-3.40000		
-28.00000	6.36718	-1.50000	0.07500	24.50000	-1.22500	51.00000	-3.45000		
-27.50000	5.74926	-1.00000	0.05000	25.00000	-1.25000	51.50000	-3.50000		
-27.00000	5.19649	-0.50000	0.02500	25.50000	-1.27500	52.00000	-3.55000		
-26.50000	4.69824			26.00000	-1.30000	52.50000	-3.60000		

Beilage 7.1:**Radsatz Typ C****Aussenliegende Achslagerung**

		Mass mm	Neuzustand unbelastet		Im-Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm	Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm
S	Abstand der Messkreisebenen	(1050)				
S _m	Spurmass	980	±	²⁾	1 ²⁾	-5 ²⁾
A _R	Radrückenabstand	944	±	0	1 ²⁾	-2 ²⁾
L	Leitmass ¹⁾	(962)				
b	Radbreite	120	±	-1	5	-3
γ	Spurkranzflankenwinkel	75° ⁴⁾				
S _d	Spurkranzdicke	18	0		0	-2.5

1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke

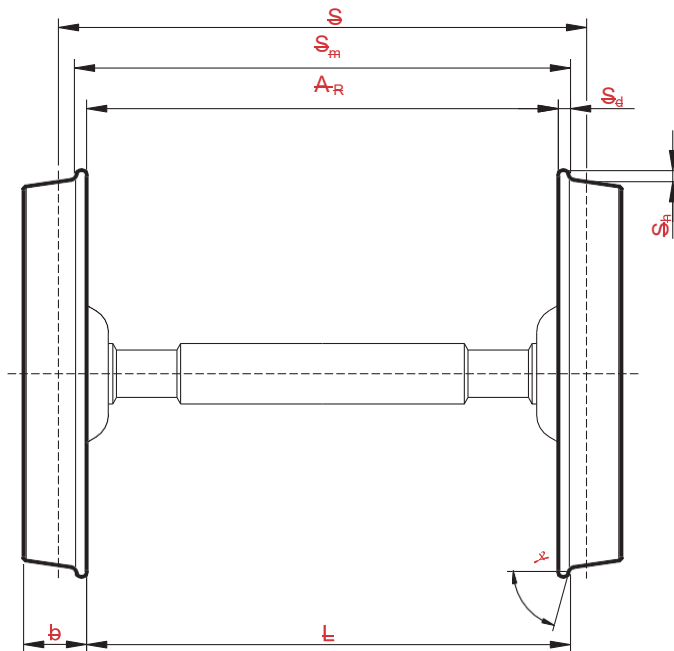
Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe

2) Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-3 mm** angewendet werden

4) Empfohlener Wert

S_k	Spurkranzhöhe	28		0	10	0
-------	---------------	----	--	---	----	---

- 1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe
- 2) Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-3 mm** angewendet werden
- 4) Empfohlener Wert

1.9.8 Beilage 7.2:**Radsatz Typ C****Innenliegende Achslagerung**

		Mass mm	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm	Obere Toleranz mm	Untere Toleranz mm
S	Abstand der Messkreisebenen	(1050)				
S _m	Spurmass	980	0	²⁾	1 ²⁾	-5 ²⁾
A _R	Radrückenabstand	944	0	-1	1 ²⁾	-2 ²⁾
L	Leitmass ⁴⁾	(962)				
b	Radbreite	120	1	-1	5	-3
γ	Spurkranzflankenwinkel	75° ⁴⁾				
S _d	Spurkranzdicke	18	0		0	-2.5

1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe

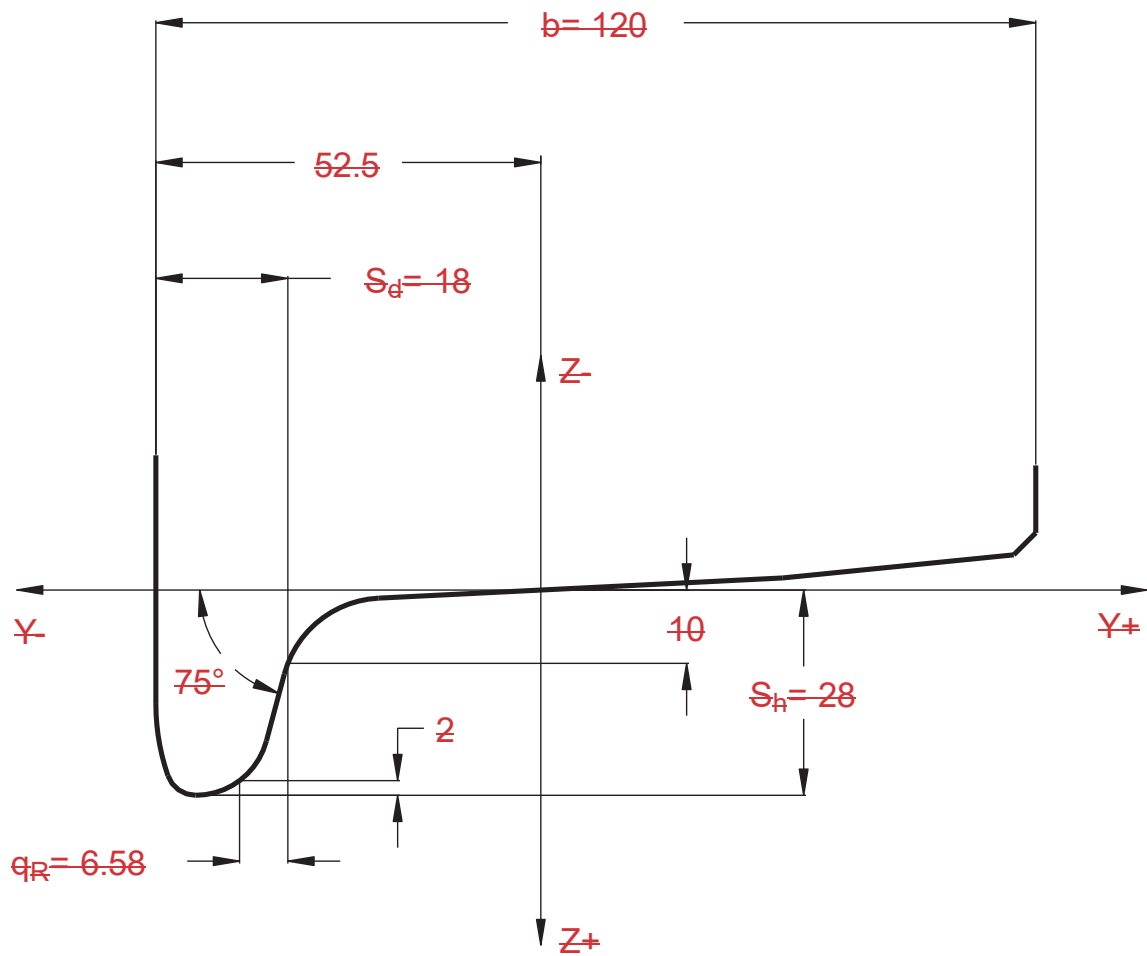
2) Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-3 mm** angewendet werden

4) Empfohlener Wert

S_k	Spurkranzhöhe	28		0	10	0
-------	---------------	----	--	---	----	---

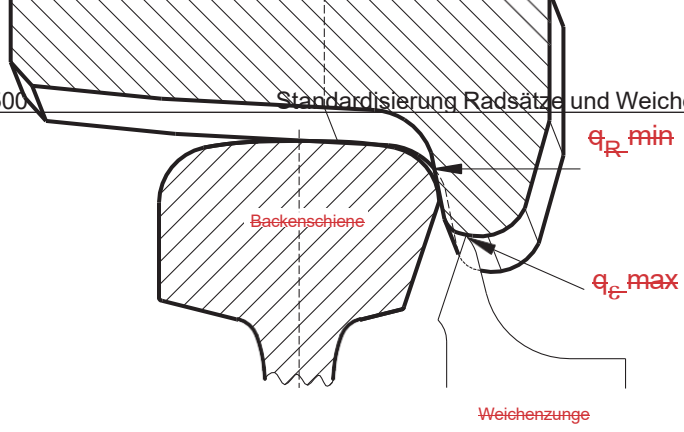
- 1) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke
Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe
- 2) Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-3 mm** angewendet werden
- 4) Empfohlener Wert

1.9.9 Beilage 7.3: Radprofil Typ C



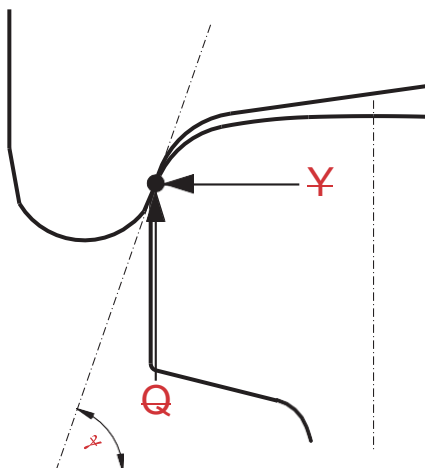
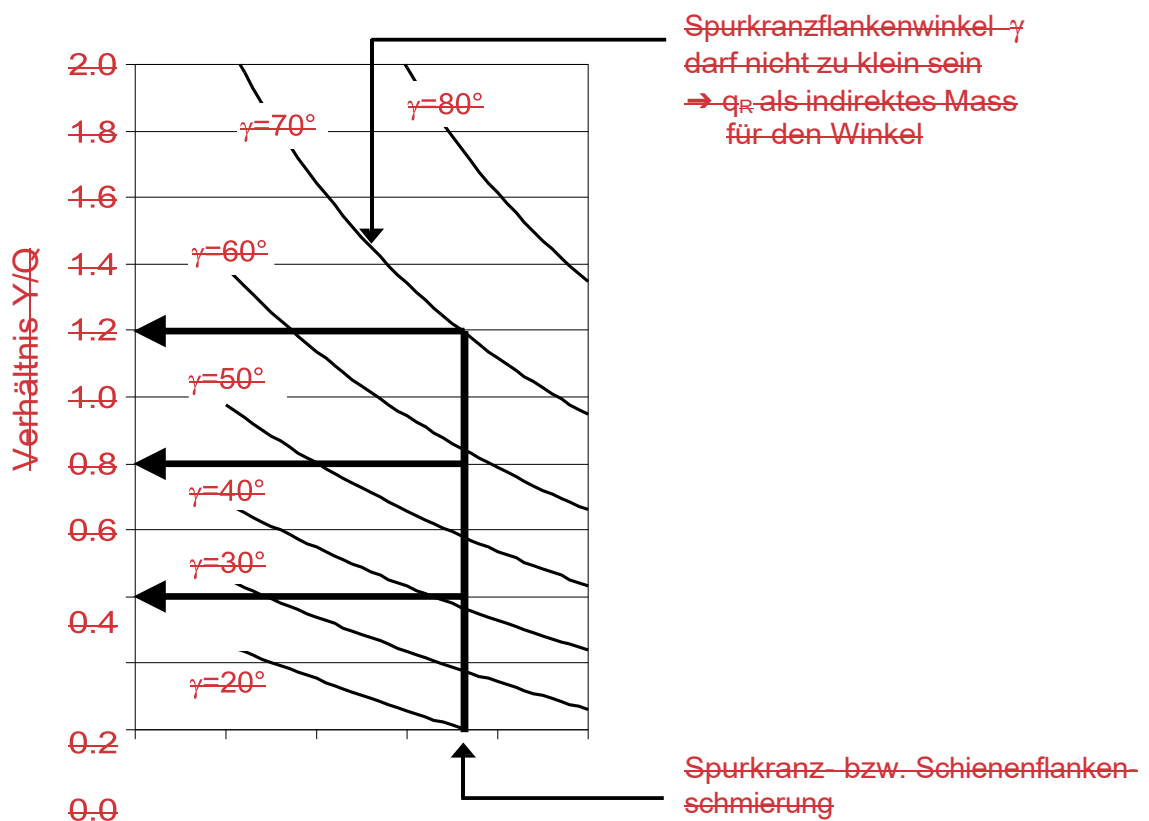
Beilage 7.3: Radprofil Typ C

y (mm)	z (mm)	y (mm)	z (mm)	y (mm)	z (mm)	y (mm)	z (mm)	y (mm)	z (mm)
-52.50000	15.53813	-26.00000	1.84758	0.00000	0.00000	26.50000	-1.32500	52.00000	-3.65000
-52.00000	20.99249	-25.50000	1.68652	0.50000	-0.02500	27.00000	-1.35000	52.50000	-3.70000
-51.50000	22.21928	-25.00000	1.54581	1.00000	-0.05000	27.50000	-1.37500	54.00000	-3.75000
-51.00000	24.90563	-24.50000	1.42484	1.50000	-0.07500	28.00000	-1.40000	54.50000	-3.80000
-50.50000	26.08188	-24.00000	1.32307	2.00000	-0.10000	28.50000	-1.42500	55.00000	-3.85000
-50.00000	26.73857	-23.50000	1.24009	2.50000	-0.12500	29.00000	-1.45000	55.50000	-3.90000
-49.50000	27.18830	-23.00000	1.17555	3.00000	-0.15000	29.50000	-1.47500	56.00000	-3.95000
-49.00000	27.51152	-22.50000	1.12921	3.50000	-0.17500	30.00000	-1.50000	56.50000	-4.00000
-48.50000	27.74116	-22.00000	1.10000	4.00000	-0.20000	30.50000	-1.52500	57.00000	-4.05000
-48.00000	27.89382	-21.50000	1.07500	4.50000	-0.22500	31.00000	-1.55000	57.50000	-4.10000
-47.50000	27.97836	-21.00000	1.05000	5.00000	-0.25000	31.50000	-1.57500	58.00000	-4.15000
-47.00000	27.99964	-20.50000	1.02500	5.50000	-0.27500	32.00000	-1.60000	58.50000	-4.20000
-46.50000	27.98290	-20.00000	1.00000	6.00000	-0.30000	32.50000	-1.62500	59.00000	-4.25000
-46.00000	27.94102	-19.50000	0.97500	6.50000	-0.32500	33.00000	-1.65000	59.50000	-4.30000
-45.50000	27.87367	-19.00000	0.95000	7.00000	-0.35000	33.50000	-1.70000	60.00000	-4.35000
-45.00000	27.78033	-18.50000	0.92500	7.50000	-0.37500	34.00000	-1.75000	60.50000	-4.40000
-44.50000	27.66025	-18.00000	0.90000	8.00000	-0.40000	34.50000	-1.80000	61.00000	-4.45000
-44.00000	27.51241	-17.50000	0.87500	8.50000	-0.42500	35.00000	-1.85000	61.50000	-4.50000
-43.50000	27.33550	-17.00000	0.85000	9.00000	-0.45000	35.50000	-1.90000	62.00000	-4.55000
-43.00000	27.12782	-16.50000	0.82500	9.50000	-0.47500	36.00000	-1.95000	62.50000	-4.60000
-42.50000	26.88721	-16.00000	0.80000	10.00000	-0.50000	36.50000	-2.00000	63.00000	-4.65000
-42.00000	26.61093	-15.50000	0.77500	10.50000	-0.52500	37.00000	-2.05000	63.50000	-4.70000
-41.50000	26.29540	-15.00000	0.75000	11.00000	-0.55000	37.50000	-2.10000	64.00000	-4.75000
-41.00000	25.93594	-14.50000	0.72500	11.50000	-0.57500	38.00000	-2.15000	64.50000	-4.80000
-40.50000	25.52626	-14.00000	0.70000	12.00000	-0.60000	38.50000	-2.20000	65.00000	-5.30000
-40.00000	25.05763	-13.50000	0.67500	12.50000	-0.62500	39.00000	-2.25000	65.50000	-5.80000
-39.50000	24.51734	-13.00000	0.65000	13.00000	-0.65000	39.50000	-2.30000	66.00000	-6.30000
-39.00000	23.88568	-12.50000	0.62500	13.50000	-0.67500	40.00000	-2.35000	66.50000	-6.80000
-38.50000	23.12901	-12.00000	0.60000	14.00000	-0.70000	40.50000	-2.40000	67.00000	-7.30000
-38.00000	22.17998	-11.50000	0.57500	14.50000	-0.72500	41.00000	-2.45000	67.50000	-7.80000
-37.50000	20.85267	-11.00000	0.55000	15.00000	-0.75000	41.50000	-2.50000		
-37.00000	19.00124	-10.50000	0.52500	15.50000	-0.77500	42.00000	-2.55000		
-36.50000	17.13522	-10.00000	0.50000	16.00000	-0.80000	42.50000	-2.60000		
-36.00000	15.26919	-9.50000	0.47500	16.50000	-0.82500	43.00000	-2.65000		
-35.50000	13.40316	-9.00000	0.45000	17.00000	-0.85000	43.50000	-2.70000		
-35.00000	11.53713	-8.50000	0.42500	17.50000	-0.87500	44.00000	-2.75000		
-34.50000	9.99999	-8.00000	0.40000	18.00000	-0.90000	44.50000	-2.80000		
-34.00000	8.86015	-7.50000	0.37500	18.50000	-0.92500	45.00000	-2.85000		
-33.50000	7.94027	-7.00000	0.35000	19.00000	-0.95000	45.50000	-2.90000		
-33.00000	7.16654	-6.50000	0.32500	19.50000	-0.97500	46.00000	-2.95000		
-32.50000	6.48347	-6.00000	0.30000	20.00000	-1.00000	46.50000	-3.00000		
-32.00000	5.87785	-5.50000	0.27500	20.50000	-1.02500	47.00000	-3.05000		
-31.50000	5.23525	-5.00000	0.25000	21.00000	-1.05000	47.50000	-3.10000		
-31.00000	4.84566	-4.50000	0.22500	21.50000	-1.07500	48.00000	-3.15000		
-30.50000	4.40179	-4.00000	0.20000	22.00000	-1.10000	48.50000	-3.20000		
-30.00000	3.99814	-3.50000	0.17500	22.50000	-1.12500	49.00000	-3.25000		
-29.50000	3.63047	-3.00000	0.15000	23.00000	-1.15000	49.50000	-3.30000		
-29.00000	3.29541	-2.50000	0.12500	23.50000	-1.17500	50.00000	-3.35000		
-28.50000	2.99026	-2.00000	0.10000	24.00000	-1.20000	50.50000	-3.40000		
-28.00000	2.71279	-1.50000	0.07500	24.50000	-1.22500	51.00000	-3.45000		
-27.50000	2.46119	-1.00000	0.05000	25.00000	-1.25000	51.50000	-3.50000		
-27.00000	2.23393	-0.50000	0.02500	25.50000	-1.27500	52.00000	-3.55000		
-26.50000	2.02975			26.00000	-1.30000	52.50000	-3.60000		



1.9.11 Beilage 8.2:

Entgleisungssicherheit

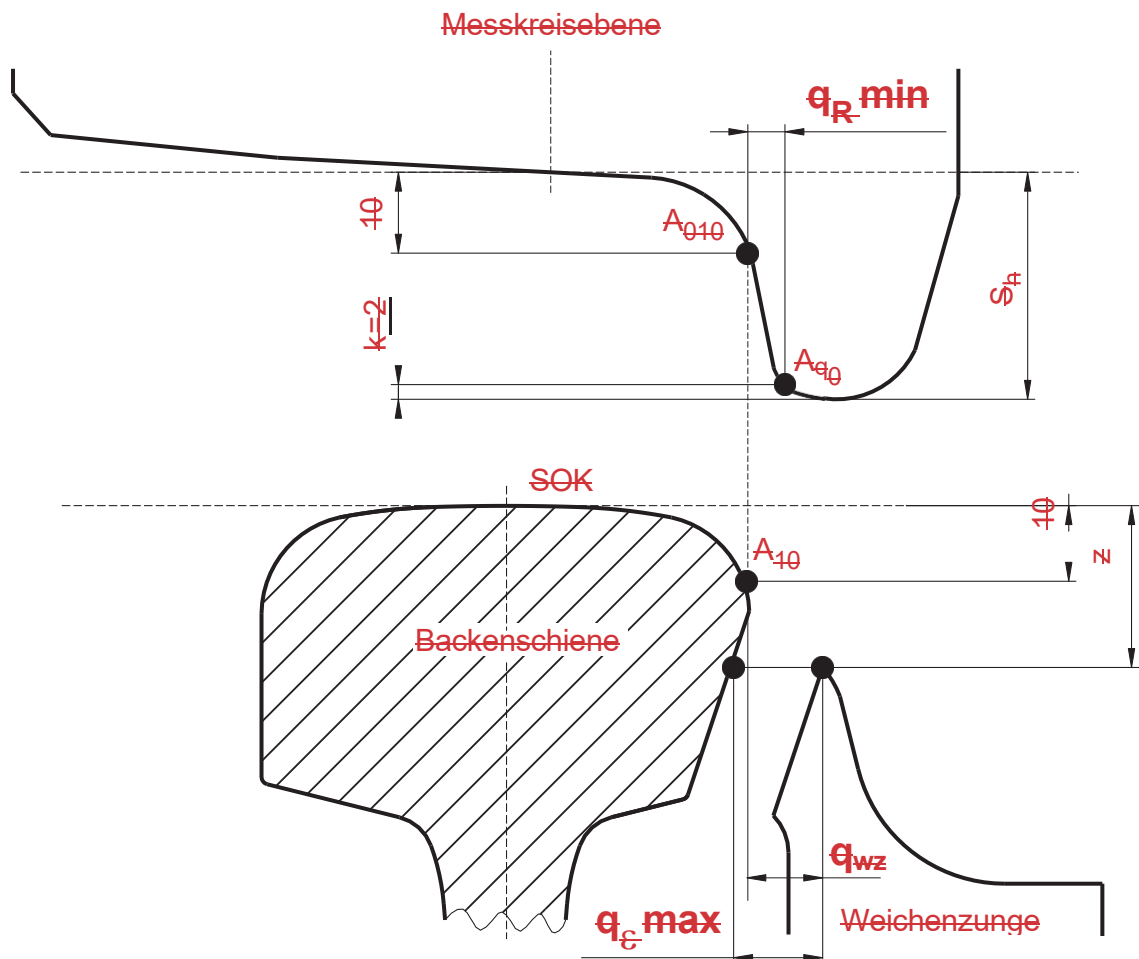
Weichenzungen spitze: $Y/Q \leq 0.4$ nach ORE C70Vollbögen: $Y/Q \leq 0.8$ nach ORE C138Verwindungsentgleisung: $Y/Q \leq 1.2$ nach ORE B55

1.9.12 Formel von Nadal

$$\frac{Y}{Q} = \frac{\tan(\gamma) - \mu}{1 + \mu \cdot \tan(\gamma)}$$

1.9.13 Beilage 8.3:

Mass-System Rad/Schiene im Hinblick auf die Entgleisungssicherheit



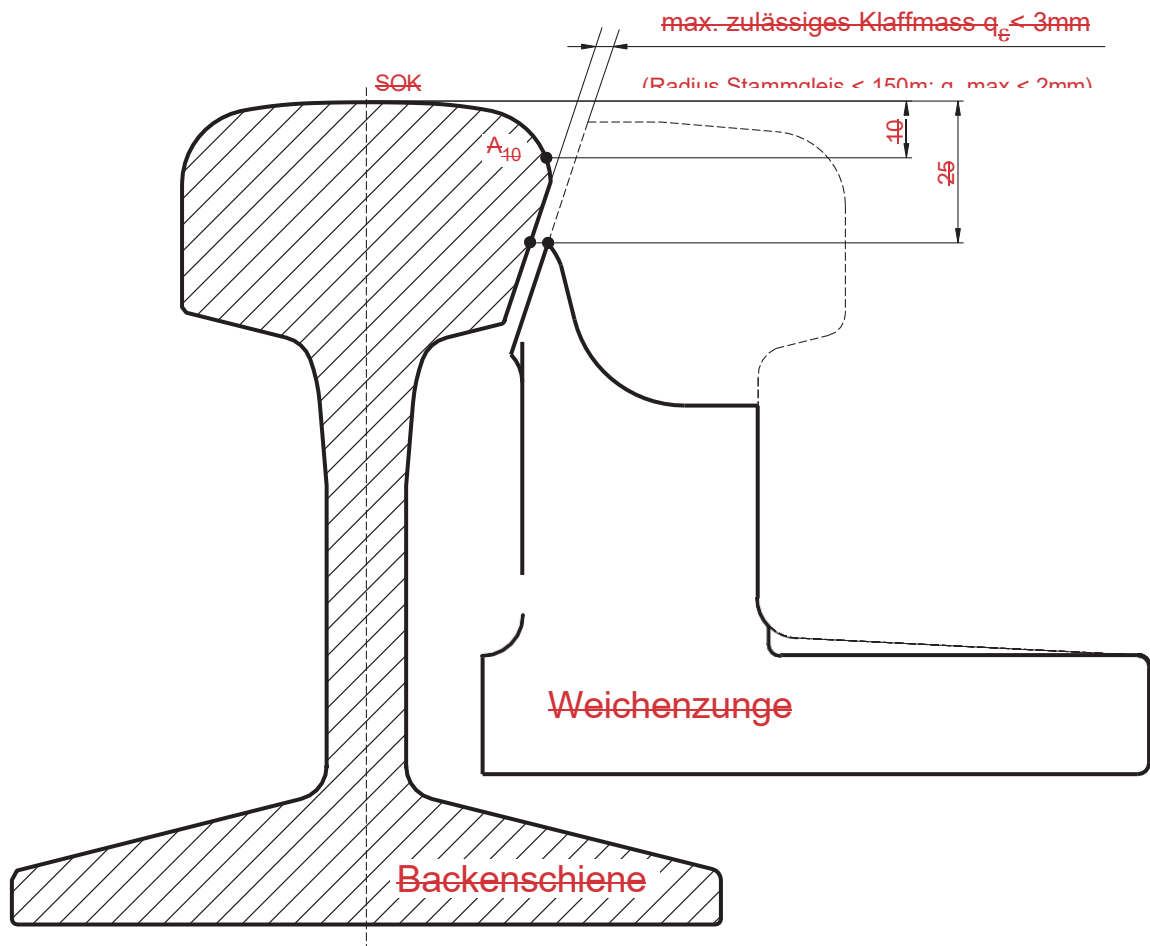
1.10 Querschnitt am Zungenanfang

Radsatztyp	A	B	C
Beurteilungsgrösse in mm			
S_R -min	28	28	28
k	2	2	2
q_R -min	4.5	4.5	4.5
q_R -neu	7.23	7.23	6.58
q_E -max	3	3	3

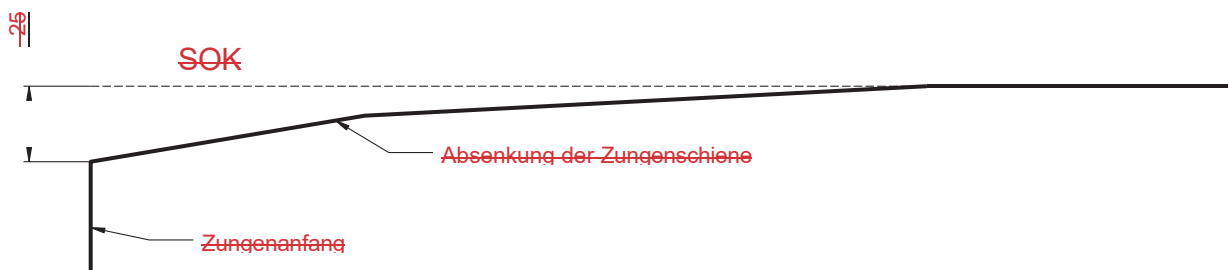
z-max	25	25	25
z-min	20	20	20

1.10.1 Beilage 8.4:

Ausbildung des Weichenzungenanfangs im Neuzustand – zulässiges Klaffmass q_c max



1.10.1.1 Zungenabsenkung



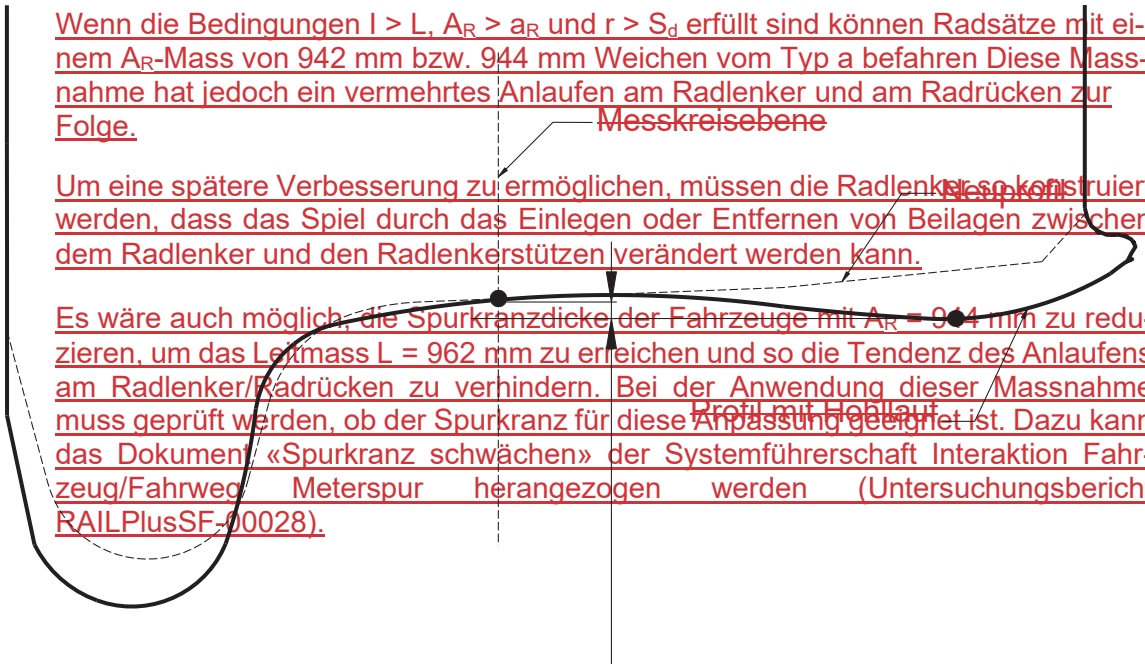
Beilage 8.5: — Tabelle 7-1: — Masse zur Überprüfung der Bedingungen und Toleranzen zum Fallbeispiel für die Spurtechnische Untersuchung (Masse in mm).

a) Toleranzen zu den Massen siehe Anhang A1.

Wenn die Bedingungen $l > L$, $A_R > a_R$ und $r > S_d$ erfüllt sind können Radsätze mit einem A_R -Mass von 942 mm bzw. 944 mm Weichen vom Typ a befahren. Diese Massnahme hat jedoch ein vermehrtes Anlaufen am Radlenker und am Radrücken zur Folge.

Um eine spätere Verbesserung zu ermöglichen, müssen die Radlenker so konstruiert werden, dass das Spiel durch das Einlegen oder Entfernen von Beilagen zwischen dem Radlenker und den Radlenkerstützen verändert werden kann.

Es wäre auch möglich, die Spurkranzdicke der Fahrzeuge mit $A_R = 944$ mm zu reduzieren, um das Leitmass $L = 962$ mm zu erreichen und so die Tendenz des Anlaufens am Radlenker/Radrücken zu verhindern. Bei der Anwendung dieser Massnahme muss geprüft werden, ob der Spurkranz für diese Anpassung geeignet ist. Dazu kann das Dokument: «Spurkranz schwächen» der Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug/Fahrweg Meterspur herangezogen werden (Untersuchungsbericht RAILPlusSF-00028).



8 Sonderausführungen

Die Sonderausführungen müssen spurtechnisch vor einer Einführung untersucht und freigegeben und vom BAV zugelassen werden. In diesem Kapitel sind Beispiele von Sonderanwendungen aufgeführt.

8.1 Radprofil für Mischbetrieb Strassenbahn/Vollbahn (AB)

Im Rahmen des Projekts Durchmesserlinie (DML) der AB sollten die neuen und bestehenden Fahrzeuge sowohl auf der Strecke St. Gallen – Trogen (TB; Strassenbahnbetrieb) als auch auf der Strecke St. Gallen – Gais – Appenzell (SGA; Vollbahnbetrieb) verkehren.

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an die Spurführung wird auf Seite Fahrzeuge das Mischradprofil «DML-h28-Typ A» (Mischung Strassenbahnradprofil/Vollbahnradprofil) in Anlehnung an das Karlsruher Modell (vergleiche Mischbetrieb in «Technische Regeln Spurführung (TR Sp)» des VDV) eingesetzt. Wenn das nicht möglich ist, müssten auf der Strecke SGA sämtliche Weichen ersetzt werden.

Damit dieses Radprofil zuverlässig funktioniert, müssen die Weichen auf der Strecke SGA mit Weichen Typ a mittels überhöhten Radlenkern ausgerüstet sein. Die Radlenkerüberhöhung beträgt 30 mm. Dabei ist lediglich eine Anhebung der Radlenker an den Weichen von bisher 0 bzw. 20 mm auf neu 30 mm notwendig.

Die Umsetzung auf das Mischradprofil «DML-h28-Typ A» erfolgte nach folgendem Ablauf:

1. Weichen und Rillenschienenabschnitte St. Gallen – Trogen

- Überhöhte Radlenker auf SOK setzen.
- Auswechseln der Herzstücke von Auflauf- auf Tiefrille.
- Kontrolle der Rillenschienen, ob genügend Rillentiefe für die Spurkranzhöhe vorhanden ist. Zu berücksichtigen ist, dass wegen Laufflächenverschleiss neue Grenzmasse bei der Spurkranzhöhe erforderlich sein können.

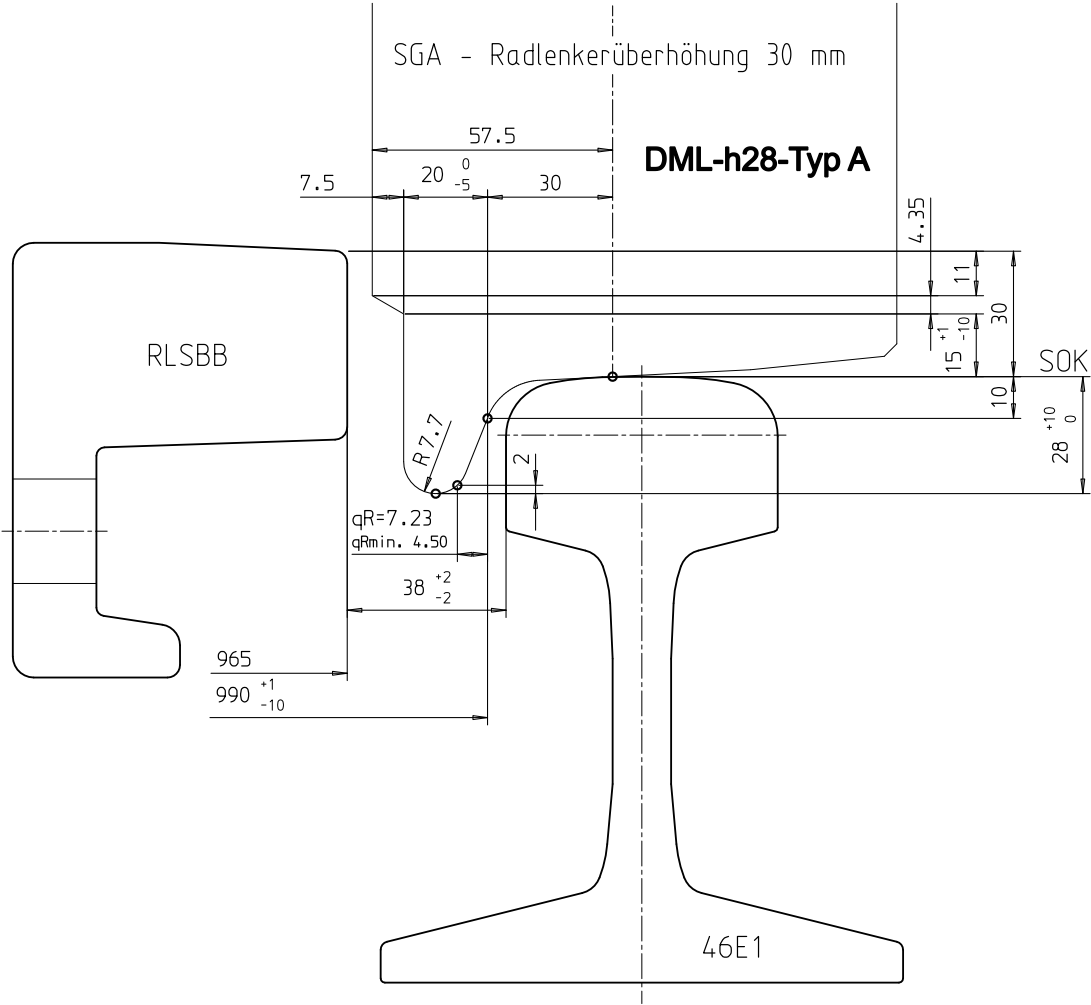
2. DML-Fahrzeuge mit Mischradprofil «DML-h28-Typ A» ausrüsten, Spurkranzhöhe 28 mm, Radreifen- bzw. Radkranzbreite mindestens 120 mm.

3. Weichen St. Gallen – Appenzell

- Radlenker auf 30 mm Höhe über SOK setzen.

4. Künftige Neubeschaffung von Weichen Typ a auf der DML-Strecke.

Nach Abschluss von Schritt 3 war die Aufnahme des Durchmesserbetriebs möglich. Später wurden für einen freizügigeren Einsatz der Fahrzeuge auch auf der Strecke Appenzell – Wasserauen die Radlenker auf 30 mm Höhe über SOK gesetzt.



Betriebsgrenzmasse für DML-Betrieb [mm]

	Nennmass	Maximal	Minimal
Versatz ab Radlaufläche	15	16	5
Schienen OK bis Radlenker OK	30	+36	+30 (Anlaufläche min. 10 mm)
Radlenkerrillen	38	40	36

Abbildung 8-1: Zusammenspiel zwischen Mischradprofil «DML-h28-Typ A» und überhöhtem Radlenker im Vollbahnbetrieb.

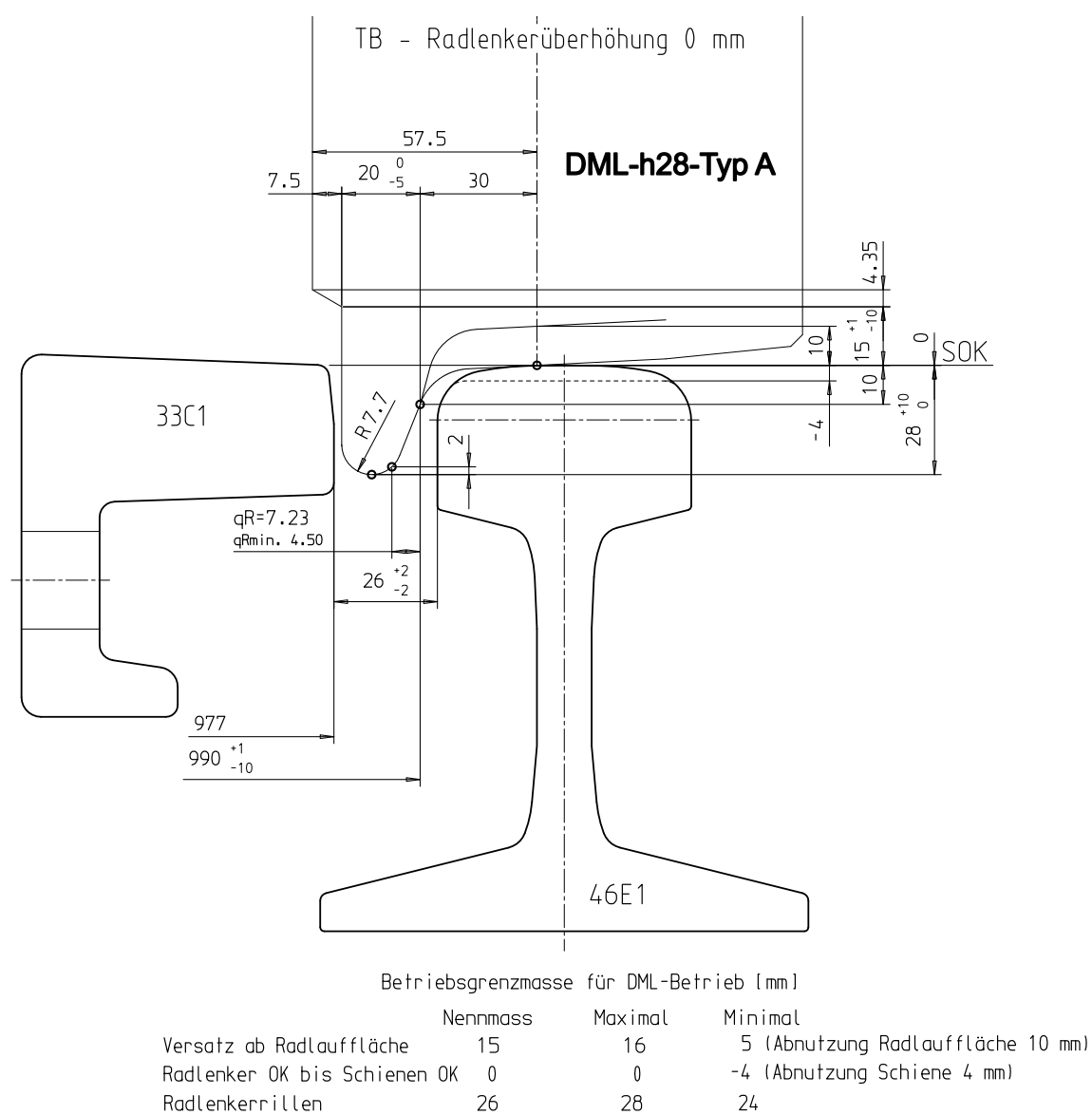


Abbildung 8-2: Zusammenspiel zwischen Mischradprofil «DML-h28-Typ A» und Radlenker auf SOK im Strassenbahnbetrieb.

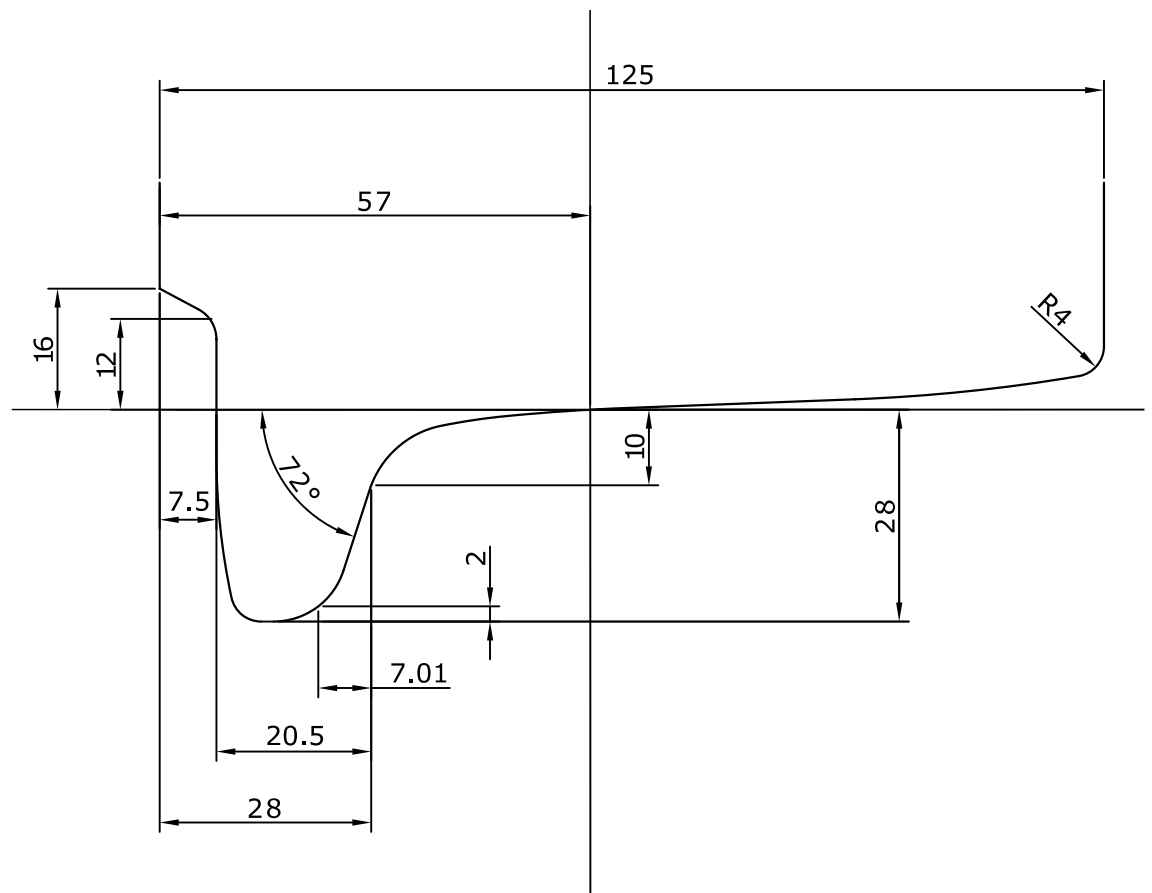


Abbildung 8-3: Kontur des Mischradprofils «DML-h28-Typ A» (Karlsruher Modell). Dieses ermöglicht das Befahren von Rillenschienen Ri 60 (Rille 36 mm) und Weichen Typ a.

8.2 Radprofil für Mischbetrieb Trambahn/Vollbahn (LTB)

Das Mischradprofil «LTB-h23-Typ B» (Mischung Trambahnradprofil/Vollbahnradprofil) in Anlehnung an das Karlsruher Modell kommt auf der Limmattalbahn (LTB) zum Einsatz, damit sowohl die gemeinsame Infrastruktur in Dietikon (Linie Bremgarten – Dietikon; Vollbahnbetrieb) als auch die gemeinsame Infrastruktur mit der VBZ und die übrige LTB-Infrastruktur (Trambahnbetrieb) befahren werden kann.

Damit dieses Radprofil zuverlässig funktioniert, müssen die Weichen auf dem Streckenabschnitt mit Weichen Typ b (gemeinsame Infrastruktur in Dietikon der Linie Bremgarten – Dietikon) mittels überhöhten Radlenkern ausgerüstet sein. Die Radlenkerüberhöhung beträgt 20 mm. Die Zungenabsenkung darf in allen Weichen maximal 14 mm betragen. Idealerweise sind die Weichenzungen unter Berücksichtigung der geringeren Zungenabsenkung stärker unterschlagend ausgeführt.

Die Weichen auf der übrigen LTB-Infrastruktur (Trambahnbetrieb) sind nach der Quermasstabelle der VBZ mit verlängerter Auflauframpe bei den Flachrillenanlagen gefertigt, da der Spurkranz nominal 22 mm beträgt, was 2 mm höher ist, als die VBZ nominal fährt.

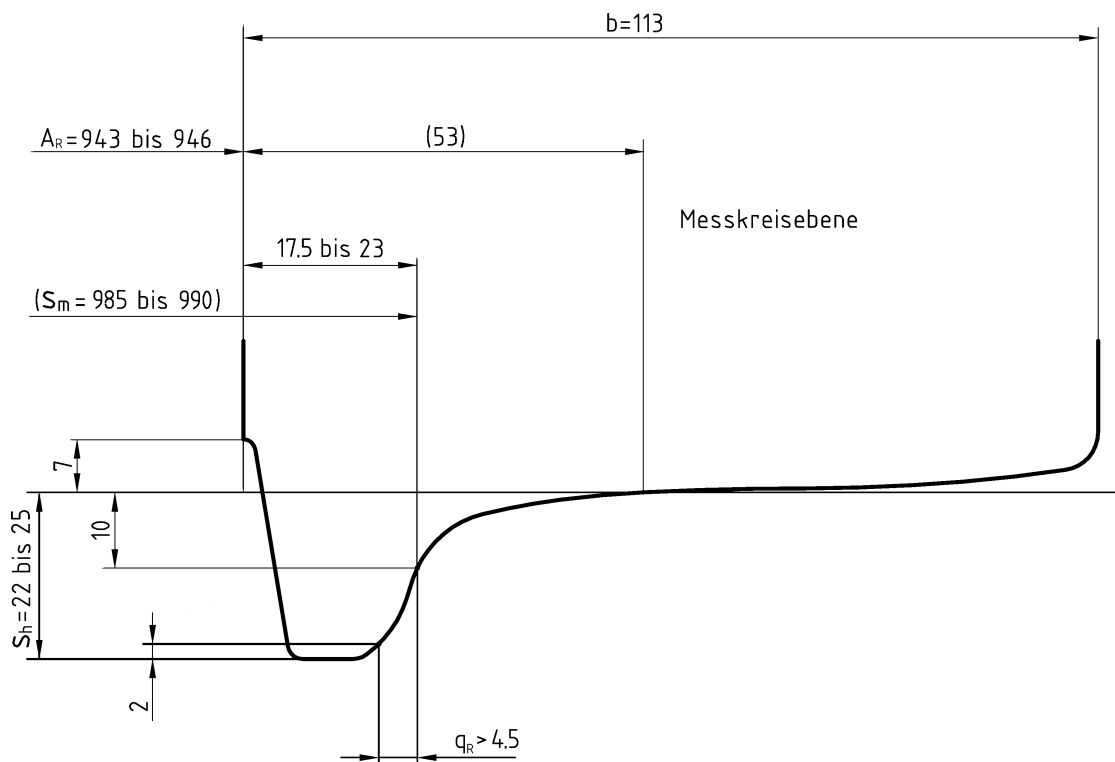


Abbildung 8-4: Mischradprofil «LTB-h23-Typ B» (Karlsruher Modell) ermöglicht, dass befahren von Rillenschienen Ri 60 (Rille 36 mm) und Weichen Typ b.

8.3 Weiche für Mischbetrieb mit Radprofilen Typ A, B und C (MOB, TPF)

Diese Weiche wurde für die Bahnen MOB und TPF entwickelt. Mit dem Einsatz dieser Weiche können auf der Strecke alle Radsätze Typ A, Typ B und Typ C verkehren. Die Züge der neuen Fahrzeuggeneration werden alle mit Radsatz Typ A ausgerüstet. Die bestehenden historischen Fahrzeuge, welche noch häufig auf der Strecke verkehren sind mit dem Radsatz ähnlich Typ B ausgerüstet.

Diese für den Mischbetrieb entwickelte Weiche hat ein reduziertes Spiel A_R/a_R , wodurch sowohl Radsätze Typ A als auch Radsätze Typ B verkehren können (Vermessung der Einfachweiche siehe Anhang A4).

9 Verschleiss

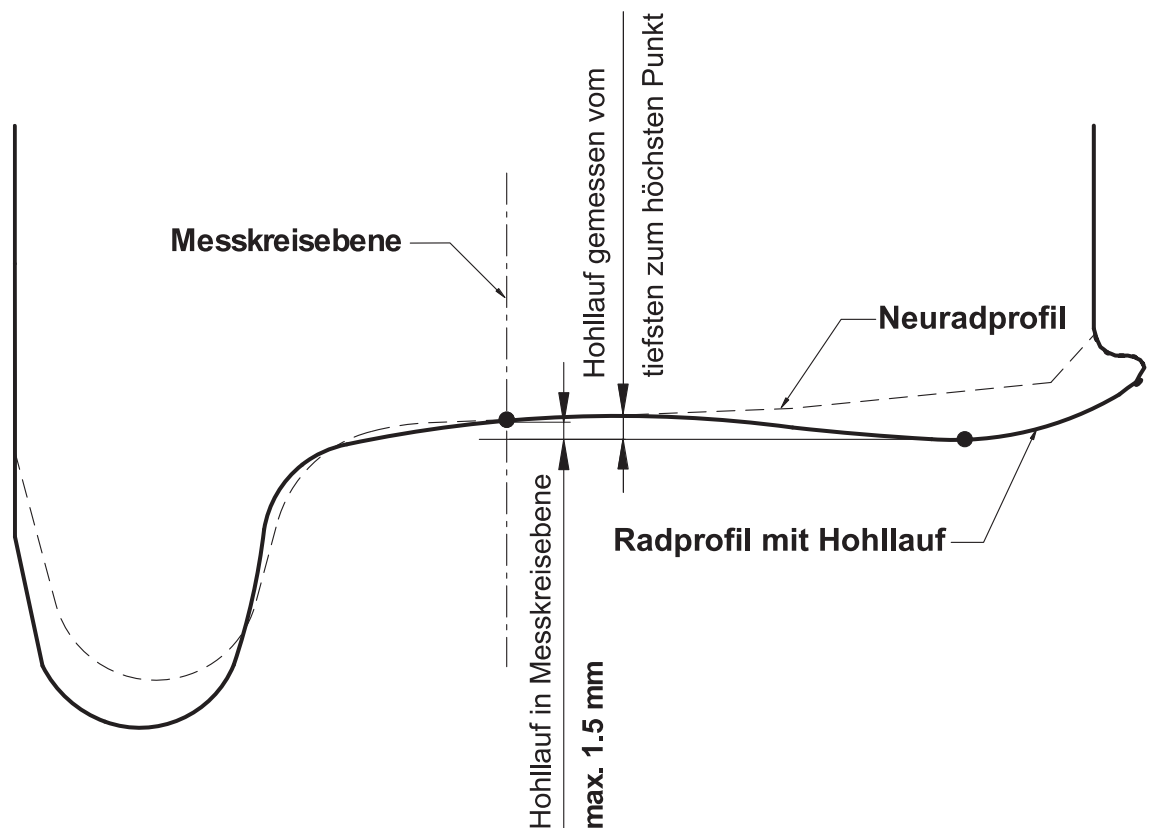
1.119.1 Hohllauf von Rädern

Hohllauf max: 1.5mm

Der in der Messkreisebene maximal zugelassene Hohllauf beträgt 1.5 mm.

Durch die Abnutzung der Radlaufflächen entsteht eine ungleichmässige Radprofilform, welche nicht mehr der ursprünglichen entspricht. Erhält der äussere Teil des Rades einen grösseren Durchmesser als der Messkreis, so kann dies die Laufgüte beim Befahren einer Weiche beeinträchtigen. Weicht der äussere Raddurchmesser stark von der ursprünglichen Kontur ab oder übersteigt er den Messkreisdurchmesser wesentlich, so können an den Zungenvorrichtungen und Herzstücken Schäden entstehen.

Um den Verschleiss an den Weichenherzstücken zu minimieren, wird empfohlen den Hohllauf möglichst gering zu halten. Wenn der Hohllauf mit einer Kontrolllehre (gemäss R RTE 41500) nicht erkennbar ist, misst man idealerweise den Hohllauf nicht am Messkreis, sondern vom tiefsten zum höchsten Punkt an der Radprofilkontur. Dazu eignen sich die gängigen elektronischen Messsysteme, die für diese Hohllauf-Messung angepasst werden müssen. In Abbildung 9-1 ist dargestellt, welcher Hohllauf in der Messkreisebene maximal zugelassen ist.



Der in der Messkreisebene maximal zugelassene Hohllauf beträgt 1.5 mm.

Abbildung 9-1: Hohllauf

Mögliche Ursachen für Hohllauf:

- Zu kleines Spurspiel.
- Verschleiss durch intensives Bremsen (bei Klotzbremsen).
- Dauernder Betrieb im erhöhten Schlupfbereich (bei angetriebenen Radsätzen).
- Zu weiches Radmaterial.

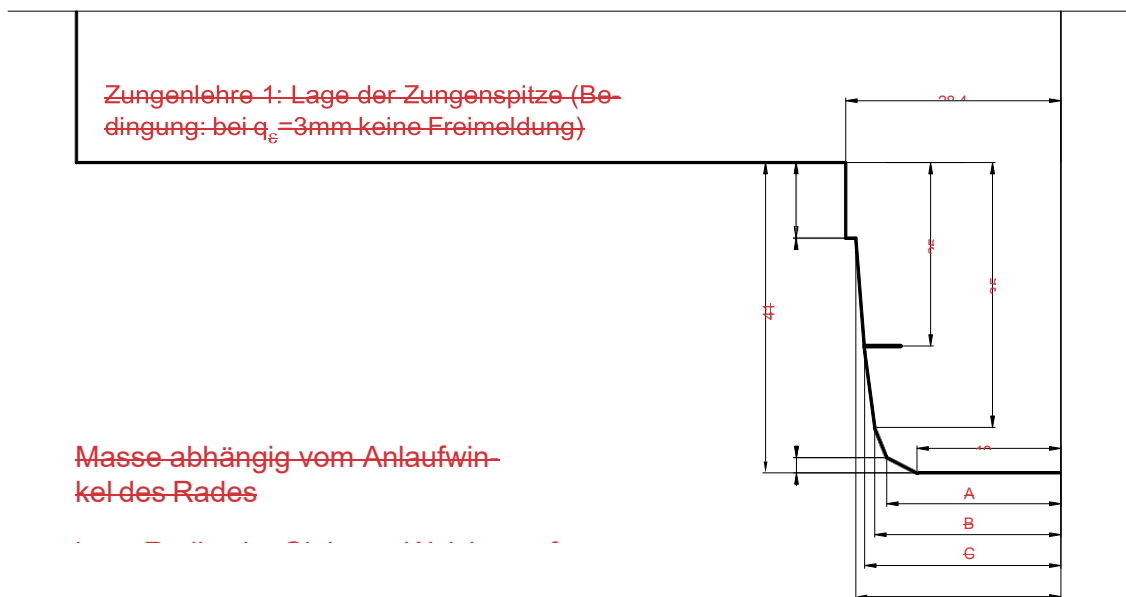
Zu grosser Hohllauf hat wesentliche Nachteile:

- Auswirkung auf den Fahrweg, speziell im Weichenbereich (Aussagen nur anhand geometrischer Auswertungen oder festgestellter Schädigungen z.B. im Herzstück- oder Backenschienenbereich Stockschienenbereich möglich).
- Auswirkung auf den Fahrzeuglauf (Aussagen nur anhand berührgeometrischer Auswertungen möglich).
- Hohe mechanische Flächenpressungen im Bereich der Restüberdeckung Rad—Schiene im Weichenbereich.
- Lokale thermische Überbeanspruchung am Rad mit der Möglichkeit von Rissbildungen an den Diskontinuitätsflächen der Räder.
- Schlechte Kraftübertragung Rad/Schiene.

~~1.11.1 Beilage 9.1:~~

~~Lehre zur Prüfung des Zustands am Weichenzungenanfang~~

~~Konturen der Kontrolllehre zur Feststellung eines zulässigen Klaffmasses~~



9.2 Verschleissradprofil

Bei den Normalspurbahnen werden in der Regel als Radprofil sogenannte Verschleissradprofile verwendet. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich im Betriebseinsatz berührgeometrisch nicht verändern. Dadurch bleiben die lauftechnischen Eigenschaften der Fahrzeuge auch bei zunehmendem Verschleiss der Radlaufflächen erhalten.

Bisherige Erfahrungen haben gezeigt, dass sich an den Rädern berührgeometrische Verschleissradprofile einstellen, die von den Eigenschaften der zu befahrenden Schienen abhängen. Neben dem Schienenprofil, z.B. SBB I (46E1) ist dabei vor allem die Einbauneigung der Schienen bedeutsam. So verwenden Normalspurbahnen in Ländern mit Schieneneinbauneigung 1:20 (z.B. England, Norwegen, Frankreich, Finnland, Dänemark) andere Radprofile als Länder mit Schieneneinbauneigung 1:40 (z.B. Schweiz und Deutschland). Die Schweizer Meterspurbahnen verwenden mehrheitlich eine Schieneneinbauneigung von 1:20.

Die 2005 durch die HTW Dresden durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass es sich bei den Radprofilen, welche Eingang in die R RTE 29500 gefunden haben (Radprofil Typ A, Typ B und Typ C), nicht um verschleissangepasste Radprofile handelt. Massgebend bei den Untersuchungen der HTW Dresden war ein Teilbereich der geometrischen Interaktion. Die Berührgeometrische Interaktion von Rad und Schiene war dabei nicht Bestandteil dieser Untersuchungen.

Eine Optimierung der Radprofile hinsichtlich ihrer berührgeometrischen Eigenschaften ist nicht Gegenstand der vorliegenden Regelung. Die Optimierung von Radprofilen oder die Einführung von Verschleissradprofilen obliegt der Verantwortung der je-

weiligen Bahn. Dabei sind die Vorgaben der AB-EBV und besonders der BAV-Richtlinie Nachweis sicheres Fahrverhalten Meterspur-, Spezialspur- und Zahnradbahnen, zu berücksichtigen.

Im Rahmen der Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug/Fahrweg Meterspur wurden zwei Radprofile (Typ A und Typ B) entwickelt, die ein Verschleissprofil aufweisen. Diese Radprofile können unter Berücksichtigung der von der Systemführerschaft erarbeiteten Vorgehensweise bei Meterspurbahnen eingesetzt werden. Diese Radprofile sind für die Interaktion mit dem Schienenprofil SBB I (46E1) bei den nominalen Schienenneigungen 1:40 bis 1:20 optimiert.

Verschleissradprofile

Radprofil Typ A: RAILplus v1A/28.3/25

Radprofil Typ B: RAILplus v1B/28.3/20

Legende:

v1 _____ = Version des Radprofils

A bzw. B _____ = Radprofil-Typ gemäss R RTE 29500

28.3 _____ = Spurkranzhöhe [mm]

25 bzw. 20 _____ = Spurkranzdicke [mm]

9.3 R0 bei reduzierter Spurkranzdicke S_d

Im Betrieb kann es zu Abnutzungen am Radprofil kommen, die zu Abweichungen vom Nominalradprofil führen. Wenn die Spurkranzdicke S_d von diesen Abweichungen betroffen ist führt das in der Regel bei der R0 (Reprofilierung) dazu, dass der Raddurchmesser erheblich reduziert werden muss, um den Spurkranz mit Nominal- S_d herzustellen.

Das punktierte Radprofil hat sich im Betrieb eingestellt. Wird bei der R0 der Spurkranz mit nominalem S_d hergestellt (durchgezogenes Radprofil), muss der Raddurchmesser erheblich reduziert werden. Wird hingegen das Mass S_d reduziert, wie beim gestrichelten Radprofil dargestellt, kann die R0 bei nahezu unverändertem Raddurchmesser durchgeführt werden.

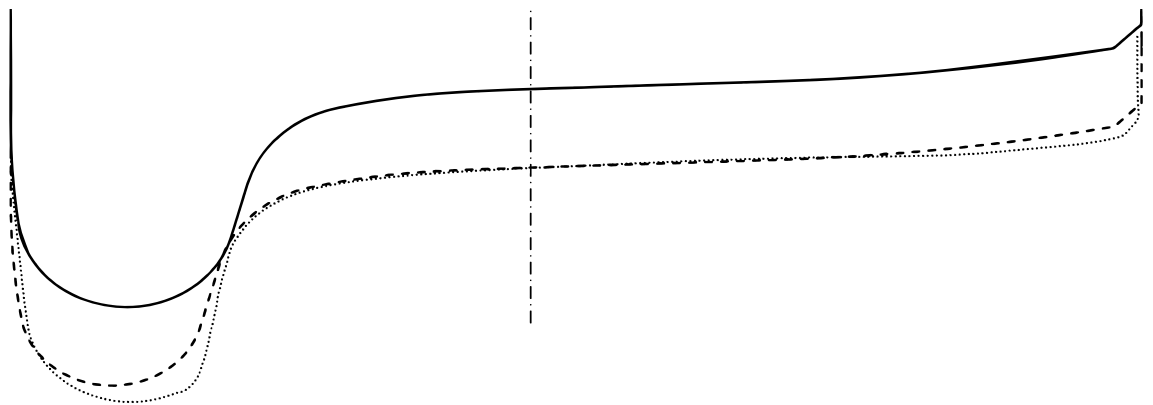


Abbildung 9-2: Erhöhung der Rad-Laufleistung durch Verwendung einer reduzierten Spurkranzdicke.

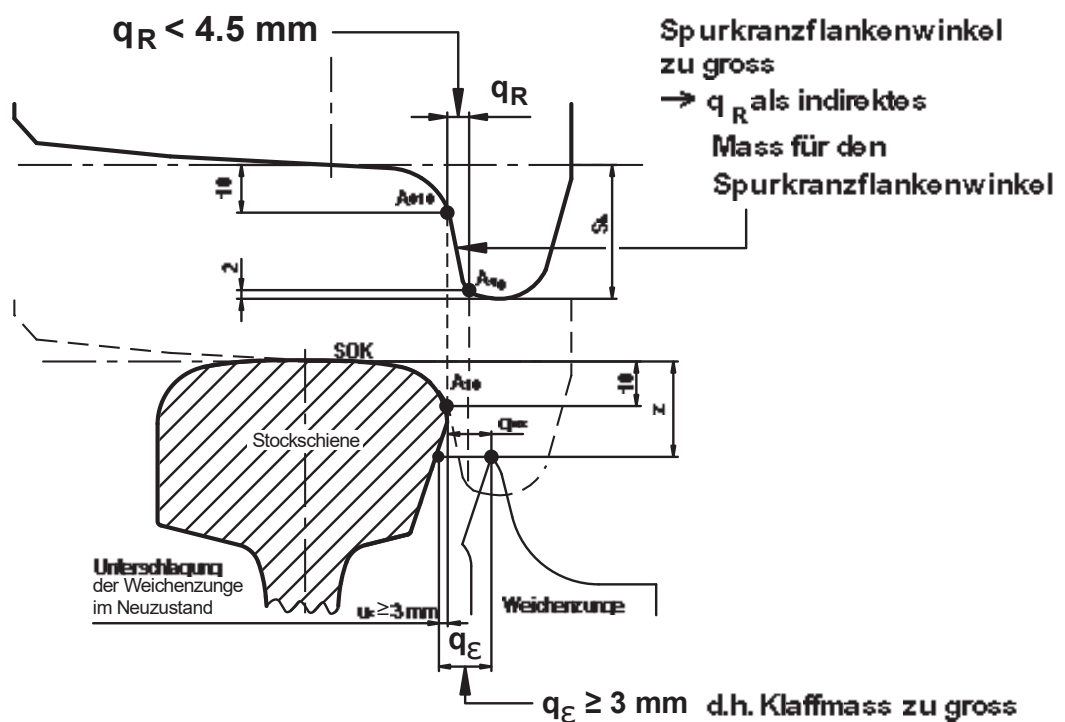
9.4 Abnutzung der Stockschiene

Durch die Abnutzung der Stockschiene verändert sich die relative Lage zur Weichenzungenspitze sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung. Durch die verschiedenen Verschleissformen ergeben sich für ein konstantes Klaffmass q_g unterschiedliche Funktionswerte q_{wz} . Die horizontale Abnutzung kann durch Korrektur des Klaffmasses und die Vertikale durch Korrektur der Zungenabsenkung kompensiert werden.

10 Entgleisungssicherheit

10.1 Entgleisungssicherheit im Bereich des Zusammenwirkens von Rädern und Weichenzungen an den Weichenzungenspitzen

Entgleisungsgefahr hoch, wenn
zu grosser Spurkranzflankenwinkel (q_R zu klein)
oder zu grosses Klaffmass (q_E zu gross)



Querschnitt am Zungenanfang

Aufsteigen des Spurkranzes auf der Weichenzungenspitze

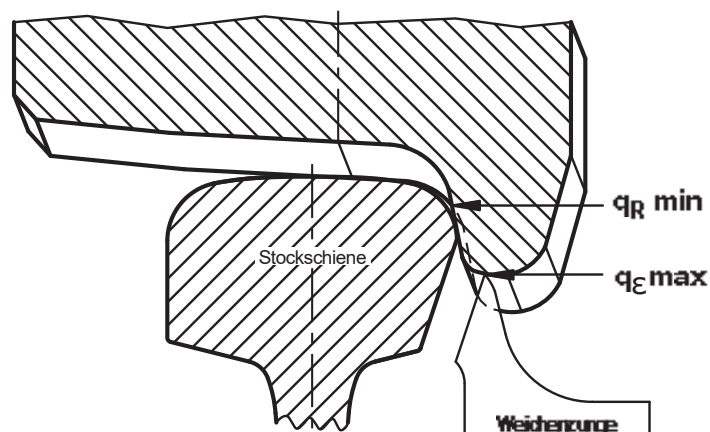


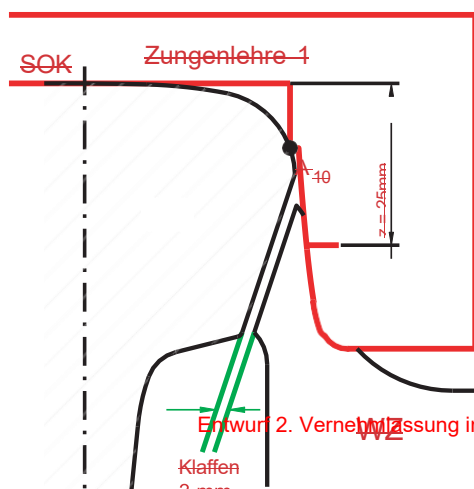
Abbildung 10-1: Entgleisungssicherheit im Bereich des Zusammenwirkens von Rädern und Weichenzungen an den Weichenzungenspitzen.

Nach dem zugrundeliegenden System ORE C 70 (Entgleisungssystem an der Weiche: Zungenspitze und Ausbrüche insbesondere in der Bogenweiche) hängt die sichere Befahrbarkeit der Weichen wesentlich von der relativen Lage der Weichenzungenspitze zur Stockschiene ab. Grundsätzlich wird die Querlage der Zunge durch den Weichenantrieb und den Weichenverschluss bestimmt. Der Antrieb führt den Umstellvorgang aus und der Verschluss verriegelt die Zunge an der Stockschiene. Die Querlage der Zunge zur Stockschiene kann dabei nur über den Weichenverschluss gewährleistet werden.

Durch die Abnutzung der Stockschiene können sich aber unterschiedliche Situationen bei gleichem Klaffmass ergeben. Deshalb ist es nicht ausreichend, nur das Klaffmass allein zu prüfen. Um die sichere Befahrbarkeit der Zunge zu gewährleisten, muss eine geometrische Prüfung an der Weichenzungenspitze vorgenommen werden. Mit der Zungenkontroll-Lehre 1 (gemäss D RTE 22556) wird sichergestellt, dass das Funktionsmass q_{WZ} bedingungsgemäss ist.

<u>Winkel</u> <u>Beurteilungsgrösse</u> <u>[mm]</u>			<u>1.7°Radsatz</u>			<u>2.2°Bemerkung</u>
Radius	≥150 m	<150 m				
<u>Typ A</u>			<u>22.7Typ</u> <u>B</u>	<u>21.8Typ C</u>		
B	24.6	24.0				
€	26.1	26.2				
<u>D</u> <u>S_h</u>	<u>27.7min</u>		<u>28.2</u>			
<u>q_R</u>	<u>min</u>		<u>4.5</u>	<u>4.5</u>	<u>4.5</u>	
	<u>neu</u>		<u>7.23</u>	<u>7.23</u>	<u>6.58</u>	
<u>q_E</u>	<u>max</u>		<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>Derselbe Wert dieses Masses wird auch senkrecht zur Ausrichtung der Prüfebene mit den Fühlerlehren angewendet (siehe D RTE 22556)</u>
<u>z</u>	<u>max</u>		<u>25</u>	<u>25</u>	<u>25</u>	
	<u>min</u>		<u>20</u>	<u>20</u>	<u>20</u>	

Anwendung der Kontrolllehre



Die Sicherheit ist gewährleistet, wenn bei maximalem Klaffmass von 3 mm

- die Zungenspitze nicht durch die Lehre verdeckt wird und
- die Zungenspitze oberhalb der Markierung der Lehre liegt

z — Zungenabsenkung

BS — Backenschiene

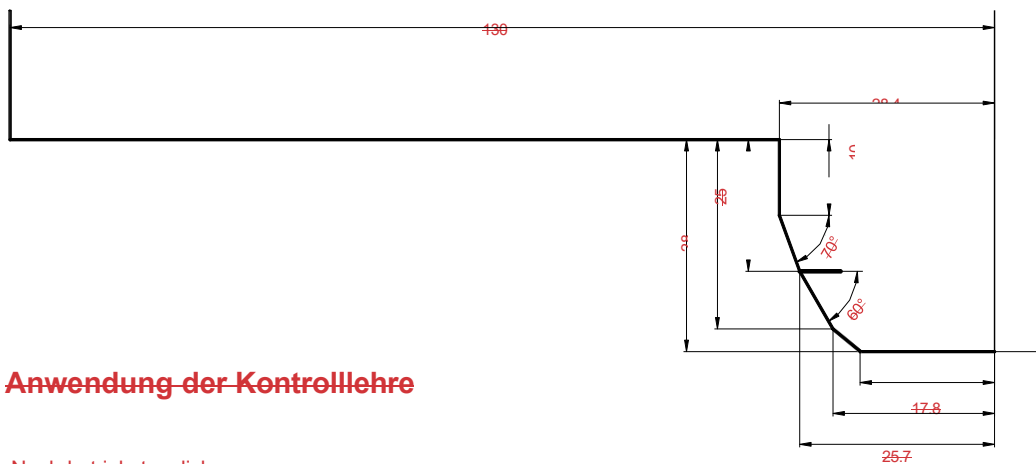
WZ — Weichenzunge

SOK — Schienenoberkante

1.11.2 Beilage 9.2:

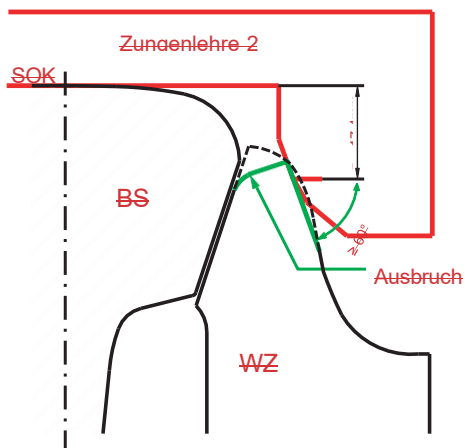
Lehre zur Prüfung von Ausbrüchen an Weichenzungen

Kontur der Kontrolllehre zur Feststellung der zulässigen Ausbrüche an Weichenzungen



Anwendung der Kontrolllehre

Noch betriebstauglich



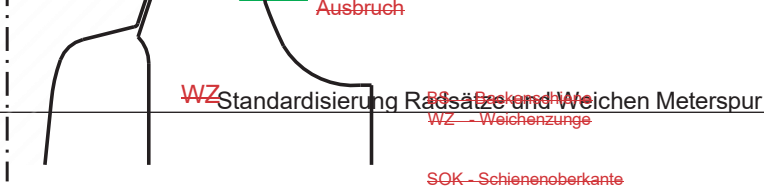
Nicht mehr betriebstauglich

Die Sicherheit ist gewährleistet, wenn

- die Weichenzunge die Lehre oberhalb der Markierung berührt und
- ein tiefer als die Markierung liegender Ausbruch kürzer als 200 mm ist.

Die Sicherheit ist nicht gewährleistet, wenn

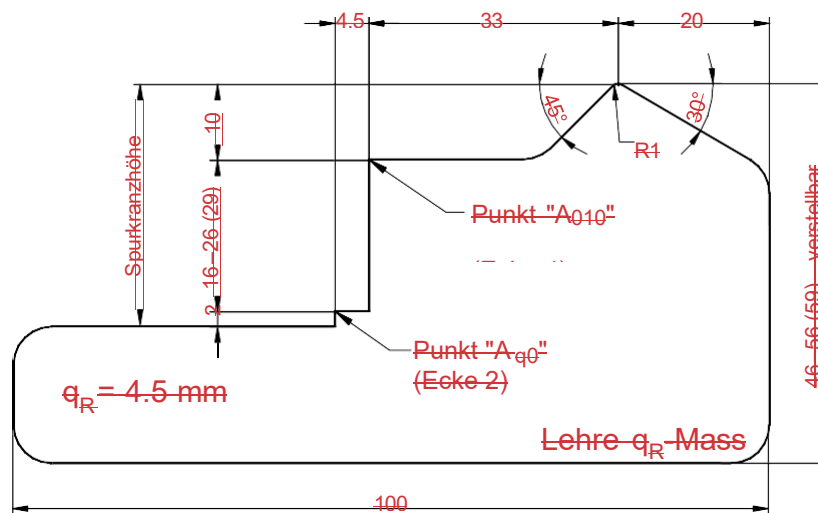
- die Weichenzunge die Lehre unterhalb der Markierung berührt und
- die Länge des Ausbruchs grösser als 200 mm ist.



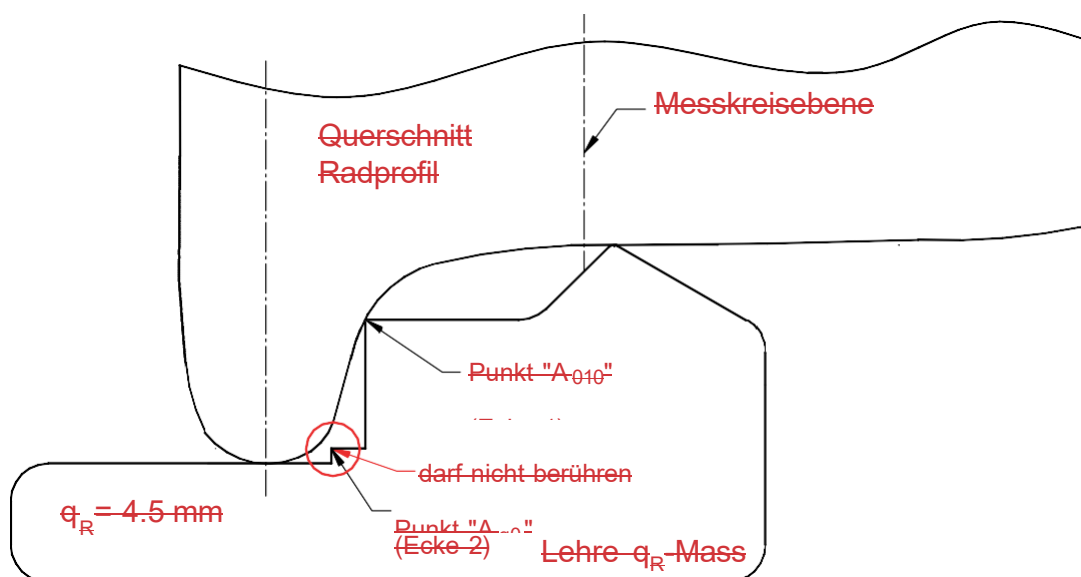
1.11.3 Beilage 9.3:

Lehre zur Prüfung des q_R -Masses

Konturen der Kontrolllehre zur Feststellung des zulässigen q_R -Masses

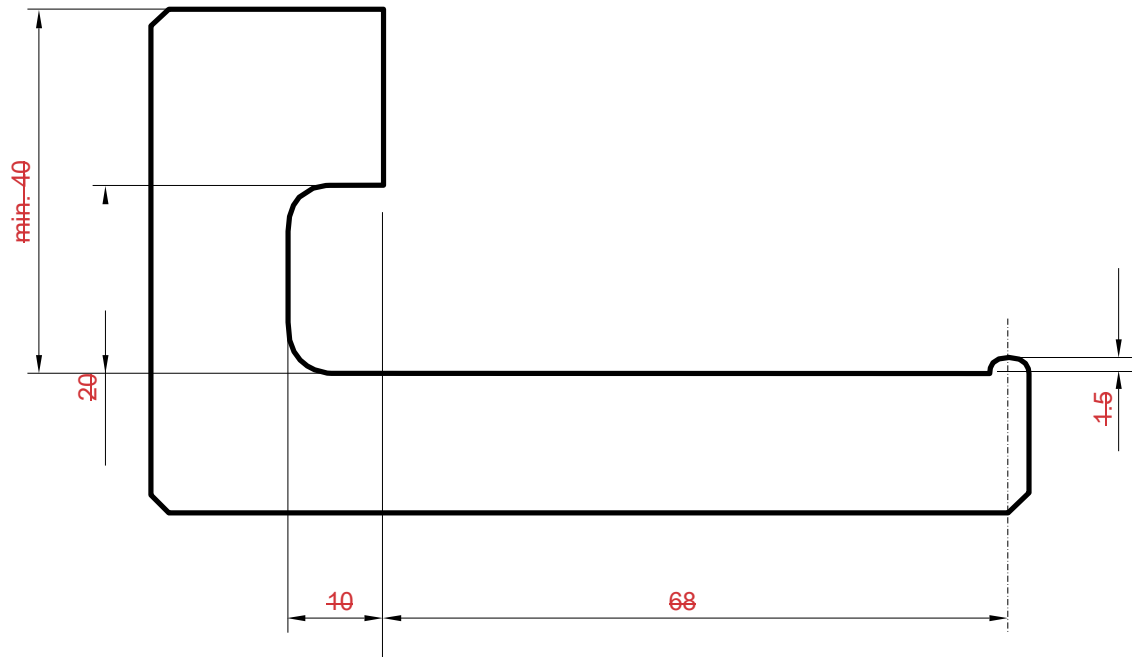


Anwendung der Kontrolllehre

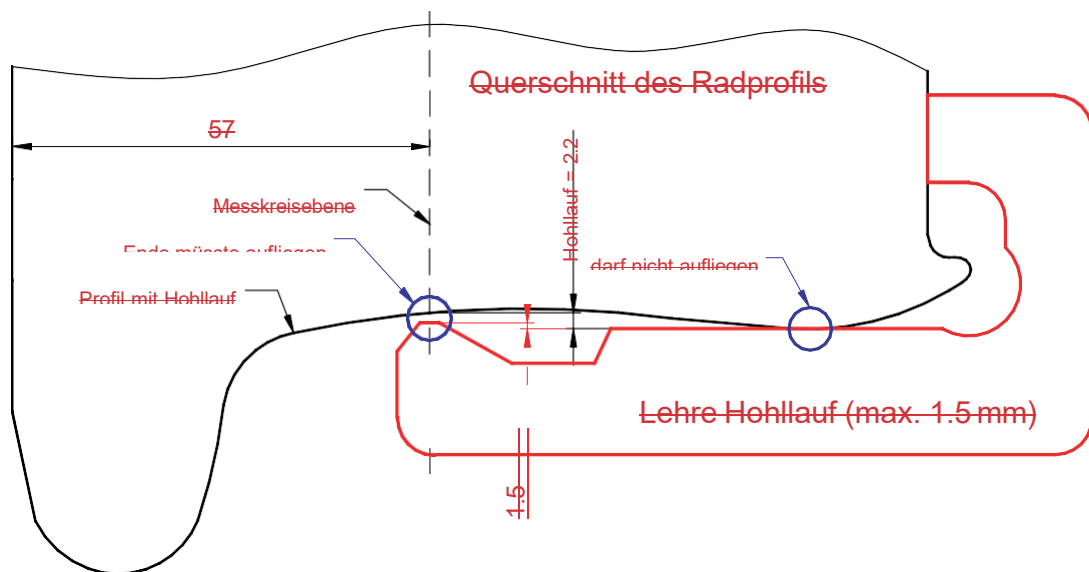


1.11.4 Beilage 9.4: Lehre zur Prüfung des Hohllaufs

Kontur der Kontrolllehre zur Feststellung des zulässigen Hohllaufs



Anwendung der Kontrolllehre Tabelle 10-2: Querschnitt an der Weichenzungen spitze



10.2 Ausbildung der Weichenzungenspitze im Neuzustand (Klaffmass)

Im Bereich der Weichenzungenspitzen ist die Radführung besonders zu beachten. Es ist eine möglichst kontinuierliche und ruckarme Führung der Radsätze für alle Verschleisszustände der Räder und Weichenzungen anzustreben. Beim Befahren einer Weiche gegen die Spitze ist einem allfälligen Aufsteigen des Rades an der Zunge grösste Beachtung zu schenken.

Für die Entgleisungssicherheit spielt die Auslegung der Weichenzungenspitze in Verbindung mit dem Klaffmass eine bedeutende Rolle. Es gibt Anwendungen mit abgesenkter Weichenzunge und Spezialanwendungen mit einer hochgezogenen Zunge.

Bei Abweichungen im Bereich der Anbindung der Zungenspitzen an die Stockschiene ist die R RTE 29500 nicht abwendbar. Im Falle derartiger Abweichungen ist ein Vorgehen nach den Erfahrungen der entsprechenden Bahnen unter besonderer Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten zu wählen.

10.2.1 Klaffmass bei abgesenkter Weichenzunge

Die Lage der Weichenzungenspitze wird durch das Klaffmass q_k , dem Funktionsmass q_{wz} und der Weichenzungenabsenkung z beschrieben. Als Klaffen der Weichenzunge bezeichnet man den Abstand zwischen der Stockschiene und der Weichenzunge. Das Klaffmass q_k wird an der Weichenzungenspitze gemessen. Alle hier aufgeführten Masse sind parallel zur Ebene der SOK definiert.

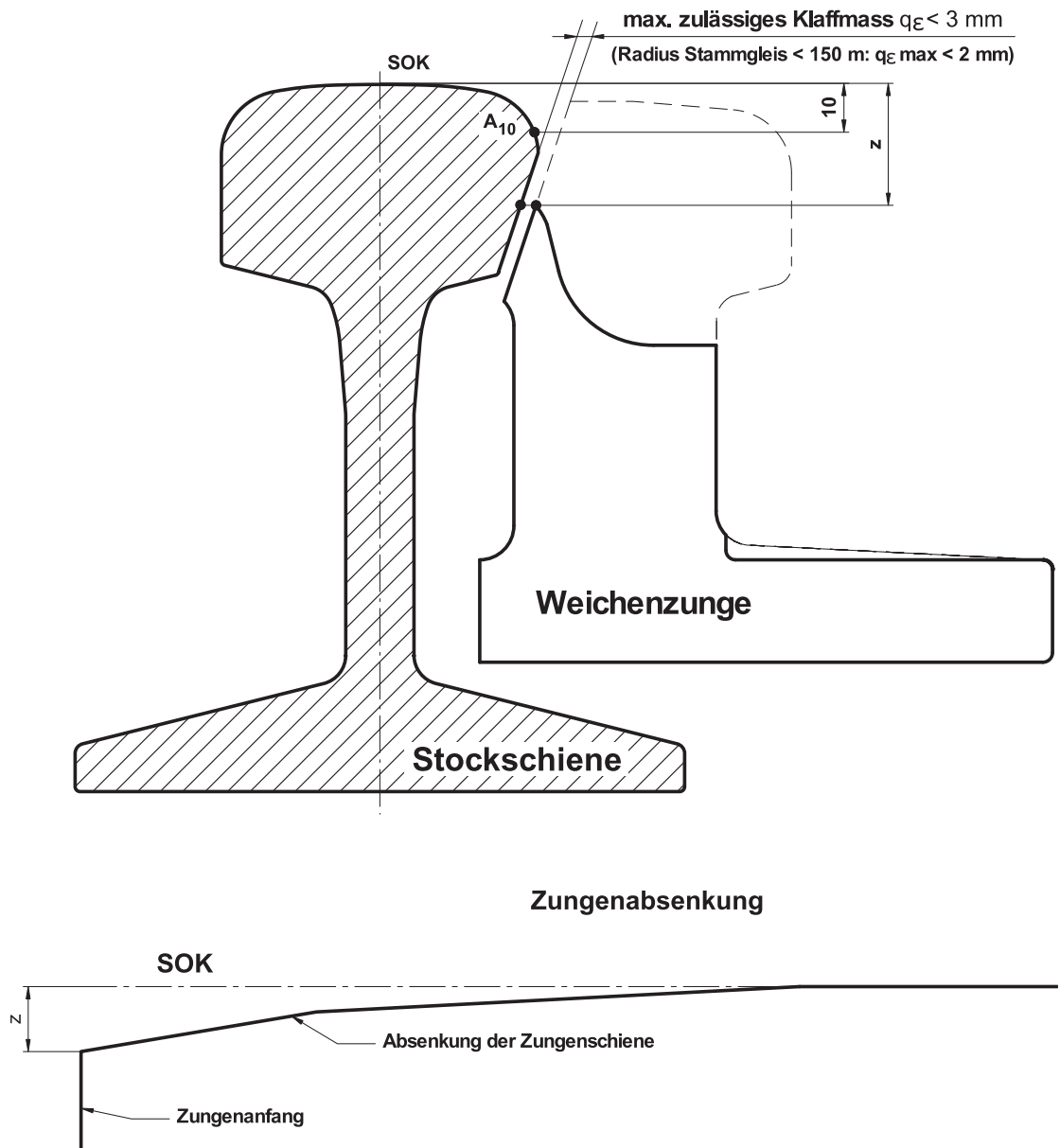


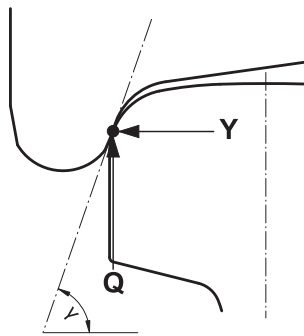
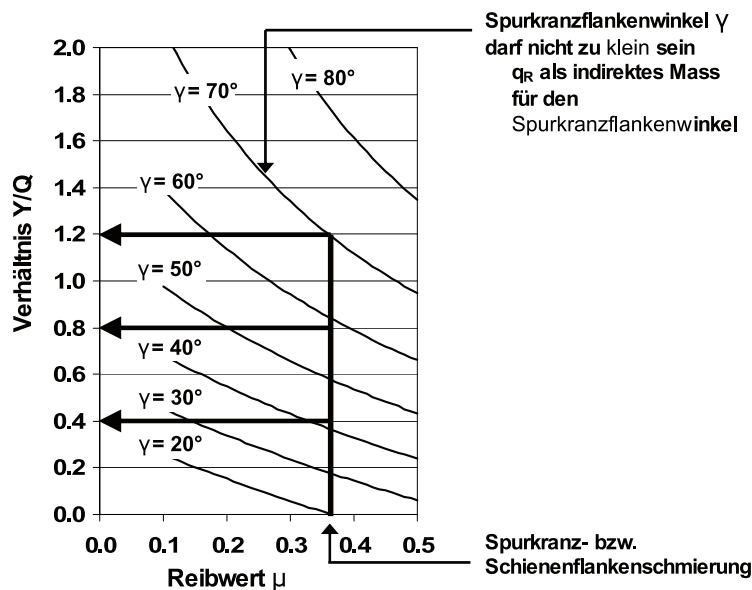
Abbildung 10-2: Klaffmass bei abgesenkter Weichenzunge an der Weichenzungenspitze.

10.3 Einfluss des Spurkranzflankenwinkels auf die Entgleisungssicherheit

Der Spurkranzflankenwinkel γ beeinflusst die Entgleisungssicherheit der Fahrzeuge maßgebend. Der maximale Quotient von Querkraft und Radaufstandskraft (Y/Q) eines vorlaufenden bogenäusseren Rades wird als Beurteilungsgrösse für die Wahrscheinlichkeit einer Entgleisung infolge des Aufkletterns eines Spurkranzes benutzt. Die Verwendung des Quotienten von Querkraft und Radaufstandskraft (Y/Q) wurde erstmals von Nadal im Jahr 1908 vorgeschlagen und wird seitdem weltweit von vielen Bahnen benutzt. Ein allfälliges Aufklettern des Rades an der Schienenfahrkante ist abhängig vom Schmierzustand der Spurkranzflanke und von deren Winkel.

Grundsätzlich gilt, dass die Tendenz zur Entgleisung mit kleiner werdendem Spurkranzflankenwinkel ansteigt. Es wird deshalb in jedem Fall empfohlen, diesen Winkel mit mindestens 70° anzusetzen. Für gewisse entgleisungskritische Fahrzeuge ist es sinnvoll, 75° zu wählen. Treten an gewissen Stellen des Streckennetzes trotzdem systematisch Entgleisungen auf, so ist bei Entgleisungen nach bogenausen u.a. die Wirksamkeit der Spurkranzschmierung bei den Fahrzeugen zu kontrollieren. Dies kann auch durch Streckenbegehungen überprüft werden. Dabei ist auf das Vorhandensein eines Schmierfilms an der inneren Fahrkante der bogenäusseren Schiene zu achten.

Weichenzungenspitze: $Y/Q \leq 0.4$ nach UIC 510-2
 Vollbögen: $Y/Q \leq 0.8$ nach SN EN 14363
 Verwindungsentgleisung: $Y/Q \leq 1.2$ nach SN EN 14363



Formel von Nadal

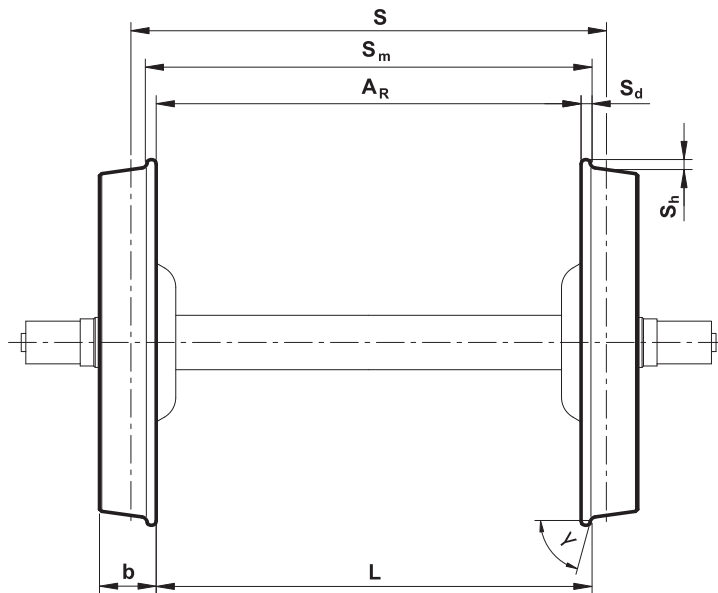
$$\frac{Y}{Q} = \frac{\tan(\gamma) - \mu}{1 + \mu \cdot \tan(\gamma)}$$

Abbildung 10-4: Bestimmung der Entgleisungssicherheit nach Nadal.

Anhänge A1 – A4 (Allgemein)

A1 Radsatz und Radprofil Typ A, Weiche Typ a

A1.1 Radsatz Typ A – Aussenliegende Achslagerung



		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>S</u>	<u>Abstand der Messkreisebenen</u>	<u>(1'050)</u>	=	=	=	=
<u>S_m</u>	<u>Spurmass</u>	<u>989</u>	<u>1</u>	<u>d)</u>	<u>1^{c)}</u>	<u>-14^{c)}</u>
<u>A_R</u>	<u>Radrückenabstand</u>	<u>935</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>1^{c)}</u>	<u>-2^{c)}</u>
<u>L</u>	<u>Leitmass^{a)}</u>	<u>(962)</u>	=	=	=	=
<u>b</u>	<u>Radreifen- bzw. Radkranz- breite</u>	<u>125</u>	<u>1</u>	<u>-1</u>	<u>5</u>	<u>-3</u>
<u>γ</u>	<u>Spurkranzflankenwinkel</u>	<u>75°^{e)}</u>	=	=	=	=
<u>S_d</u>	<u>Spurkranzdicke</u>	<u>27</u>	<u>0</u>	=	<u>0</u>	<u>-7</u>
<u>S_h</u>	<u>Spurkranzhöhe</u>	<u>28</u>	=	<u>0</u>	<u>10^{b)}</u>	<u>0</u>

Abbildung A1-1: Vermessung Radsatz Typ A mit aussenliegender Achslagerung.

a) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke

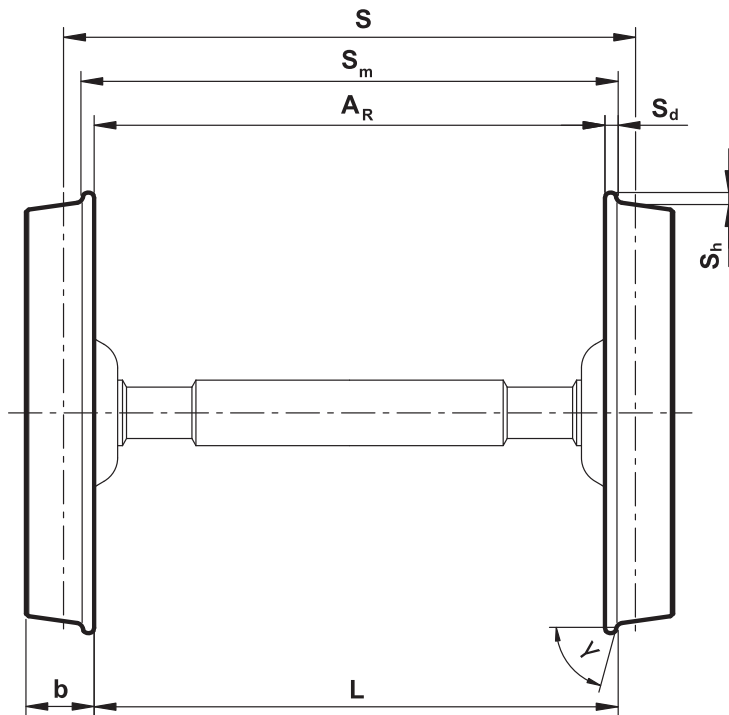
b) Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm

c) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe

d) Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu -10 mm angewendet werden

e) Empfohlener Wert

A1.2 Radsatz Typ A – Innenliegende Achslagerung



		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>S</u>	<u>Abstand der Messkreisebenen</u>	<u>(1'050)</u>	=	=	=	=
<u>S_m</u>	<u>Spurmass</u>	<u>989</u>	<u>0</u>	d)	<u>1^{c)}</u>	<u>-14^{c)}</u>
<u>A_R</u>	<u>Radrückenabstand</u>	<u>935</u>	<u>0</u>	<u>-1</u>	<u>1^{c)}</u>	<u>-2^{c)}</u>
<u>L</u>	<u>Leitmass^{a)}</u>	<u>(962)</u>	=	=	=	=
<u>b</u>	<u>Radreifen- bzw. Radkranz- breite</u>	<u>125</u>	<u>1</u>	<u>-1</u>	<u>5</u>	<u>-3</u>
<u>γ</u>	<u>Spurkranzflankenwinkel</u>	<u>75°^{e)}</u>	=	=	=	=
<u>S_d</u>	<u>Spurkranzdicke</u>	<u>27</u>	<u>0</u>	=	<u>0</u>	<u>-7</u>
<u>S_h</u>	<u>Spurkranzhöhe</u>	<u>28</u>	=	<u>0</u>	<u>10^{b)}</u>	<u>0</u>

Abbildung A1-2: Vermessung Radsatz Typ A mit innenliegender Achslagerung.

a) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke

b) Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm

c) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe

d) Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-10 mm** angewendet werden

e) Empfohlener Wert

A1.3 Radprofil Typ A

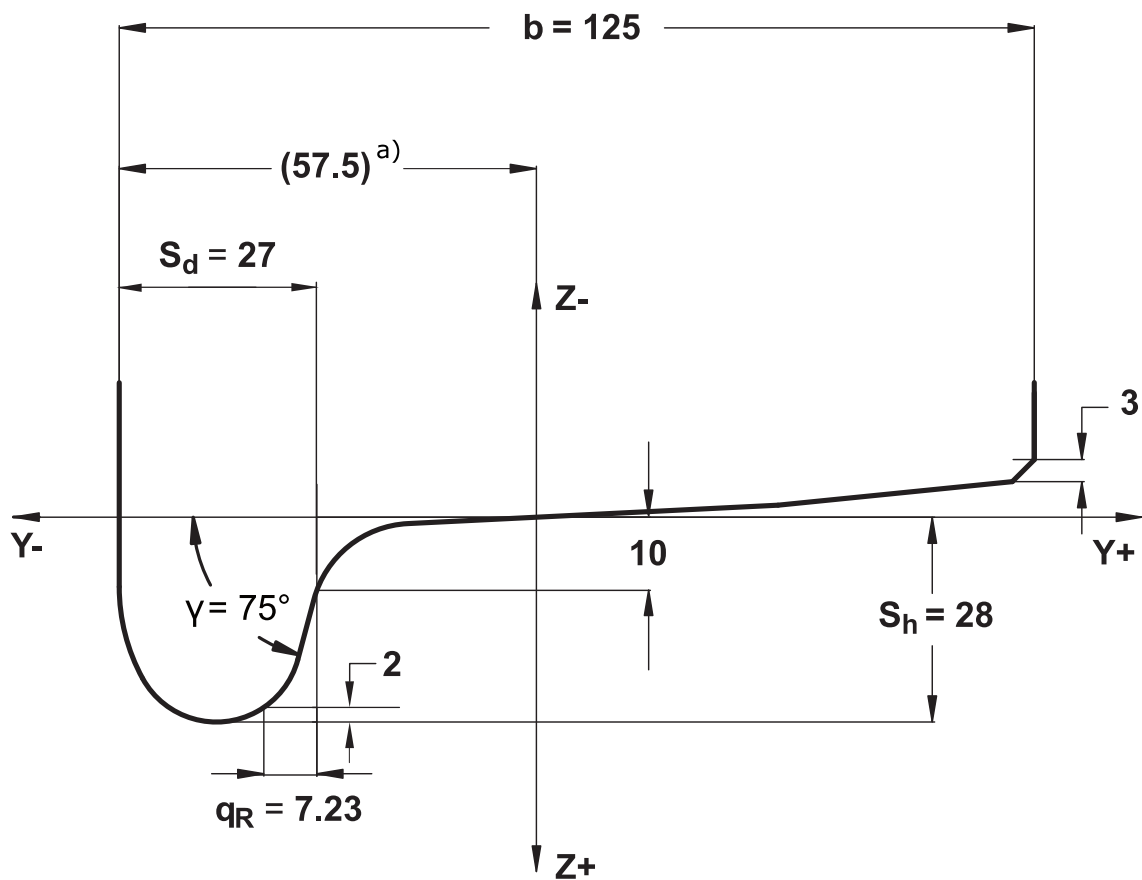
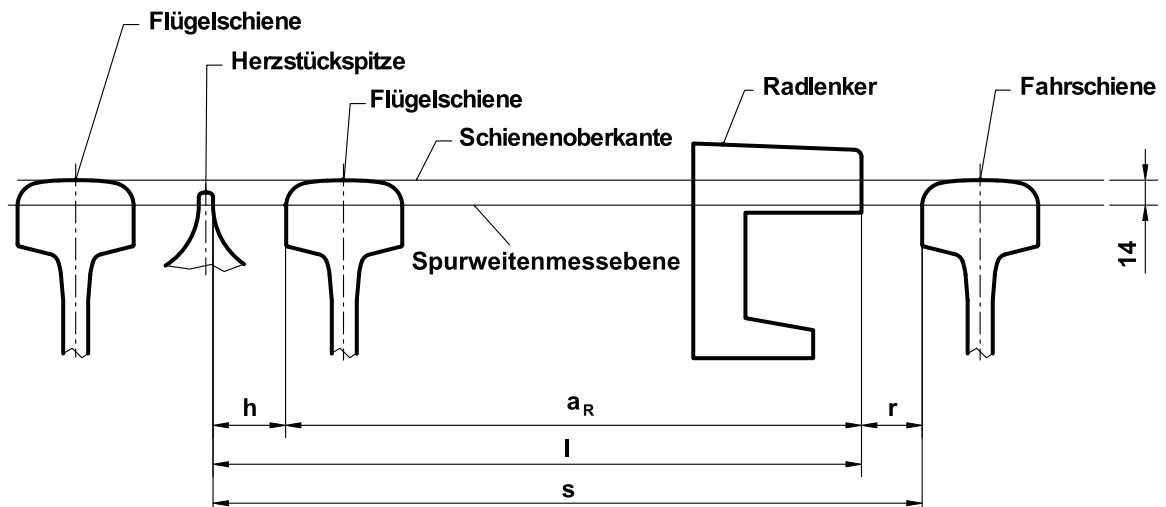


Abbildung A1-3: Radprofil Typ A (Masse in mm).

a) Geringfügige Abweichung bezüglich der Lage der Messkreisebene vom Mass 57.5 ist zulässig.

A1.4 Einfachweiche Typ a



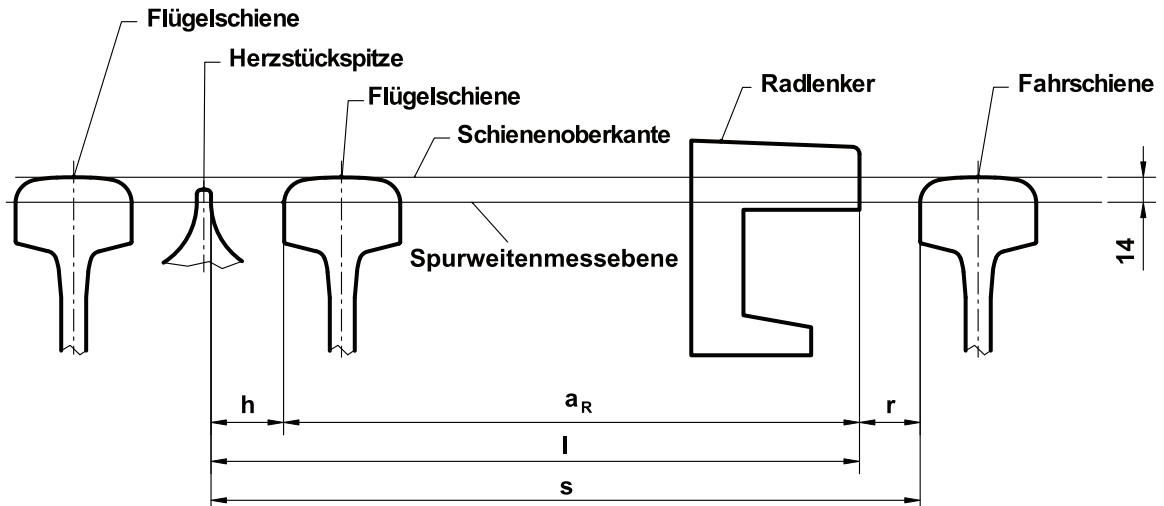
		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>s</u>	<u>Spurweite</u> ^{a)}	<u>1'003</u>	<u>2</u>	<u>-2</u>	<u>10</u>	<u>-3</u>
<u>a_R</u>	<u>Leitkantenabstand</u>	<u>(924)</u>	=	=	=	=
<u>l</u>	<u>Leitweite</u> ^{b)}	<u>965</u>	<u>2</u>	<u>0</u> ^{c)}	<u>4</u>	<u>-2</u>
<u>r</u>	<u>Radlenkerrille</u>	<u>38</u>	<u>1</u>	<u>-2</u>	<u>2</u>	<u>-2</u>
<u>h</u>	<u>Herzstückrille</u>	<u>41</u>	<u>1</u>	<u>-1</u>	<u>4</u>	<u>-2</u>

Abbildung A1-5: Vermessung Einfachweiche Typ a mit Schienenprofil SBB I (46E1).

a) Nicht verbindlich im Herzstück/Radlenkerbereich.

b) Gemessen 100 mm nach der Herzstückspitze.

c) Je nach Schienenprofil in Ausnahmefällen -1 mm zulässig.



		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>s</u>	<u>Spurweite ^{a)}</u>	<u>1'003</u>	<u>2</u>	<u>-2</u>	<u>10</u>	<u>-3</u>
<u>a_R</u>	<u>Leitkantenabstand</u>	<u>(924)</u>	<u>=</u>	<u>=</u>	<u>=</u>	<u>=</u>
<u>l</u>	<u>Leitweite ^{b)}</u>	<u>965</u>	<u>2</u>	<u>0 ^{c)}</u>	<u>4</u>	<u>-2</u>
<u>r</u>	<u>Radlenkerrille</u>	<u>38</u>	<u>1</u>	<u>-2</u>	<u>2</u>	<u>-2</u>
<u>h</u>	<u>Herzstückrille</u>	<u>41</u>	<u>1</u>	<u>-1</u>	<u>4</u>	<u>-2</u>

Abbildung A1-6: Vermessung Einfachweiche Typ a mit Schienenprofil SBB IV (54E2).

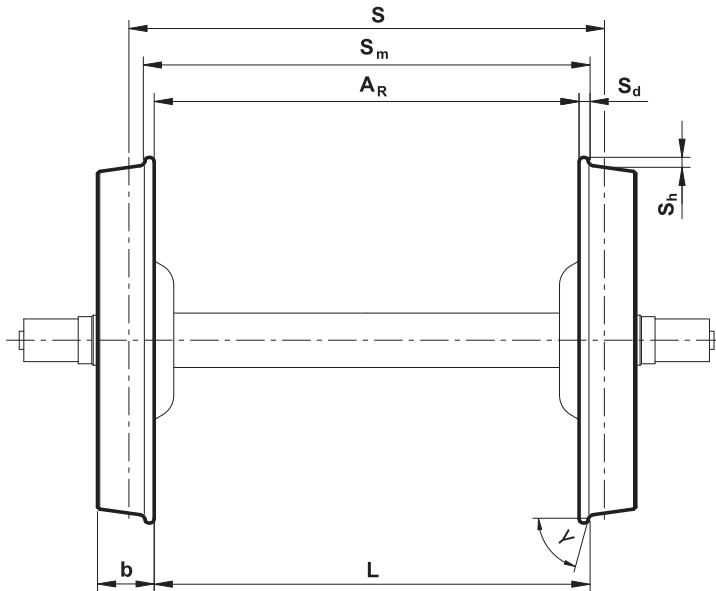
a) Nicht verbindlich im Herzstück/Radlenkerbereich.

b) Gemessen 100 mm nach der Herzstückspitze.

c) Je nach Schienenprofil in Ausnahmefällen -1 mm zulässig.

A2 Radsatz und Radprofil Typ B, Weiche Typ b

A2.1 Radsatz Typ B – Aussenliegende Achslagerung



		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>S</u>	<u>Abstand der Messkreisebenen</u>	<u>(1'050)</u>	=	=	=	=
<u>S_m</u>	<u>Spurmass</u>	<u>989</u>	<u>1</u>	<u>d)</u>	<u>1^{c)}</u>	<u>-14^{c)}</u>
<u>A_R</u>	<u>Radrückenabstand</u>	<u>944</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>1^{c)}</u>	<u>-2^{c)}</u>
<u>L</u>	<u>Leitmass^{a)}</u>	<u>(966.5)</u>	=	=	=	=
<u>b</u>	<u>Radreifen- bzw. Radkranz- breite</u>	<u>120</u>	<u>1</u>	<u>-1</u>	<u>5</u>	<u>-3</u>
<u>γ</u>	<u>Spurkranzflankenwinkel</u>	<u>75°^{e)}</u>	=	=	=	=
<u>S_d</u>	<u>Spurkranzdicke</u>	<u>22.5</u>	<u>0</u>	=	<u>0</u>	<u>-7</u>
<u>S_h</u>	<u>Spurkranzhöhe</u>	<u>28</u>	=	<u>0</u>	<u>10^{b)}</u>	<u>0</u>

Abbildung A2-1: Vermassung Radsatz Typ B mit aussenliegender Achslagerung.

a) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke

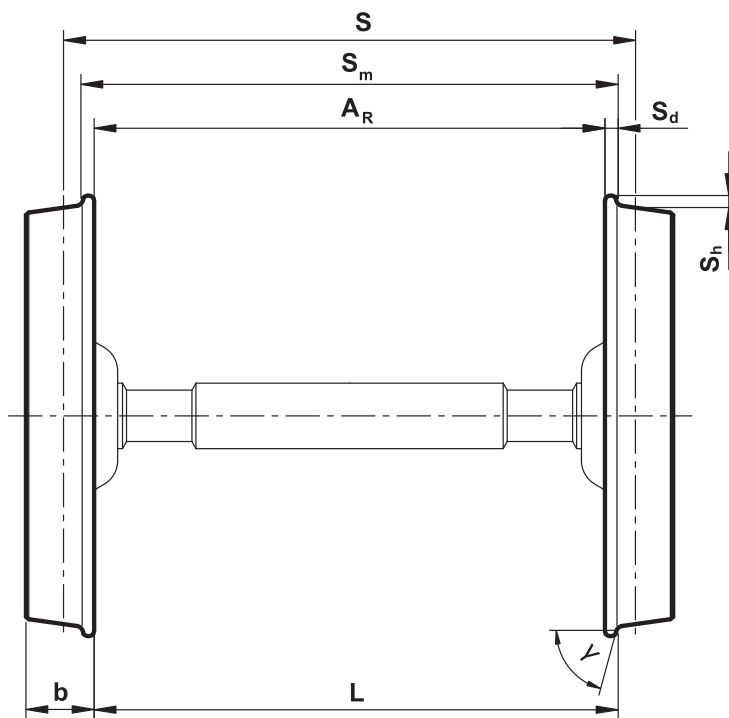
b) Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm.

c) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe.

d) Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-10 mm** angewendet werden.

e) Empfohlener Wert

A2.2 Radsatz Typ B – Innenliegende Achslagerung



		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>S</u>	<u>Abstand der Messkreisebenen</u>	(1'050)	=	=	=	=
<u>S_m</u>	<u>Spurmass</u>	989	0	d)	1 ^{c)}	-14 ^{c)}
<u>A_R</u>	<u>Radrückenabstand</u>	944	0	-1	1 ^{c)}	-2 ^{c)}
<u>L</u>	<u>Leitmass^{a)}</u>	(966.5)	=	=	=	=
<u>b</u>	<u>Radreifen- bzw. Radkranz- breite</u>	120	1	-1	5	-3
<u>γ</u>	<u>Spurkranzflankenwinkel</u>	75° ^{e)}	=	=	=	=
<u>S_d</u>	<u>Spurkranzdicke</u>	22.5	0	=	0	-7
<u>S_h</u>	<u>Spurkranzhöhe</u>	28	=	0	10 ^{b)}	0

Abbildung A2-2: Vermessung Radsatz Typ B mit innenliegender Achslagerung.

a) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke

b) Triebfahrzeuge von Zahnradbahnen deren Zahnrad nicht höhenverstellbar ist +13 mm.

c) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe.

d) Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu -10 mm angewendet werden.

e) Empfohlener Wert

A2.3 Radprofil Typ B

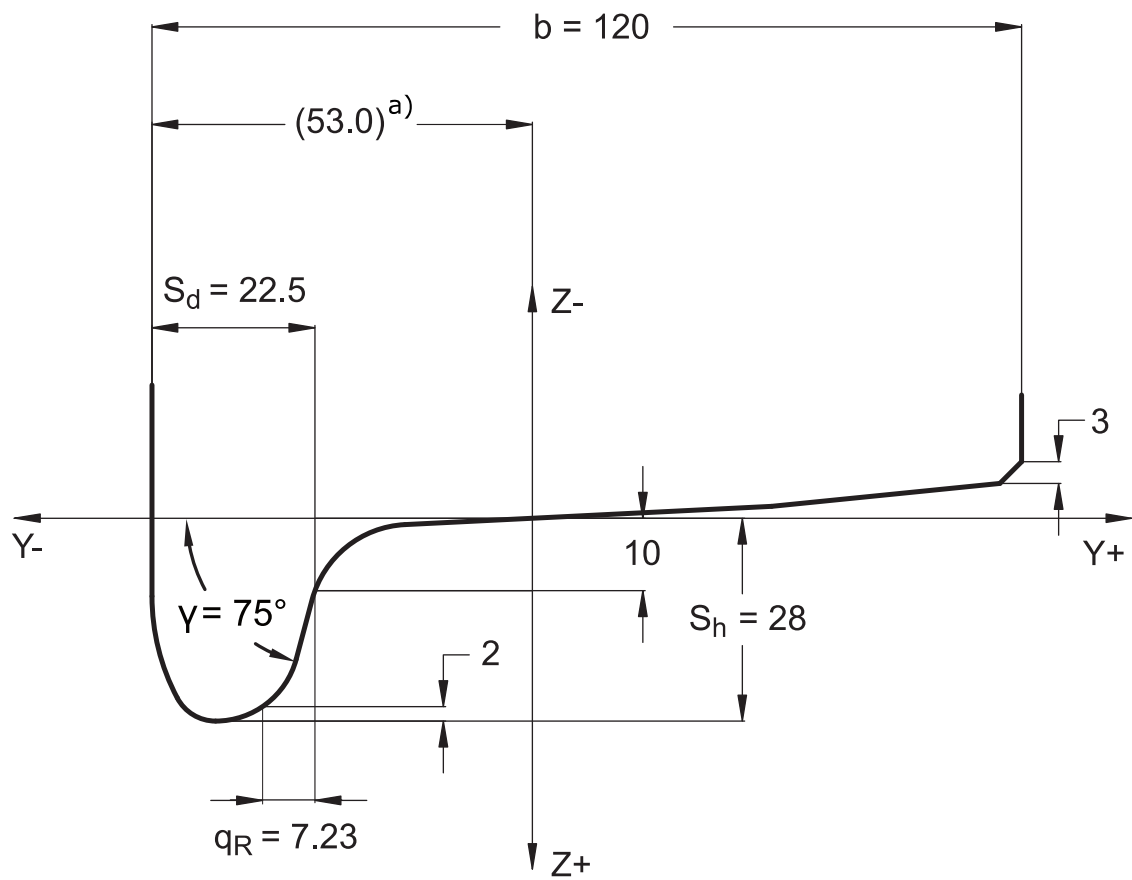
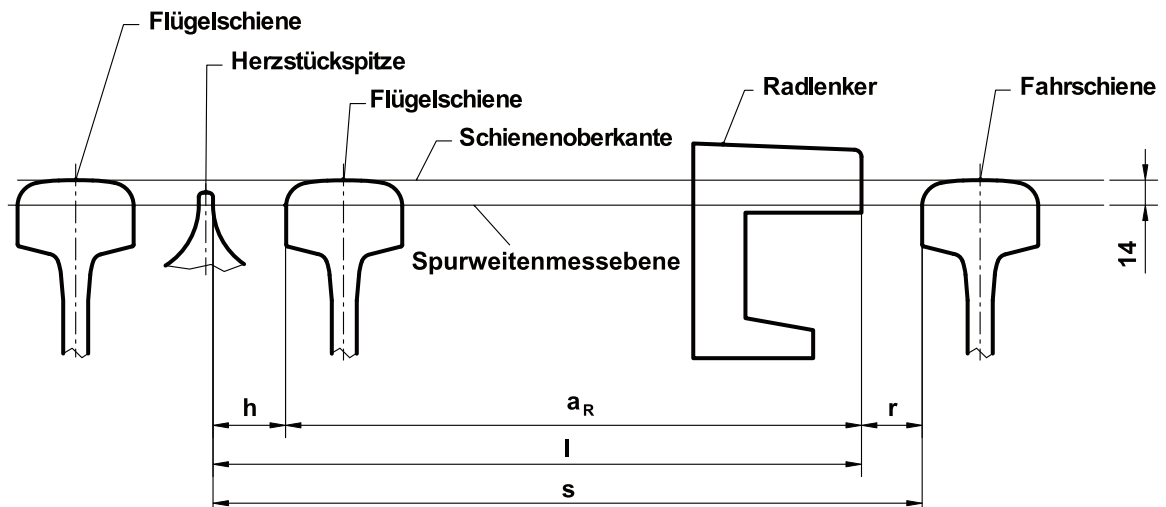


Abbildung A2-3: Radprofil Typ B (Masse in mm).

a) Geringfügige Abweichung bezüglich der Lage der Messkreisebene vom Mass 53.0 ist zulässig.

A2.4 Einfachweiche Typ b



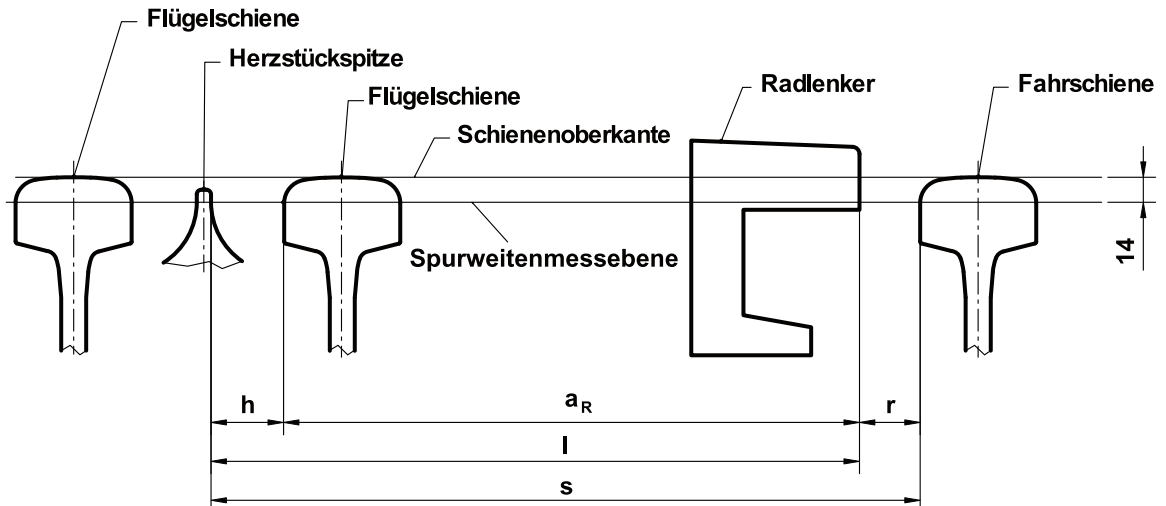
		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>s</u>	<u>Spurweite</u> ^{a)}	<u>1'003</u>	<u>2</u>	<u>-2</u>	<u>10</u>	<u>-3</u>
<u>a_R</u>	<u>Leitkantenabstand</u>	<u>(934)</u>	=	=	=	=
<u>l</u>	<u>Leitweite</u> ^{b)}	<u>971</u>	<u>2</u>	<u>0</u> ^{c)}	<u>4</u>	<u>-2</u>
<u>r</u>	<u>Radlenkerrille</u>	<u>32</u>	<u>1</u>	<u>-2</u>	<u>2</u>	<u>-2</u>
<u>h</u>	<u>Herzstückrille</u>	<u>37</u>	<u>1</u>	<u>-1</u>	<u>4</u>	<u>-2</u>

Abbildung A2-5: Vermessung Einfachweiche Typ b mit Schienenprofil SBB I (46E1).

a) Nicht verbindlich im Herzstück/Radlenkerbereich.

b) Gemessen 100 mm nach der Herzstückspitze.

c) Je nach Schienenprofil in Ausnahmefällen -1 mm zulässig.



		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>s</u>	<u>Spurweite ^{a)}</u>	<u>1'003</u>	<u>2</u>	<u>-2</u>	<u>10</u>	<u>-3</u>
<u>a_R</u>	<u>Leitkantenabstand</u>	<u>(934)</u>	=	=	=	=
<u>l</u>	<u>Leitweite ^{b)}</u>	<u>971</u>	<u>2</u>	<u>0 ^{c)}</u>	<u>4</u>	<u>-2</u>
<u>r</u>	<u>Radlenkerrille</u>	<u>32</u>	<u>1</u>	<u>-2</u>	<u>2</u>	<u>-2</u>
<u>h</u>	<u>Herzstückrille</u>	<u>37</u>	<u>1</u>	<u>-1</u>	<u>4</u>	<u>-2</u>

Abbildung A2-6: Vermessung Einfachweiche Typ b mit Schienenprofil SBB IV (54E2).

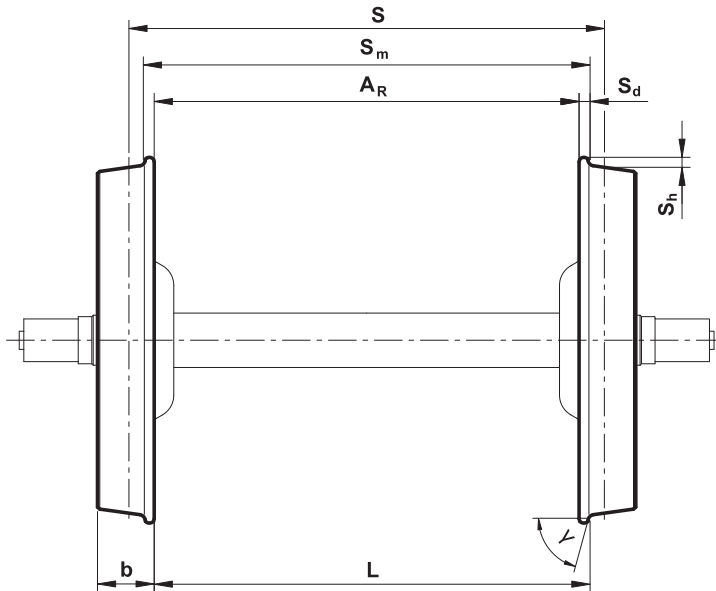
a) Nicht verbindlich im Herzstück/Radlenkerbereich.

b) Gemessen 100 mm nach der Herzstückspitze.

c) Je nach Schienenprofil in Ausnahmefällen -1 mm zulässig.

A3 Radsatz und Radprofil Typ C

A3.1 Radsatz Typ C – Aussenliegende Achslagerung



		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>S</u>	<u>Abstand der Messkreisebenen</u>	<u>(1'050)</u>	=	=	=	=
<u>S_m</u>	<u>Spurmass</u>	<u>980</u>	<u>1</u>	<u>c)</u>	<u>1^{b)}</u>	<u>-5^{b)}</u>
<u>A_R</u>	<u>Radrückenabstand</u>	<u>944</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>1^{b)}</u>	<u>-2^{b)}</u>
<u>L</u>	<u>Leitmass^{a)}</u>	<u>(962)</u>	=	=	=	=
<u>b</u>	<u>Radreifen- bzw. Radkranz- breite</u>	<u>120</u>	<u>1</u>	<u>-1</u>	<u>5</u>	<u>-3</u>
<u>γ</u>	<u>Spurkranzflankenwinkel</u>	<u>75°^{d)}</u>	=	=	=	=
<u>S_d</u>	<u>Spurkranzdicke</u>	<u>18</u>	<u>0</u>	=	<u>0</u>	<u>-2.5</u>
<u>S_h</u>	<u>Spurkranzhöhe</u>	<u>28</u>	=	<u>0</u>	<u>10</u>	<u>0</u>

Abbildung A3-1: Vermassung Radsatz Typ C mit aussenliegender Achslagerung.

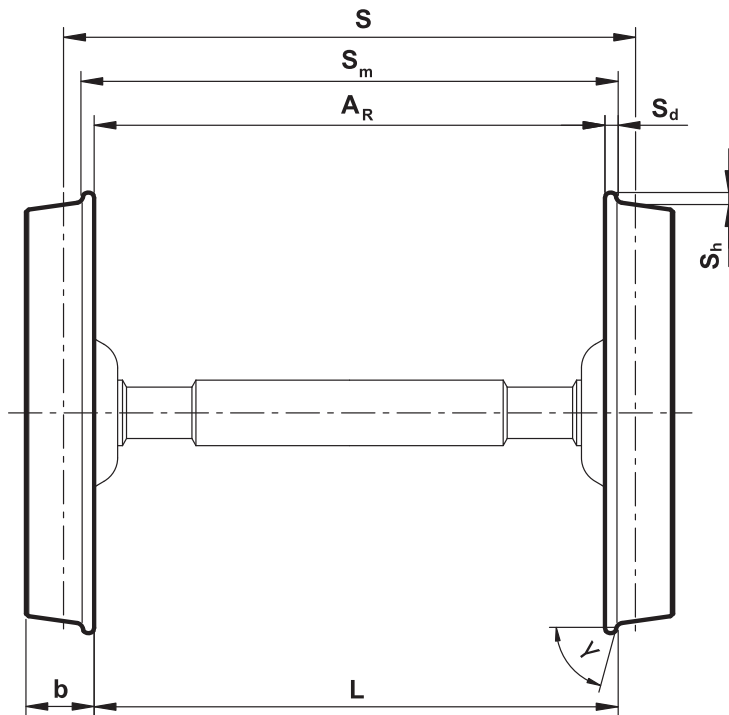
a) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke

b) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe.

c) Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-3 mm** angewendet werden.

d) Empfohlener Wert

A3.2 Radsatz Typ C – Innenliegende Achslagerung



		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>S</u>	<u>Abstand der Messkreisebenen</u>	<u>(1'050)</u>	=	=	=	=
<u>S_m</u>	<u>Spurmass</u>	<u>980</u>	<u>0</u>	<u>c)</u>	<u>1^{b)}</u>	<u>-5^{b)}</u>
<u>A_R</u>	<u>Radrückenabstand</u>	<u>944</u>	<u>0</u>	<u>-1</u>	<u>1^{b)}</u>	<u>-2^{b)}</u>
<u>L</u>	<u>Leitmass^{a)}</u>	<u>(962)</u>	=	=	=	=
<u>b</u>	<u>Radreifen- bzw. Radkranz- breite</u>	<u>120</u>	<u>1</u>	<u>-1</u>	<u>5</u>	<u>-3</u>
<u>γ</u>	<u>Spurkranzflankenwinkel</u>	<u>75°^{d)}</u>	=	=	=	
<u>S_d</u>	<u>Spurkranzdicke</u>	<u>18</u>	<u>0</u>	=	<u>0</u>	<u>-2.5</u>
<u>S_h</u>	<u>Spurkranzhöhe</u>	<u>28</u>	=	<u>0</u>	<u>10</u>	<u>0</u>

Abbildung A3-2: Vermassung Radsatz Typ C mit innenliegender Achslagerung.

a) Leitmass = Radrückenabstand + eine Spurkranzdicke

b) Masse gemessen ungefähr auf Schienenhöhe.

c) Bei Radsätzen deren Spurkränze im Betrieb dicker werden, darf eine untere Toleranz von bis zu **-3 mm** angewendet werden.

d) Empfohlener Wert

A3.3 Radprofil Typ C

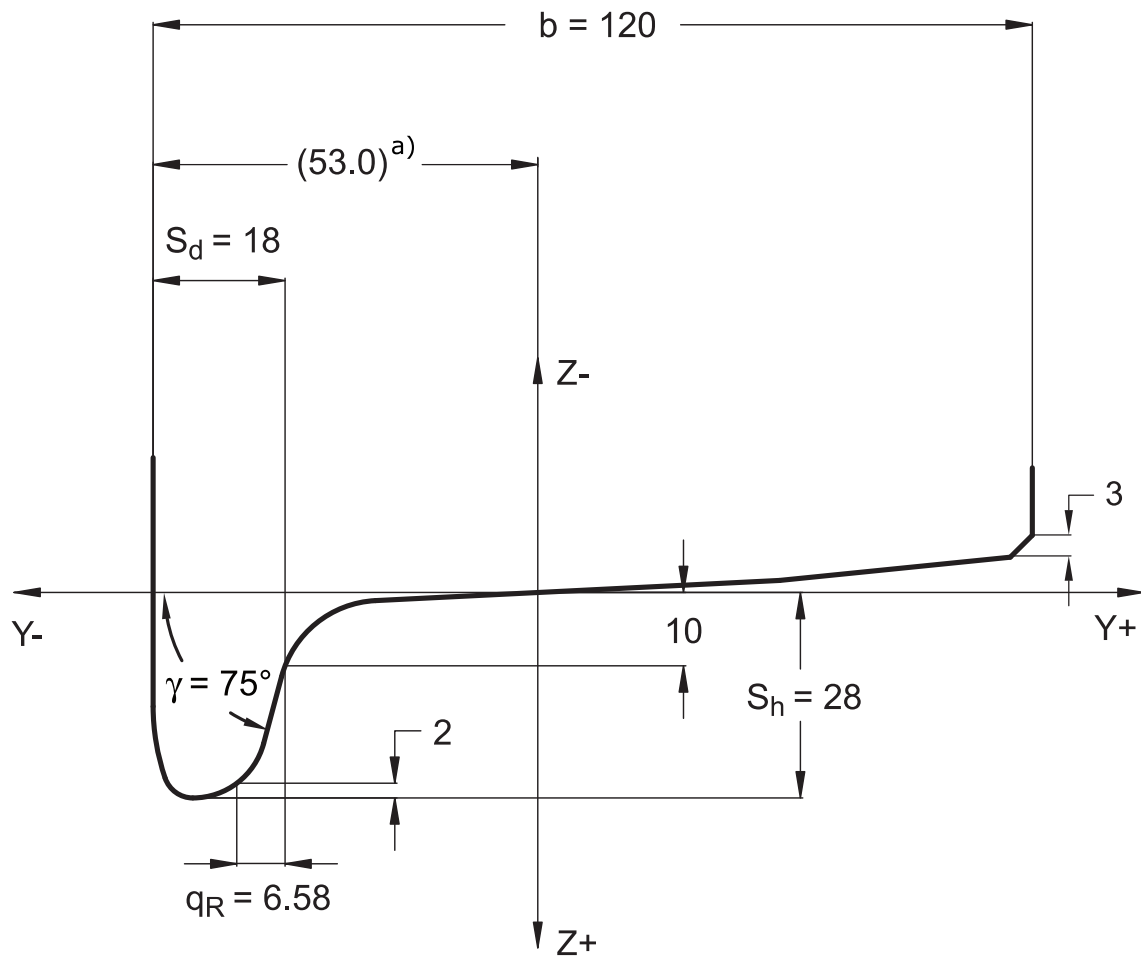
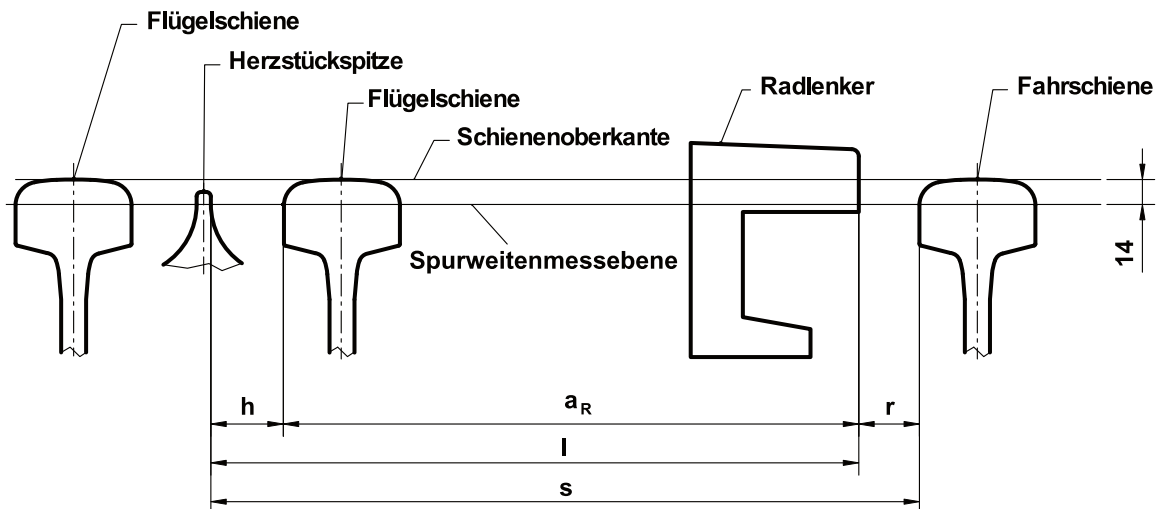


Abbildung A3-3: Radprofil Typ C (Masse in mm).

a) Geringfügige Abweichung bezüglich der Lage der Messkreisebene vom Mass 53.0 ist zulässig.

A4 Einfachweiche für Mischbetrieb mit Radprofilen Typ A, B und C (MOB, TPF)



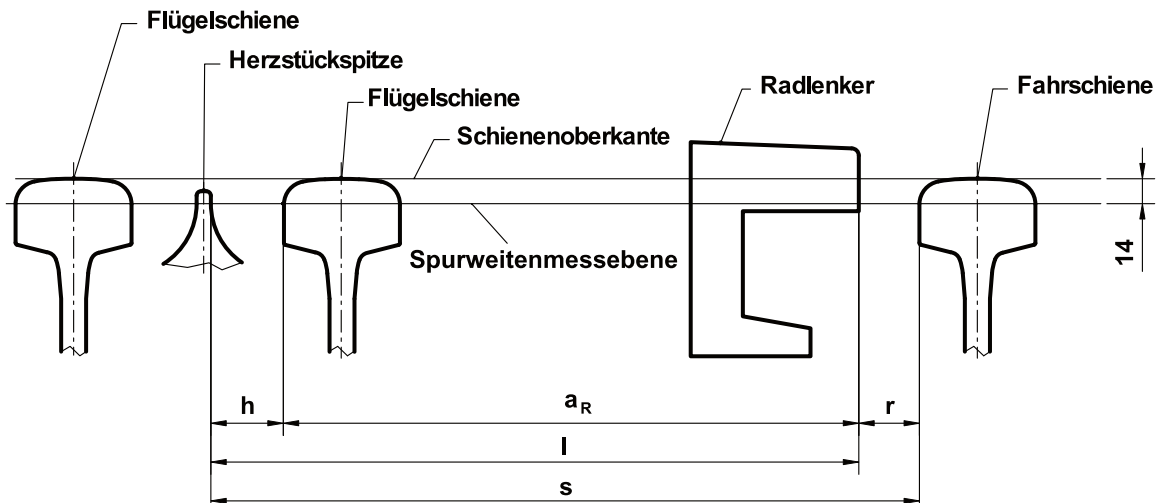
		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>s</u>	<u>Spurweite ^{a)}</u>	<u>1'003</u>	<u>2</u>	<u>-2</u>	<u>10</u>	<u>-3</u>
<u>a_R</u>	<u>Leitkantenabstand</u>	<u>(930)</u>	<u>=</u>	<u>=</u>	<u>=</u>	<u>=</u>
<u>l</u>	<u>Leitweite ^{b)}</u>	<u>971</u>	<u>1</u>	<u>0 ^{c)}</u>	<u>1</u>	<u>-2</u>
<u>r</u>	<u>Radlenkerrille</u>	<u>32</u>	<u>1</u>	<u>-2</u>	<u>2</u>	<u>-2</u>
<u>h</u>	<u>Herzstückrille</u>	<u>41</u>	<u>1</u>	<u>-1</u>	<u>4</u>	<u>-2</u>

Abbildung A4-1: Vermassung Weiche für Mischbetrieb mit Radprofilen Typ A, B und C (MOB, TPF) mit Schienenprofil SBB I (46E1).

a) Nicht verbindlich im Herzstück/Radlenkerbereich.

b) Gemessen 100 mm nach der Herzstückspitze.

c) Je nach Schienenprofil in Ausnahmefällen -1 mm zulässig.



		Mass [mm]	Neuzustand unbelastet		Im Betrieb unter Last	
			Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]	Obere Toleranz [mm]	Untere Toleranz [mm]
<u>s</u>	<u>Spurweite</u> ^{a)}	<u>1'001</u>	<u>4</u>	<u>0</u>	<u>12</u>	<u>-1</u>
<u>a_R</u>	<u>Leitkantenabstand</u>	<u>(930)</u>	=	=	=	=
<u>l</u>	<u>Leitweite</u> ^{b)}	<u>971</u>	<u>1</u>	<u>0</u> ^{c)}	<u>1</u>	<u>-2</u>
<u>r</u>	<u>Radlenkerrille</u>	<u>31</u>	<u>2</u>	<u>-1</u>	<u>3</u>	<u>-1</u>
<u>h</u>	<u>Herzstückkrille</u>	<u>40</u>	<u>2</u>	<u>0</u>	<u>5</u>	<u>-1</u>

Abbildung A4-2: Vermessung Weiche für Mischbetrieb mit Radprofilen Typ A, B und C (MOB, TPF) mit Schienenprofil SBB IV (54E2).

a) Nicht verbindlich im Herzstück/Radlenkerbereich.

b) Gemessen 100 mm nach der Herzstückspitze.

c) Je nach Schienenprofil in Ausnahmefällen **-1 mm** zulässig.