

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>			<b>ETV WAG - L Seite 1 von 14</b>
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011

Einheitliche Rechtsvorschriften APTU (Anhang F zum COTIF 1999)

## Einheitliche Technische Vorschriften (ETV) zum Teilsystem - Fahrzeuge

### GÜTERWAGEN - (ETV WAG) - ANLAGE L

#### FAHRZEUG-GLEIS-WECHSELWIRKUNG UND FAHRZEUGBEGRENZUNGSLINIE

#### RÄDER

##### Erläuternde Anmerkung:

Die Textpassagen dieser ETV, die nicht in Spaltenform gedruckt sind, sind identisch mit den entsprechenden EU Vorschriften. Die in zwei Spalten gedruckten Textpassagen sind nicht identisch, sie enthalten in der linken Spalte die ETV Vorschriften und in der rechten Spalte die entsprechenden EU Vorschriften. Der Text in der rechten Spalte dient lediglich der Information und ist nicht Teil der OTIF Vorschriften.

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften <sup>1</sup>

EU Ref <sup>2</sup>

## L.1 ENTWURFSBEWERTUNG

### L.1.1 ALLGEMEINES

Dieses Kapitel beschreibt die Methoden zur Bewertung, ob eine Radkonstruktion in der Lage ist, die Leistungsanforderungen zu erfüllen. Es gibt drei Hauptaspekte für die Leistung eines Rades, die jeweils verschiedene Ziele haben:

- Geometrie:
  - Sicherstellung der Kompatibilität mit dem Gleis
  - Sicherstellung der Kompatibilität mit der Radsatzwelle
- Thermomechanik:
  - Beherrschung der Radverformung
  - Sicherstellung, dass durch das Bremsen keine Räderbrüche auftreten.
- Mechanik:
  - Sicherstellen der Kompatibilität für die vorgesehene Radsatzlast
  - Sicherstellen, dass die Räder nicht durch Ermüdung ausfallen

### L.1.2 ZU BEWERTENDE KONSTRUKTIONSPARAMETER

#### L.1.2.1 Parameter für die geometrische Kompatibilität

Es gibt drei Klassen von Parametern, die für Funktions-, Montage- oder Instandhaltungszwecke relevant sind.

- Funktionszwecke
  - Messkreisdurchmesser: wirkt sich auf die Pufferhöhe und die Fahrzeugbegrenzungslinie aus

<sup>1</sup> TSI Güterwagen - Anlage des am 8.12.2006 im Amtsblatt der Europäischen Union L344 veröffentlichten Beschlusses 2006/861/EC der Kommission, in der durch den Beschluss der Kommission 2009/107/EC (erschieden im Amtsblatt der Europäischen Union am 14.2.2009) abgeänderten Version.

<sup>2</sup> Wird auf kein EU Dokument verwiesen, so ist die Kapitel/Paragraphen Nummer die gleiche wie im OTIF Text.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>			ETV WAG - L Seite 2 von 14
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften <sup>1</sup>

EU Ref <sup>2</sup>

- Radkranzbreite: steht im Zusammenhang mit Weichen und Kreuzungen
- Laufflächenneigung: Beeinflusst die Laufstabilität des Fahrzeugs
- Laufflächenprofil außerhalb der Laufflächenneigung
- Spurkranzhöhe, -dicke und Spurkranzflankenmaß
- Übergang zwischen Spurkranz und Lauffläche
- Position des Radkranzes in Bezug auf den Nabensitz
- Parallelität der Bohrungsdurchmesser.
- Montagezwecke
  - Bohrungsdurchmesser
  - Nabenlänge zur Sicherstellung eines angemessenen Überstands der Radnabe über dem Radsitz an der Radsatzwelle.
- Instandhaltungszwecke
  - Grenzmaß des Messkreisdurchmessers (Raddurchmesser)
  - Form der Grenzmaßrille
  - Geometrie der Fläche zum Einspannen des Rads in Radsatzdrehmaschinen
  - Lage der Ölabpressbohrung für die Demontage
  - Allgemeine Form des Radkranzes, um bei laufflächengebremsten Rädern die Eigenspannungsmessung mit Ultraschall zu ermöglichen.

#### **L.1.2.2 Parameter für die thermomechanische Kompatibilität**

Räder müssen die Fähigkeit besitzen, die Wärmeenergie zu absorbieren, die während des Betriebs entsteht. Die Menge an erzeugter Energie hängt ab von:

- der Energie, die durch Reibung der Bremsklotzsohlen auf der Lauffläche erzeugt wird
- der Ausführung der Bremsklotzsohlen (Art, Abmessungen und Anzahl).

#### **L.1.2.3 Parameter für die mechanische Bewertung**

Maximale Radsatzlast,

- Art der Einsatzbedingungen:
  - Beschreibung der Strecken: geometrische Gleisqualität, Bogenparameter, Höchstgeschwindigkeit, ...
  - Zeitanteile für den Fahrzeugeinsatz auf diesen verschiedenen Strecken
- Kilometerleistung über die gesamte Lebensdauer des Rades.

### **L.1.3 BEWERTUNG DER GEOMETRISCHEN KOMPATIBILITÄT**

Die Radzeichnung muss mit den Anforderungen im Einklang stehen, die im vorstehenden Abschnitt „Parameter für die geometrische Kompatibilität“ definiert sind.

### **L.1.4 BEWERTUNG DER THERMOMECHANISCHEN KOMPATIBILITÄT**

#### **L.1.4.1 Allgemeines Verfahren**

Alle neuen Radkonstruktionen sind vollständig mit für die Anwendung geeigneten Methoden zu bewerten, um nachzuweisen, dass sie die in diesem Anhang definierten Anforderungen erfüllen.

Diese Bewertung muss aus drei Schritten bestehen. Wenn Schritt 1 erfolgreich ausgeführt ist, ist keine weitere Bewertung notwendig. Wenn Schritt 1 fehlschlägt, dann muss Schritt 2 erfolgen. Wenn Schritt 2 erfolgreich ausgeführt ist, ist keine weitere Bewertung notwendig. Schritt 3 bewertet einen geringfügigen Fehler aus Schritt 1 und 2. Wenn Schritt 3 fehlschlägt, muss das Rad als nicht mit den Anforderungen übereinstimmend betrachtet werden. In jedem Schritt sind Tests an einem Rad mit neuem Radkranz

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>			<b>ETV WAG - L</b> <b>Seite 3 von 14</b>
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011

OTIF ETV

| Entsprechender Text in den EU Vorschriften <sup>1</sup>

EU Ref <sup>2</sup>

(Lauffläche auf Nenndurchmesser) und verschlissenen Radkranz (Laufflächendurchmesser an der Verschleißgrenze) durchzuführen.

In jedem Fall muss das für den Test ausgewählte Rad die ungünstigste Radkörpergeometrie für das thermomechanische Verhalten haben; eine als gültig geprüfte numerische Simulation muss die Auswahl bestätigen. Wenn der Test des Rades für den ungünstigsten Fall nicht möglich ist, müssen die Ergebnisse mit derselben numerischen Simulation in Richtung des ungünstigsten Falls extrapoliert werden.

#### L.1.4.2 Erster Schritt: Bremsprüfstandversuch

##### L.1.4.2.1 Versuchsmethode

Die in diesem Versuch 45 Minuten lang aufzubringende Leistung entspricht  $1,2 P_a$ .

$$P_a = m \cdot g \cdot V_a \cdot \text{Neigung} + m \cdot \gamma \cdot V_a$$

wobei

$m$  = Fahrzeuggewicht auf der Schiene pro Rad (kg)

$g$  = Schwerebeschleunigung ( $\text{m/s}^2$ )

$\text{slope}$  = mittlere Neigung der Strecke (Neigung in ‰/1 000)

$\gamma$  = Verzögerung des Zuges ( $\text{m/s}^2$ )

$V_a$  = Zuggeschwindigkeit (m/s)

Wenn Vollräder an Güterwagen angebracht werden, die zu 100 % per Fadenbremse gebremst werden, müssen folgende Parameter berücksichtigt werden:

Raddurchmesser (in mm)	1 000 bis 920 und 920 bis 840	840 bis 760	760 bis 680
Leistung	50 kW	42,5 kW	38 kW
Anwendungszeit	45 Min	45 Min	45 Min
Fahrgeschwindigkeit	60 km/h	60 km/h	60 km/h

Bem.: Für bestimmte Güterverkehrsarten können die Werte Leistung und/oder Anwendungszeit und/oder Fahrgeschwindigkeit und/oder Achslast und/oder Raddurchmesser geändert werden, um das thermo-mechanische Verhalten dieser Räder im Kontext einer begrenzten Nutzung zu testen.

##### L.1.4.2.2 Entscheidungskriterien

Drei Kriterien müssen gleichzeitig für das neue und das verschlissene Rad erfüllt sein.

Für das neue Rad:

1. maximale Verwerfung des Radkranzes während der Bremsung + 3/-1 mm.
2. Eigenspannungen im Radkranz nach dem Abkühlen:
  - $\sigma_{rn} \leq +\Sigma_r$  N/mm<sup>2</sup> als Durchschnitt über drei Messungen,
  - $\sigma_{in} \leq +(\Sigma_r + 50)$  N/mm<sup>2</sup> für jede Messung.
3. maximale Verwerfung des Radkranzes nach dem Abkühlen + 1,5/-0,5 mm.

Die Verwerfung wird als positiv betrachtet, wenn der Abstand zwischen den inneren Radkranzstirnflächen zunimmt.

Für das verschlissene Rad:

1. maximale Verwerfung des Radkranzes während der Bremsung + 3/-1mm.
2. Eigenspannungen im Radkranz nach dem Abkühlen:
  - $\sigma_{rw} \leq +(\Sigma_r + 75)$  N/mm<sup>2</sup> für den Durchschnitt der drei Messungen,
  - $\sigma_{iw} \leq +(\Sigma_r + 100)$  N/mm<sup>2</sup> für jede Messung.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>			<b>ETV WAG - L</b> <b>Seite 4 von 14</b>
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften <sup>1</sup>

EU Ref <sup>2</sup>

3. maximale Verwerfung des Radkranzes nach dem Abkühlen + 1,5/-0,5mm.

Der Wert  $\Sigma_r$  ist entsprechend den Stahlgüteanforderungen des Radkranzes festzulegen.  
Für die Stahlgüten ER6 und ER7 nach EN13262,  $\Sigma_r$  200 N/mm<sup>2</sup>.

Für andere Stahlgüten muss ein anderer Wert für  $\Sigma_r$  vereinbart werden.

#### **L.1.4.3 Zweiter Schritt: Radbruch-Prüfstandversuch**

##### **L.1.4.3.1 Allgemeines**

Dieser zweite Schritt muss dann durchgeführt werden, wenn die im ersten Schritt gemessenen Eigenspannungen über den Entscheidungskriterien liegen.

##### **L.1.4.3.2 Verfahren des Radbruch-Prüfstandversuchs**

Das Verfahren des Radbruch-Prüfstandversuchs muss mit Annex A.3 der EN13979-1 übereinstimmen.

##### **L.1.4.3.3 Entscheidungskriterien**

Das geprüfte Rad muss bruchfrei bleiben.

#### **L.1.4.4 Dritter Schritt: Praktischer Bremsversuch**

##### **L.1.4.4.1 Allgemeines**

Dieser dritte Schritt muss durchgeführt werden, wenn ein Ergebnis aus dem ersten Schritt über einem Entscheidungskriterium liegt und wenn das Rad nach dem zweiten Schritt nicht abgelehnt wurde.

##### **L.1.4.4.2 Versuchsmethode**

Die in diesem Versuch aufzubringende Leistung entspricht der aus Schritt 1 dieser Bewertung.

##### **L.1.4.4.3 Entscheidungskriterien**

Drei Kriterien müssen gleichzeitig für das neue und das verschlissene Rad erfüllt sein.

Für das neue Rad:

1. maximale Verwerfung des Radkranzes während der Bremsung + 3/-1mm.

2. Eigenspannungen im Radkranz nach dem Abkühlen:

—  $\sigma_{rn} \leq +(\Sigma_r - 50) \text{ N/mm}^2$  als Durchschnitt aus drei Messungen,

—  $\sigma_{in} \leq +\Sigma_r \text{ N/mm}^2$  für jede Messung.

3. maximale Verwerfung des Radkranzes nach dem Abkühlen + 1,5/-0,5mm.

Für das verschlissene Rad:

1. maximale Verwerfung des Radkranzes während der Bremsung + 3/-1mm

2. Eigenspannungen im Radkranz nach dem Abkühlen:

—  $\sigma_{rw} \leq +\Sigma_r \text{ N/mm}^2$  als Durchschnitt aus drei Messungen,

—  $\sigma_{iw} \leq +(\Sigma_r + 50) \text{ N/mm}^2$  für jede Messung.

3. maximale Verwerfung des Radkranzes nach dem Abkühlen + 1,5/-0,5mm.

Der Wert  $\Sigma_r$  ist entsprechend den Stahlgüteanforderungen des Radkranzes festzulegen.

Für die Stahlgüten ER6 und ER7 nach EN13262,  $\Sigma_r$  200 N/mm<sup>2</sup>.

Für andere Stahlgüten muss ein anderer Wert für  $\Sigma_r$  vereinbart werden

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>			ETV WAG - L Seite 5 von 14
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften <sup>1</sup>

EU Ref <sup>2</sup>

## **L.1.5 BEWERTUNG DER MECHANISCHEN KOMPATIBILITÄT**

### **L.1.5.1 Allgemeines Verfahren.**

Diese Bewertung muss aus zwei Schritten bestehen. Wenn Schritt 1 erfolgreich ausgeführt ist, ist keine weitere Bewertung notwendig. Wenn Schritt 1 fehlschlägt, muss Schritt 2 durchgeführt werden. Wenn Schritt 2 fehlschlägt, dann muss das Rad als nicht mit den Anforderungen übereinstimmend betrachtet werden. Zweck der Bewertung ist die Prüfung, dass während der gesamten Lebensdauer des Rades keine Ermüdungsrisse im Radkörper auftreten.

Die ungünstigste Radgeometrie für das mechanische Verhalten muss betrachtet werden. Wenn der Prüfversuch nicht mit der ungünstigsten Radgeometrie durchgeführt werden kann, müssen die Testparameter in Richtung ungünstigster Fall mittels validierter numerischer Simulation extrapoliert werden.

### **L.1.5.2 Erster Schritt: Berechnung**

#### **L.1.5.2.1 Aufgebrachte Kräfte**

Die eingesetzten Kräfte müssen den Kraftwert

P als Basis benutzen. P ist die Hälfte der radsatzbezogenen Vertikalkraft auf der Schiene.

Es sind drei Lastfälle zu betrachten (siehe Bild L1):

- Fall 1: gerades Gleis

$$F_z = 1,25 P$$

$$F_{y1} = 0$$

- Fall 2: Vollbogen

$$F_z = 1,25 P$$

$$F_{y2} = 0,6 P \quad P \text{ für nicht-führende Radsätze}$$

$$F_{y2} = 0,7 P \quad P \text{ für führende Radsätze}$$

- Fall 3: Befahren von Weichen und Kreuzungen

$$F_z = 1,25 P$$

für nicht-führende Radsätze

$$F_{y2} = 0,36 P \quad F_{y3} = 0,6$$

für führende Radsätze

$$F_{y2} = 0,42 P \quad F_{y3} = 0,6$$

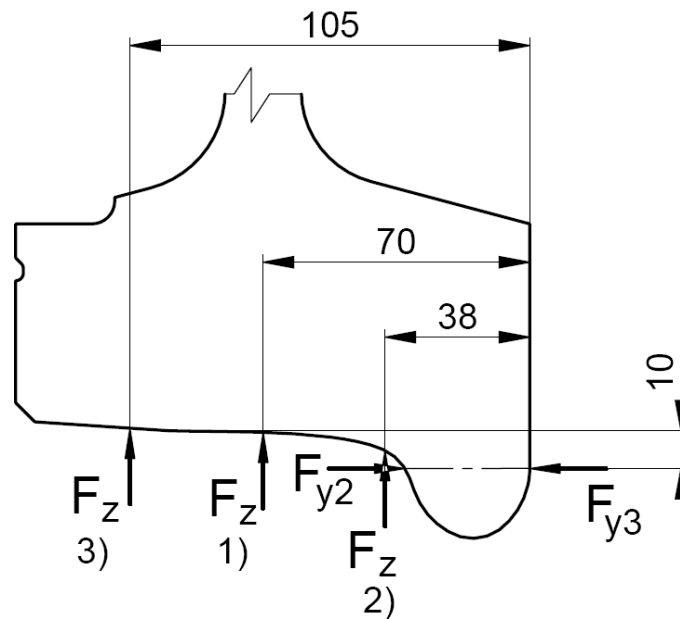
Bild L1

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>			ETV WAG - L Seite 6 von 14
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften <sup>1</sup>

EU Ref <sup>2</sup>



#### L.1.5.2.2 Berechnungsverfahren

Um die Spannungen im Rad zu berechnen, muss ein validiertes Berechnungsprogramm nach der Finite-Elemente-Methode eingesetzt werden.

#### L.1.5.2.3 Entscheidungskriterien

Die Größe der dynamischen Spannungen  $\Delta\sigma$  muss an allen Punkten des Radkörpers niedriger sein als die zulässige Spannung.

Zulässig sind folgende Größen für die dynamischen Spannungen A:

- für Räder mit maschinell bearbeitetem Radkörper,  $A = 360 \text{ N/mm}^2$
- für Räder mit nicht maschinell bearbeitetem Radkörper,  $A = 290 \text{ N/mm}^2$ .

#### L.1.5.3 Zweiter Schritt: Prüfstandversuch

##### L.1.5.3.1 Allgemeines

Dieser zweite Schritt muss durchgeführt werden, wenn das Ergebnis im ersten Schritt über einem Entscheidungskriterium liegt.

##### L.1.5.3.2 Definition des Prüfstandbeladungs- und Versuchsverfahrens

Sie sind zwischen dem Radkonstrukteur und der Bewertungsstelle zu vereinbaren. | der benannten Stelle zu vereinbaren.

##### L.1.5.3.3 Entscheidungskriterien

Es sind vier Räder zu prüfen.

Nach der Prüfung dürfen keine Ermüdungsrisse  $\geq 1 \text{ mm}$  vorhanden sein.

## L.2 PRODUKTBEWERTUNG

### L.2.1 VERSCHLEIßRELEVANTE MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN

#### L.2.1.1 Zugversucheigenschaften

Die Radkranz- und Radsteigeigenschaften müssen wie in Tabelle L1 aufgeführt sein.

Tabelle L1

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>			ETV WAG - L Seite 7 von 14
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011

OTIF ETV

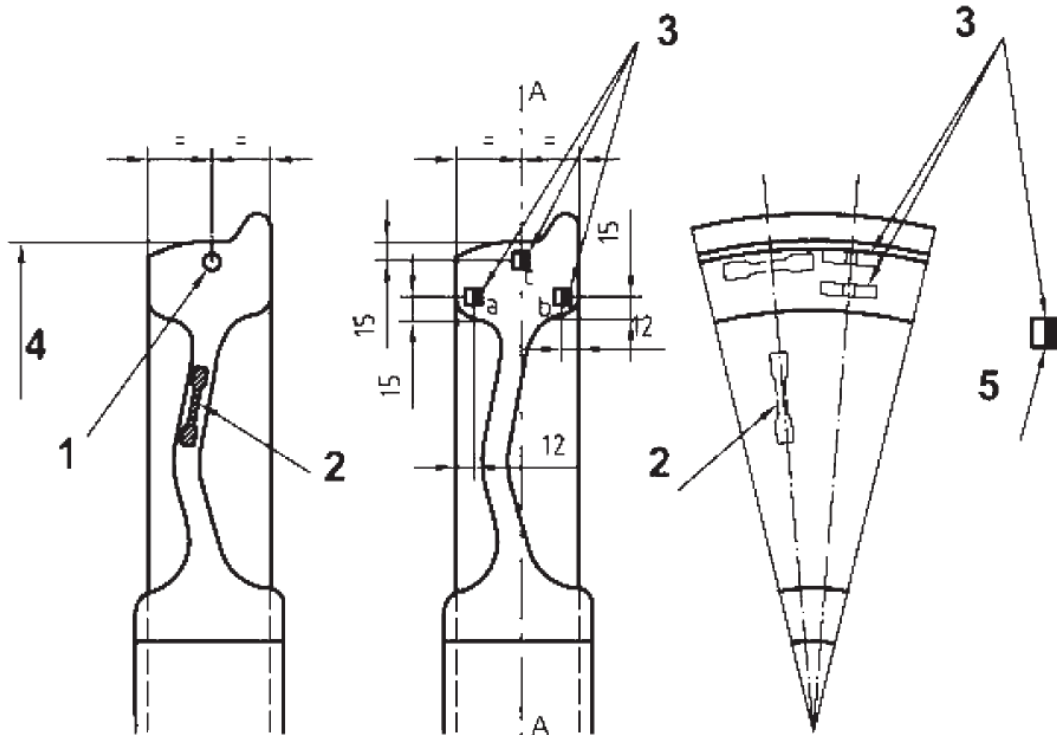
Entsprechender Text in den EU Vorschriften <sup>1</sup>

EU Ref <sup>2</sup>

Stahlgüte	Radkranz			Radsteg	
	$R_{eH} (N/mm^2)$ (1)	$R_m (N/mm^2)$	$A_5 \%$	$R_m$ Ver- minderung $\geq$ ( $N/mm^2$ ) (2)	$A_5 \%$
ER6	$\geq 500$	780/900	$\geq 15$	$\geq 100$	$\geq 16$
ER7	$\geq 520$	820/940	$\geq 14$	$\geq 110$	$\geq 16$
ER8	$\geq 540$	860/980	$\geq 13$	$\geq 120$	$\geq 16$
(1) Wenn keine charakteristische Fließgrenze vorhanden ist, ist die Dehngrenze $R_{p0,2}$ zu ermitteln. (2) Verringerung der Zugfestigkeit des Steges im Vergleich zur Zugfestigkeit des Spurkranzes an demselben Rad.					

Die Probenlage ist in Bild L2 dargestellt.

Bild L2  
Probenlage



Legende:

- 1 Zugversuchprobe
- 2 Zugversuchprobe
- 3 Kerbschlagprobe
- 4 Verschleißgrenzdurchmesser
- 5 Kerbe

#### L.2.1.2 Härteeigenschaften im Radkranz

Die gesamte Verschleißzone des Radkranzes muss eine Brinell-Mindesthärte aufweisen, deren Wert bei jeder Messung  $\geq$  der Werte in Tabelle L3 sein muss. Diese Werte müssen bis zu einer maximalen Tiefe von 35 mm unter der Lauffläche erzielt werden, selbst wenn die Verschleißtiefe höher ist als 35 mm.

Die Härtewerte im Übergang zwischen Radkranz und Radsteg müssen mindestens 10 Punkte niedriger sein als die an der Verschleißgrenze.

Tabelle L3

Stahlgüte	Mindesthärte nach Brinell
ER6	225
ER7	235
ER8	245

#### L.2.1.3 Homogenität der Wärmebehandlung

Die am Radkranz gemessenen Härtewerte müssen innerhalb eines Bereichs von 30 HB liegen.



	<b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>		<b>ETV WAG - L Seite 9 von 14</b>	
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011	

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften <sup>1</sup>

EU Ref <sup>2</sup>

## **L.2.2 SICHERHEITSRELEVANTE MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN**

### **L.2.2.1 Kerbschlagbiegeversuch**

Es müssen zwei Gruppen von Kerbschlagbiegeversuchen durchgeführt werden: eine Gruppe mit Proben bei + 20 oC, eine Gruppe mit Proben bei - 20 oC. In jeder Gruppe müssen drei Proben getestet werden (in Bild L2 als Probe 3 gekennzeichnet). Bild 4 gibt die zu erreichenden Werte wieder.

Die Markierung der Kerbschlagproben muss eine Identifizierung der parallel zum Schnitt A-A liegenden Längsflächen ermöglichen.

Die Proben sind gemäß EN 10045-1 anzufertigen. Die Achse des Kerbgrundes muss parallel zum Schnitt A-A in Bild L1 verlaufen. Bei + 20 oC sind Proben mit U-Kerbe zu verwenden. Bei - 20 oC sind Proben mit V-Kerbe zu verwenden.

Tabelle L4

Stahl	KU (in Joule) bei + 20 °C		KV (in Joule) bei – 20 °C	
	Durchschnittswerte	Mindestwerte	Durchschnittswerte	Mindestwerte
ER6	17	12	12	8
ER7	17	12	10	7
ER8	17	12	10	5

### **L.2.2.2 Zähigkeitseigenschaften des Radkranzes**

Diese Eigenschaft muss nur bei laufflächengebremsten Rädern (Betriebs- oder Feststellbremse) geprüft zu werden. Tabelle L5 zeigt die zu erreichenden Mindestwerte.

Tabelle L6

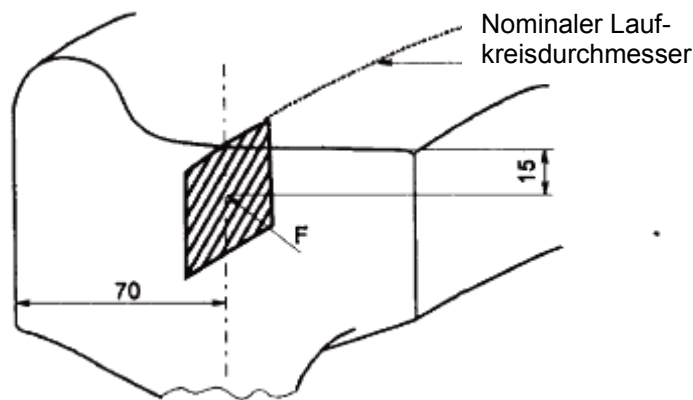
Stahlgüte	Durchschnittswerte (mit 6 Proben)	Einzelprobe Mindestwerte
	N/mm <sup>2</sup> √m	N/mm <sup>2</sup> √m
ER6	100	80
ER7	80	70
ER8	70	60

## **L.2.3 WERKSTOFFREINHEIT**

### **L.2.3.1 Mikrografische Reinheit**

Die Werkstoffreinheit ist durch mikrografische Untersuchung (ISO 4967, Methode A) zu ermitteln. Die Lage, aus der die Proben zu entnehmen sind, ist in Bild L3 gezeigt.

Bild L3



Die zu erreichenden Werte sind in Tabelle L6 aufgeführt.

Tabelle 6

Art der Einschlüsse	Dickserie (Maximum)	Dünnsérie (Minimum)
A (Schwefel)	1,5	2
B (Aluminat)	1,5	2
C (Silikat)	1,5	2
D (Globulares Oxid)	1,5	2
B+C+D	3	4

### L.2.3.2 Interne Fehlerfreiheit

Die interne Fehlerfreiheit aller Räder ist durch eine automatische Ultraschallprüfung zu ermitteln. Standardfehler sind Flachbodenbohrungen mit unterschiedlichen Durchmessern.

Der Radkranz darf keine inneren Fehler aufweisen, die Echogrößenordnungen erzeugen, welche gleich oder höher sind als diejenigen bei einem in gleicher Tiefe sitzenden Standardfehler. Der Durchmesser dieses Standardfehlers beträgt 3 mm.

Bei der axialen Prüfung darf keine Schwächung des Rückwandechos um mehr als 4 dB auftreten.

## L.2.4 OBERFLÄCHENBESCHAFFENHEIT

### L.2.4.1 Zu erzielende Merkmale

Je nach Einsatzzweck können die Räder ganz oder teilweise maschinell bearbeitet sein. Ihre Oberfläche darf keine außer den hier festgelegten Riefen aufweisen.

Die Teile, die nicht maschinell bearbeitet werden, sind durch Strahlen auf einen Mittenrauhwert von  $R_a < 25 \mu\text{m}$  zu bringen und übergangslos an die maschinell bearbeiteten Flächen anzupassen.

Die Mittenrauhwerte ( $R_a$ ) für „fertige“ oder „montagefertige“ Räder sind in Tabelle L8 angegeben.

Tabelle L8

Radbereich	Lieferzustand	Mittenrauhwert $R_a$ ( $\mu\text{m}$ )
Bohrung	Fertigbearbeitet	$\leq 12,5$
	Montagefertig <sup>(1)</sup>	0,8 to 3,2

	<b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>		<b>ETV WAG - L Seite 11 von 14</b>	
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011	

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften <sup>1</sup>

EU Ref <sup>2</sup>

Radsteg und Nabe	Fertigbearbeitet <sup>(2)</sup>	≤12,5
Lauffläche	Fertigbearbeitet	≤12,5 <sup>(3)</sup>
Radkranzstirnflächen	Fertigbearbeitet	≤12,5 <sup>(3)</sup>
<p>(1) Wenn das Rad auf eine Hohlwelle montiert werden soll, können für die Ultraschallprüfung im Betrieb andere Werte erforderlich sein.</p> <p>(2) Falls so festgelegt, kann dieser Teil des Rades unbearbeitet bleiben, sofern die in der Tabelle genannten Toleranzen eingehalten werden.</p> <p>(3) ≤ 6,3 wenn für einen Standardfehler von 2 mm gefordert.</p>		

## L.2.5 FEHLERFREIHEIT DER OBERFLÄCHE

Die Fehlerfreiheit der Oberfläche des Radsteges muss durch eine Magnetpulverprüfung oder ein alternatives Verfahren mit mindestens gleicher Empfindlichkeit nachgewiesen werden. Der Grenzfehler muss bei maschinell bearbeitetem Radkörper gleich 2mm sein.

## L.2.6 GEOMETRISCHE TOLERANZEN

Die Geometrie und Abmessungen der Räder müssen in einer Zeichnung definiert sein. Die geometrischen Toleranzen müssen den Werten in Tabelle L9 entsprechen. Die Bedeutung der benutzten Symbole ist in Bild L4 definiert.

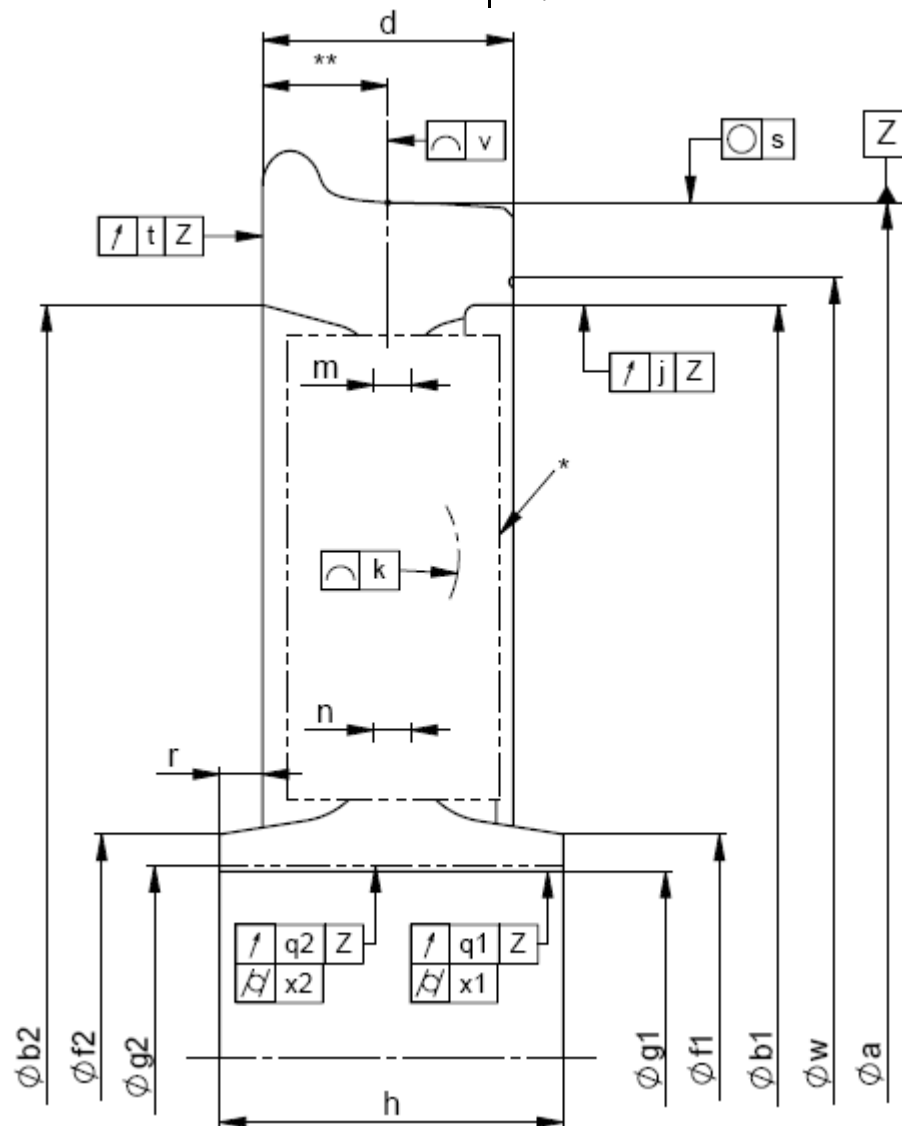
Bild L4

Symbole

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>			<b>ETV WAG - L</b> Seite 12 von 14
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011

OTIF ETV

Entsprechender Text in den EU Vorschriften <sup>1</sup>

EU Ref <sup>2</sup>


\*\* Abmessung nach Zeichnung

\* Dieser Bereich muss so festgelegt werden, dass die Anforderungen einer Interoperabilitätskomponente erfüllt werden.

Tabelle L9

Toleranzen (mm)					
Bezeichnung		Symbole (siehe Bild L4)		Werte	
		Masse	Geometrisch <sup>(1)</sup>	Unbearbeitet	Bearbeitet
Radkranz	Außendurchmesser	a			0/+4
	Innendurchmesser (außen)	b <sub>1</sub>			0/-4
	Innendurchmesser (innen)	b <sub>2</sub>		0/-6	0/-4
	Radkranzbreite	d			±1
	Laufflächenprofil <sup>(3)</sup>		v		≤0,5
	Kreisformabweichung der Lauffläche		s		≤0,2
	Planlaufabweichung		t		≤0,3
	Rundlaufabweichung Spannrand		j		≤0,2
	Außendurchmesser der Grenzmaßrille (d. h. Verschleißlinie)	w			0/+2
Nabe	Außendurchmesser (außen)	f <sub>1</sub>		0/+10	0/+5
	Außendurchmesser (innen)	t <sub>2</sub>		0/+10	0/+5
	Innendurchmesser der Bohrung:				
	„fertigbearbeitet“	g <sub>1</sub>			0/-2
	„montagefertig“	g <sub>2</sub>		Siehe Annex K oder in Übereinstimmung mit der Zeichnung	
	Zylindrizität des Innendurchmessers der Bohrung:				≤0,2
	„fertigbearbeitet“		x1		≤ 0,02 <sup>(2)</sup>
	„montagefertig“		x2		
	Nabenlänge	h			0/+2
	Nabe/Rad-Überstand	r			0/+2
	Rundlaufabweichung der Bohrung:				
Radkörper	„fertigbearbeitet“		q1		≤0,2
	„montagefertig“		q2		≤0,1
	Steglage im Übergang zu Radkranz und Nabe		k	≤ 8	≤ 8
	Stegdickte im Übergang zum Radkranz	m		+8/0	+5/0
	Stegdickte im Übergang zur Nabe	n		+10/0	+5/0

(1) Siehe ISO 1101

(2) Eine leichte Konizität innerhalb der erlaubten Toleranzen muss so liegen, dass sich der „größere“ Durchmesser bei Montage auf der Radsatzwelleneintrittsseite der Bohrung befindet.

(3) Von der Oberkante des Spurrandes bis zur äußeren Fase.

## L.2.7 STATISCHE UNWUCHT

Die maximale statische Unwucht eines fertigen Rades im Lieferzustand ist in Tabelle L10 definiert.

Die Mittel und Methoden zur Messung sind zwischen dem Kunden und dem Hersteller festzulegen.

Tabelle L10

Für Fahrzeuge mit Geschwindigkeit $v$ km/h	Statische Unwucht $g \cdot m$	Symbol
$v \leq 120$	$\leq 125$	E3
$120 < v \leq 200$	$\leq 75$	E2

## L.2.8 KORROSIONSSCHUTZ

Korrosionsschutz muss entsprechend der Spezifikation der Radkonstruktion angebracht werden.

 <b>OTIF</b>	<b>FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE L</b>			ETV WAG - L Seite 14 von 14
Status: <b>ANTRAG</b>	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-L/3.2011	Original: EN	Datum: 15.09.2011