

 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 1 von 12
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011

Einheitliche Rechtsvorschriften APTU (Anhang F zum COTIF 1999)

Einheitliche Technische Vorschriften (ETV) zum Teilsystem - Fahrzeuge

GÜTERWAGEN - (ETV WAG) - ANLAGE M

FAHRZEUG-GLEIS-WECHSELWIRKUNG UND FAHRZEUGBEGRENZUNGSLINIE

RADSATZWELLE

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 ¹

EU Ref. ²

M.1 ENTWURFSBEWERTUNG

M.1.1 ALLGEMEINES

Die Hauptphasen für die Definition einer Radsatzwelle sind wie folgt:

- Identifizierung der zu berücksichtigenden Kräfte und Berechnung der Momente in den verschiedenen Querschnitten der Radsatzwelle.
- Auswahl der Durchmesser für Radsatzwellenschaft und Wellenschenkel. Auf der Basis der gewählten Durchmesser, Berechnung der Durchmesser für die anderen Querschnitte.
- Die gewählten Optionen müssen auf folgende Art überprüft werden:
 - Spannungsberechnung für jeden Querschnitt.
 - Vergleich der Spannungen mit den maximal zulässigen Spannungen.

Die maximal zulässigen Spannungen sind im Wesentlichen definiert durch:

- die Stahlgüte.
- Ob die Radsatzwelle eine Vollwelle oder eine Welle mit Längsbohrung ist.


M.1.2 IDENTIFIZIERUNG VON KRÄFTEN UND BERECHNUNG VON MOMENTEN

Es sind zwei Arten von Kräften zu beachten:

- Bewegte Massen.
- Bremsen.

¹ 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.

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

 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 2 von 12
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011

M.1.3 GEOMETRIE- UND MAßTOLERANZEN

M.1.3.1 Auswahl des Durchmessers für Wellenschenkel und Radsatzwellenschaft

Bei der Auswahl der Durchmesser für Zapfen und Achskörper ist zunächst Bezug zu nehmen auf bestehende Abmessungen zugehöriger Komponenten, z. B. Lager.

Die Auswahl der Durchmesser ist durch Vergleich der berechneten Spannungen mit den maximal zulässigen Spannungen zu prüfen. Es ist eine sehr flache Mulde (0,1 bis 0,2 mm) vorzusehen, so dass das Ende des inneren Lagerrings keinen Kerbeffekt auf den Zapfen ausübt.

M.1.3.2 Auswahl der Durchmesser der verschiedenen Sitze aus dem Durchmesser des Radsatzwellenschaftes oder der Wellenschenkel

M.1.3.2.1 Dichtringsitz

Um so weit wie möglich zu standardisieren, muss der Durchmesser des Dichtringsitzes 30 mm größer sein als der des Zapfens. Der Übergang zwischen Zapfen und Bundlagerfläche ist wie in Bild M3 (Detail V) dargestellt, auszuführen.

M.1.3.2.2 Übergang zwischen Dichtringsitz und Radsitz

Um so weit wie möglich zu standardisieren, darf dieser Übergang nur einen einzigen Radius von 25 mm haben.

Wenn dieser Wert nicht eingehalten werden kann, ist der höchstmögliche Wert zu wählen, um die Spannungskonzentration in diesem Bereich zu minimieren.

M.1.3.2.3 Radsitz

Das Verhältnis zwischen Radsitzdurchmesser und Wellenschaftdurchmesser muss an der Verschleißgrenze des Radsitzes mindestens 1,12 betragen. Es wird empfohlen, dass dieses Verhältnis bei Radsatzwellen im Neuzustand mindestens 1,15 beträgt.

Der Übergang zwischen diesen beiden Bereichen ist so anzulegen, dass die geringstmögliche Spannungskonzentration herrscht.

Um den geringstmöglichen Wert für den Spannungskonzentrationsfaktor am Übergang zwischen Radsatzwellenschaft und Radsitz zu erzielen, muss am Übergang zum Schaft ein Radius von mindestens 75 mm vorhanden sein.

M.1.4 MAXIMAL ZULÄSSIGE SPANNUNGEN

Die maximal zulässigen Spannungen müssen abgeleitet werden aus:

- Der Dauerfestigkeitsgrenze bei Umlaufbiegung für die verschiedenen Bereiche der Radsatzwelle.
- Dem Wert eines Sicherheitsfaktors „S“, der entsprechend der Stahlgüte variiert.

M.1.4.1 Stahlgüte EA1N

Es sind folgende Werte zu verwenden:

- Für eine Vollwelle:
 - 200 N/mm² ohne Presspassung.
 - 120 N/mm² mit Presssitz.
- Für eine Hohlwelle:
 - 200 N/mm² ohne Presspassung.
 - 110 N/mm² mit Presssitz (außer Wellenschenkel).
 - 94 N/mm² mit Presspassung auf dem Wellenschenkel.
 - 80 N/mm² für die Bohrungsoberfläche.

 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 3 von 12
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011

Der Wert des Sicherheitsfaktors „S“, durch den die Ermüdungsgrenzen zu teilen sind, um die maximal zulässigen Spannungen zu ermitteln, beträgt für massive und Hohlachsen 1,2.

Für Hohlwellen gelten diese zulässigen Spannungen, wenn das Verhältnis Schenkeldurchmesser zu Bohrungsdurchmesser < 3 oder das Verhältnis Radsitzdurchmesser zu Bohrungsdurchmesser < 4 ist.

M.1.4.2 Andere Stahlgüten als EA1N

Die Dauerfestigkeitsgrenze ist für die folgenden Bereiche der Radsatzwelle zu bestimmen:

- Die Oberfläche des Achskörpers.
- Die Lagerfläche mit gleicher Klemmbedingung an den Radsitzen.

Im Fall einer Hohlachse ist die Ermüdungsgrenze der Lagerfläche mit gleicher Lager/Achse Klemmbedingung zusätzlich zu bestimmen für:

- Die Oberfläche der Bohrung.

Der Wert des Sicherheitsfaktors „S“ ist unter Berücksichtigung der Empfindlichkeit der Stahlgüte hinsichtlich Kerbeffekts zu bestimmen.

M.2 PRODUKTBEWERTUNG

M.2.1 MECHANISCHE EIGENSCHAFTEN:

M.2.1.1 Eigenschaften aus dem Zugversuch

Die Werte, die im mittleren Radius von Vollwellen oder auf halbem Abstand zwischen Innen- und Außenflächen von Hohlwellen zu erzielen sind, sind in Tabelle M1 aufgeführt.

Tabelle M1

$R_{eH} (N/mm^2)$ (1)	$R_m (N/mm^2)$	$A_5 \%$
≥ 320	≥ 550	≥ 22
(1) Wenn keine charakteristische Fließgrenze vorhanden ist, ist die Dehngrenze $R_{p0,2}$ zu ermitteln.		

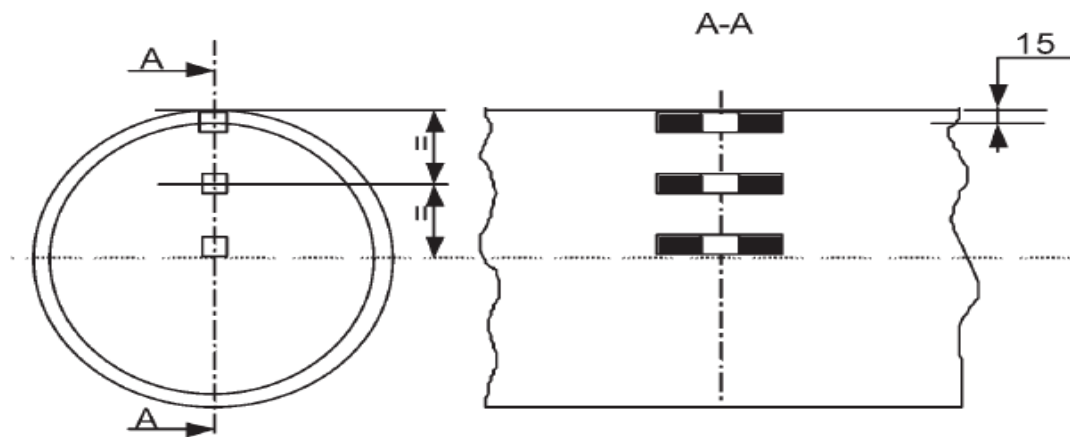
M.2.1.2 Eigenschaften im Kerbschlagbiegeversuch

Die Eigenschaften im Kerbschlagbiegeversuch sind bei 20 °C in der Längs- und Querrichtung zu ermitteln. Aus jedem zu prüfenden Bereich sind drei Prüfstücke aus angrenzenden Positionen zu entnehmen. Die Prüfstücke sind an den in Bild M1 gezeigten Stellen zu entnehmen. Die Werte, die im halben Radius von Vollwellen oder auf halbem Abstand zwischen Innen- und Außenflächen von Hohlwellen zu erzielen sind, sind in Tabelle M1 aufgeführt.

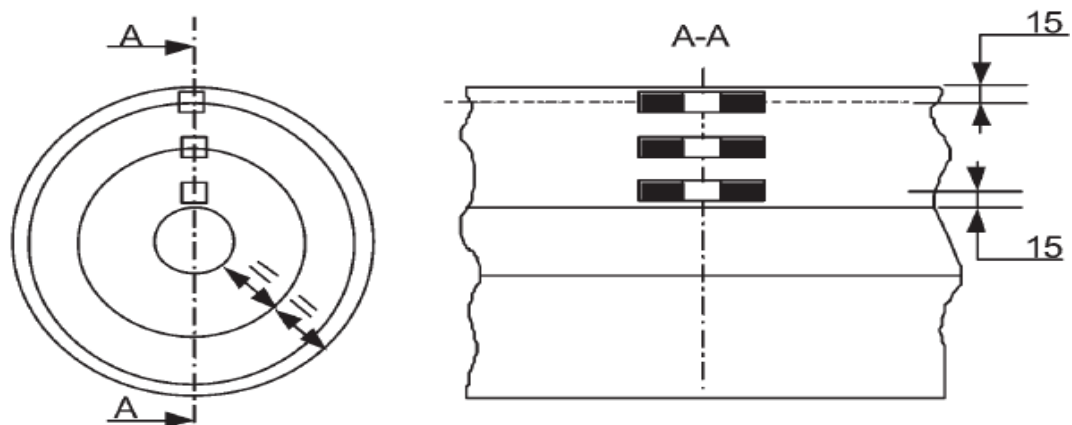
Kein Einzelwert darf weniger als 70 % der Werte in Tabelle M2 betragen.

Bild M1

 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 4 von 12
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011



Kernachse



hohle Radsatzwelle

Tabelle M2

KU längs (J)	KU quer (J)
≥ 30	≥ 20

M.2.2 MIKROGEFÜGEEIGENSCHAFTEN

Das Mikrogefüge muss aus Ferrit und Perlit bestehen. Die Korngröße darf nicht größer sein als die im Referenzdiagramm des Typs V der ISO 643 definierte Größe.

M.2.3 REINHEITSGRAD

Die Werkstoffreinheit ist durch mikrografische Untersuchung (ISO 4967, Methode A) zu ermitteln. Die Lage, aus der die Proben zu entnehmen sind, ist in Bild M2 gezeigt. Die zulässigen Maximalwerte für Einschlüsse der Dickserie sind in Tabelle M3 angegeben.

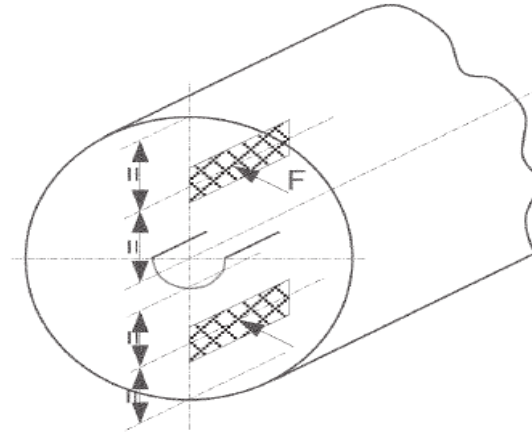
Tabelle M3

Art der Einschlüsse	Dickserie (Maximum)
A (Sulfide)	1,5
B (Aluminate)	1,5
C (Silikate)	1,5

 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 5 von 12
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011

D (Globulare Oxide)	1,5
B+C+D	3

Bild M2



M.2.4 INNERE FEHLERFREIHEIT

Die innere Fehlerfreiheit ist durch Ultraschallprüfung zu ermitteln.

Radsatzwellen dürfen keine inneren Fehler aufweisen, die Echohöhen erzeugen, welche gleich oder höher sind als diejenigen bei einem in gleicher Tiefe sitzenden Standardfehler. Für diese Prüfung ist ein Standardfehler eine Flachbodenbohrung mit einem Durchmesser von 3 mm sein.

Es darf keine Schwächung des Rückwandechos von mehr als 4 dB aufgrund von Einschlüssen oder innerer Fehler auftreten.

M.2.5 ULTRASCHALLDURCHLÄSSIGKEIT

Radsatzwellen müssen für Ultraschall durchlässig sein. Dies ist für jede Radsatzwelle durch ein Protokoll der Ultraschallprüfung nachzuweisen.

Das von den geprüften Radsatzwellen empfangene Rückwandecho muss eine Amplitude haben, deren Höhe mindestens 50 % der vollen Bildschirmhöhe beträgt, nach der vorläufigen Kalibrierung des Geräts an einem Vergleichskörper. Die Höhe des Grundrauschens muss weniger als 10 % der vollen Bildschirmhöhe betragen.

M.2.6 OBERFLÄCHENEIGENSCHAFTEN

M.2.6.1 Oberflächenbeschaffenheit

Die Radsatzwellenoberfläche darf keine anderen Eigenschaften als die an den in diesem Anhang festgelegten Stellen aufweisen.

Die zulässige Oberflächenrauigkeit (R_a) für „fertige“ oder „montagefertige“ Teile ist in Tabelle M4 angegeben. Es gelten die in Bild M3 definierten Symbole.

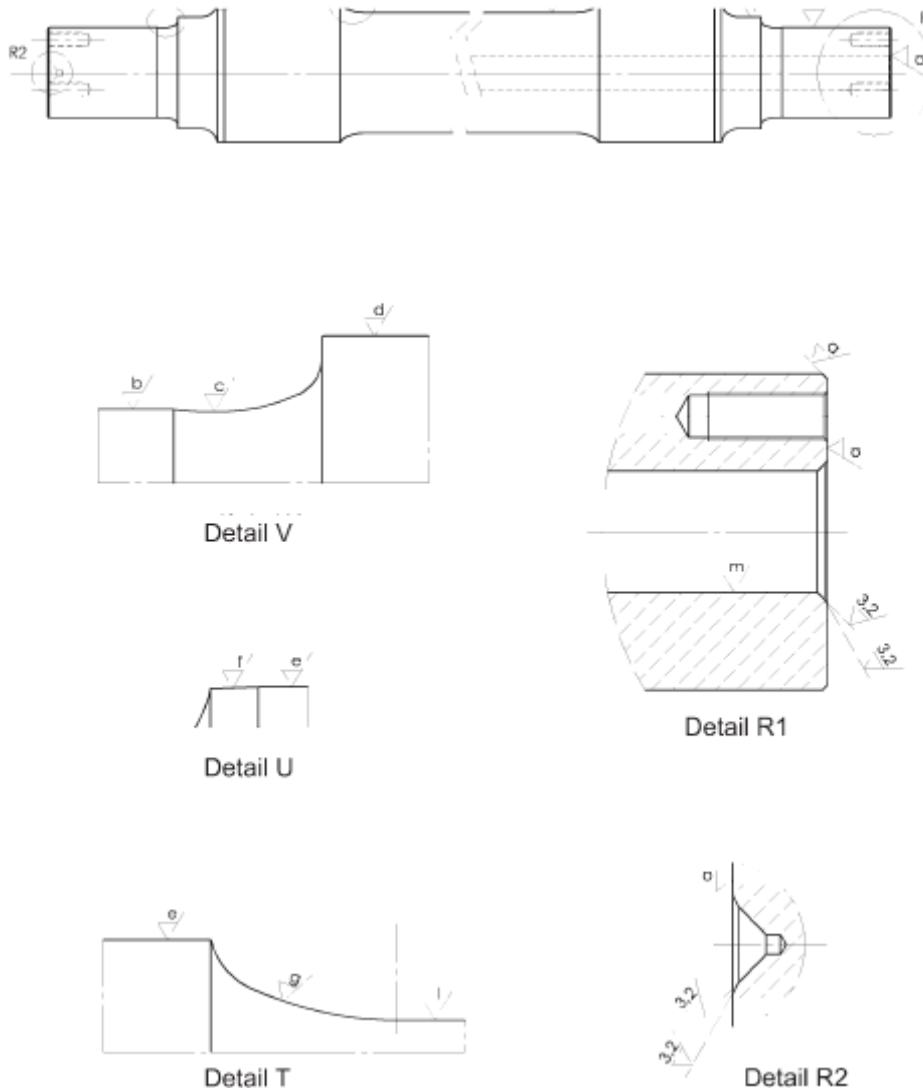
 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 6 von 12
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011

Tabelle M4

Bezeichnung	Symbol	Mittenrauhwerte ⁽¹⁾ R _a (µm)	
		Roh - bearbeitet	Fertig oder montage- fertig
Radsatzwellenende			
Wellenende und Fase	a	—	6,3
Stirnfläche Zentrierung (Voll- und Hohlwelle)	Siehe Details R1 und R2	—	3,2
Wellenschenkel			
Durchmesser des Wel- lenschenkels	b	12,5	0,8
Entlastungsmulde	c (Detail V)		0,8
Dichtringsitz			
Durchmesser des Dicht- ringsitzes	d	12,5	1,6
Radsitz			
Radsitzdurchmesser	e	12,5	0,8/1,6 ⁽³⁾
Aufpressfase	f (Detail U)		1,6
Schaft			
Innere Übergangsradien zum Radsitz	g (Detail T)	—	1,6
Schaftdurchmesser	l		3,2 ⁽²⁾
Bremsscheibensitz- durchmesser	h	12,5	0,8/1,6 ⁽³⁾
Lagersitz- und Dichtring- sitzdurchmesser	j	12,5	0,8
Übergangsradien zwi- schen zwei Sitzen	k (Detail S)		1,6
Bohrung	m		3,2
Durchmesser	(Detail R1)		
⁽¹⁾ Für alte Radsatzwellenausführungen mit Gleitlagersitzen finden sich die Anforderungen in den für diese Produkte geltenden Normen. ⁽²⁾ 6,3 kann vereinbart werden, wenn sowohl die Dauerfestigkeitswerte F1 oder F2, die in 5.5.2.1.4. definiert sind, als auch die zur Ultraschallkontrolle im Betrieb erforderliche Empfindlichkeit erreicht werden. ⁽³⁾ Die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung der Radsatzwellen im Betrieb kann kleinere Werte für die Oberflächenrauheit erfordern.			

 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 7 von 12
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011

Bild M3
Rauigkeitssymbole



M.2.6.2 Fehlerfreiheit der Oberfläche

Die Fehlerfreiheitwellenheit der Oberfläche ist für alle Radsatzwellen durch Magnetpulverprüfung auf den äußeren Oberflächen und zusätzlich für Hohlwellen auf der Bohrungsoberfläche durch Ultraschallprüfung oder eine gleichwertige Methode zu prüfen. Auf den Außenflächen der Radsatzwelle sind keine Querfehler zulässig.

M.2.6.3 Geometrie- und Maßtoleranzen

Die geforderten Geometrietoleranzen sind in Tabelle M5 angegeben. Die Symbole sind in Bild M4 definiert.

Die Maßtoleranzen sind in Tabelle M6 angegeben. Die Symbole sind in Bild M5 definiert.

 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 8 von 12	
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011	

Tabelle M5

Bezeichnung	Symbol	Geometrietoleranzen (1) (2) (mm)	
		Roh- bearbeitet	Montagefer- tig
Radsatzwellenschenkel und Dichtringsitz			
Zylindrizität des ellenschenkels	n		0,015
Planlaufabweichung der Bezugs- fläche des Dichtringsitzes bezogen auf die Bezugslinie Y-Z	o ₁		0,03
Planlaufabweichung des Dichtring- sitzes bezogen auf die Bezugslinie Y- Z	o ₂		0,03
Radsitz			
Rundlaufabweichung bezogen auf die Bezugslinie Y-Z	p	1,5	0,03
Zylindrizität		0,1	0,015
Radsatzwellenschaft			
Rundlaufabweichung bezogen auf die Bezugslinie Y-Z	t		0,5
Bohrung			
Koaxialität bezogen auf die Be- zugslinie Y-Z	u		0,5
Bohrungen zur Befestigung des Wellenver- schlusses			
Koaxialität bezogen auf die Bezugslinie Y-Z	v		0,5
Außermittigkeit der Zentrierung bezogen auf die Bezugslinie Y-Z (Details R1/R2)	w ₁ w ₂		0,02 0,03
⁽¹⁾ Für Parameter, für die in dieser Tabelle keine Toleranz definiert ist, gelten die allgemeinen Toleranzen in EN 22768-2. ⁽²⁾ Für alte Radsatzwellenausführungen mit Gleitlagersitzen finden sich die Anforderungen in den für diese Produkte geltenden Normen.			

 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 9 von 12
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011

Bild M4
Geometriesymbole

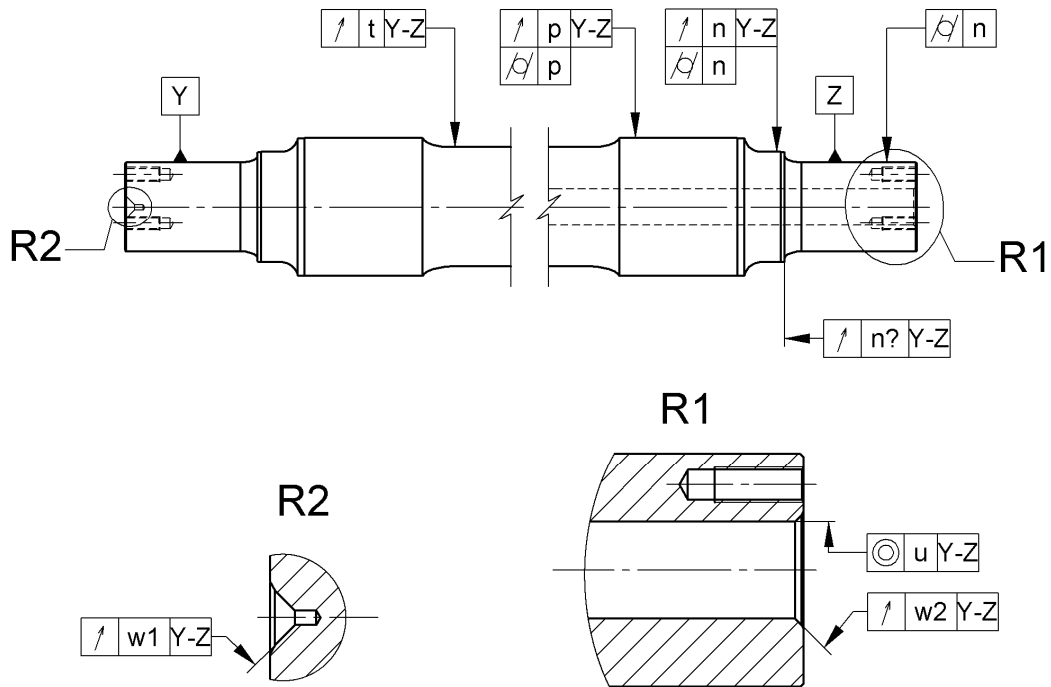


Tabelle M6

Bezeichnung	Symbol	Maßtoleranzen ⁽¹⁾ (mm)
		Montagefertig
Längenmaße.		
Radsatzwellenlänge (²)	A	± 1
Radsitzlänge (einschließlich Dichtringsitz)	B	0/-0,5
Länge über Dichtringsitz r (zwischen Bezugs- ebenen)	C	± 0,5 ⁽⁵⁾
Länge Lagersitz	D	⁽³⁾
Länge Dichtringsitz	E	+1/0
Tiefe der Entlastungsmulde		Siehe Detail V
Länge der Entlastungsmulde	G	Detail V ⁽³⁾
Durchmesser		
Lagersitzdurchmesser	H	⁽³⁾
Radsitzdurchmesser	I	
Durchmesser Dichtringsitz	N ⁽³⁾	⁽³⁾
Wellenschaftdurchmesser	P	+2/0
Maße anderer Teile der Radsatzwellen		

Bezeichnung	Symbol	Maßtoleranzen ⁽¹⁾ (mm)
-------------	--------	-----------------------------------

 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 10 von 12
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011

		Montagefertig
Zentrierbohrungen		
Vollwellen		Siehe Detail R2 ⁽⁴⁾
Hohlwellen		Siehe Detail R1 ⁽⁴⁾
Bohrungen zur Befestigung des Wellenverschlusses	Siehe Detail R1 ⁽⁴⁾	
Koaxialität der Bohrung		0,5
Bohrungstiefe		+2/0
Gewindetiefe		+2/0
Abstand zwischen Bohrung und Gewinde		≥10
Aufpressfase		
Radsitz, Länge des Konus	K (Detail U) ⁽³⁾	0/-3
Radsitz, Tiefe des Konus	L (Detail U) ⁽³⁾	0,1
Bohrungsdurchmesser	O (Detail R1)	1
Übergangsradien — Radsitz/Wellenschaft		Siehe Detail T ⁽³⁾
(1) Für Parameter, für die in dieser Tabelle keine Toleranz definiert ist, gelten die allgemeinen Toleranzen in EN 22768-2. (2) Es wird darauf hingewiesen, dass die Einhaltung der Toleranzen über die gesamte Länge „A“ es nicht zulässt, die jeweiligen Toleranzen der einzelnen Maße kumulativ anzuwenden. (3) Gemäß den Anforderungen in der Zeichnung oder den auftragsbegleitenden Unterlagen. (4) Andere Geometrien können vorgeschlagen und im Auftrag definiert werden. (5) Für Sonderanwendungen können andere Werte vereinbart werden.		

 OTIF	FAHRZEUGE GÜTERWAGEN – ANLAGE M			ETV WAG - M Seite 12 von 12
Status: ANTRAG	Fassung: 01	Ref.: A 94-02-M/3.2011	Datum: EN	Date: 15.09.2011

M.2.7 KORROSIONSSCHUTZ

M.2.7.1 Allgemeines

Alle exponierten Radsatzwellenoberflächen sind entsprechend Konstruktionsspezifikation des Radsatzes zu schützen.

M.2.7.2 Beständigkeit gegen spezifische korrosive Stoffe

Die auf die exponierten Radsatzwellenoberflächen angewandten Schutzsysteme müssen Umweltfaktoren, korrosive Stoffe, transportierte Güter, mechanische Schaden, etc. berücksichtigen.