

Grenzwerte Axiale Verschiebbarkeit von Tragrollen

für Tragrollen mit den Lagergrößen
6308, 6310 und 6312

Robert Schneider



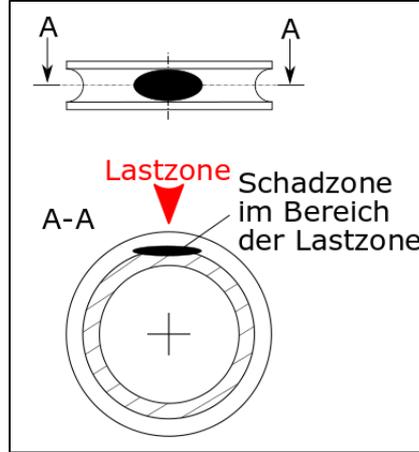
❖ Agenda

- 1) Ausgangssituation – Schadensbilder
- 2) Notwendigkeit der Axialen Verschiebbarkeit und Zusammenhang mit der Lagerluft der Wälzlager
- 3) In DIN 22112 Regelung axiale Verschiebbarkeit für Tragrollen bis Lagergröße 6306
- 4) Ermittlung von Grenzwerten für die Axiale Verschiebbarkeit bei Tragrollen mit einer Lagergröße von 6308 bis 6312
- 5) Vorgaben Aktuelle Lieferanforderung einschließlich Tragrollen mit einer Lagergröße von 6308 bis 6312
- 6) Messung der axialen Verschiebbarkeit

1) Ausgangssituation - Schadensbilder

Tragrolle 1

links

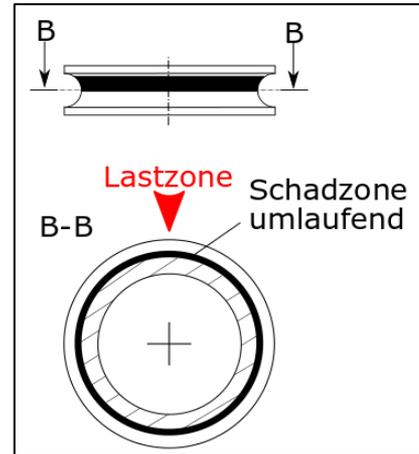


rechts



Tragrolle 2

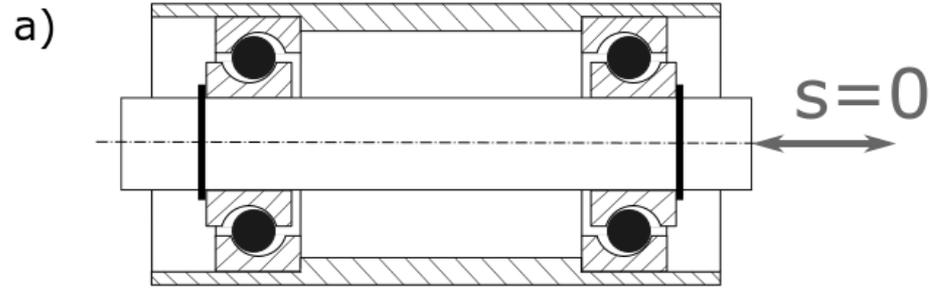
links



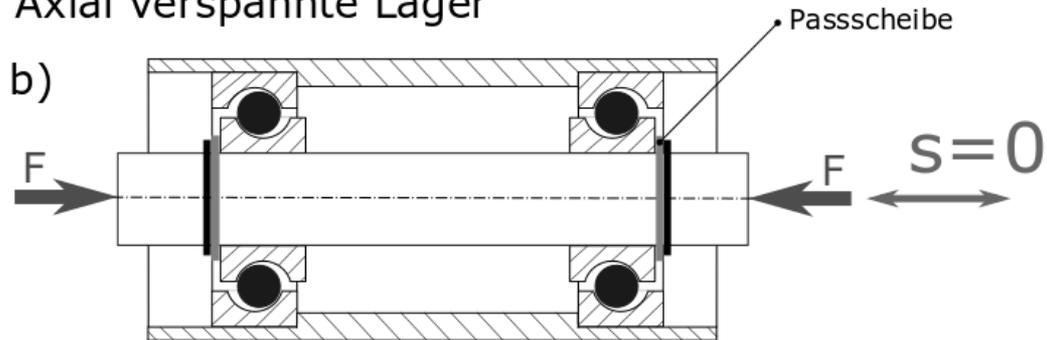
rechts



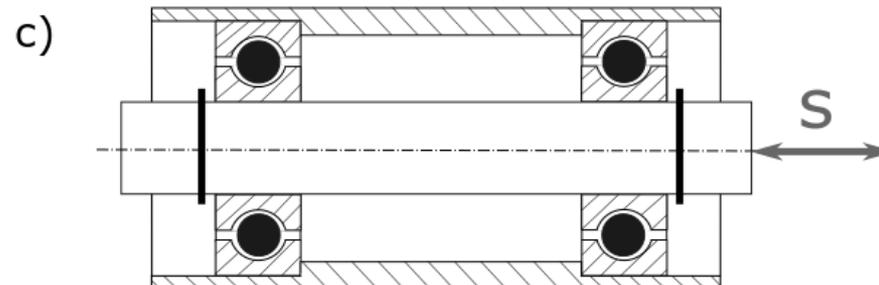
Axial verspannte Lager



Axial verspannte Lager

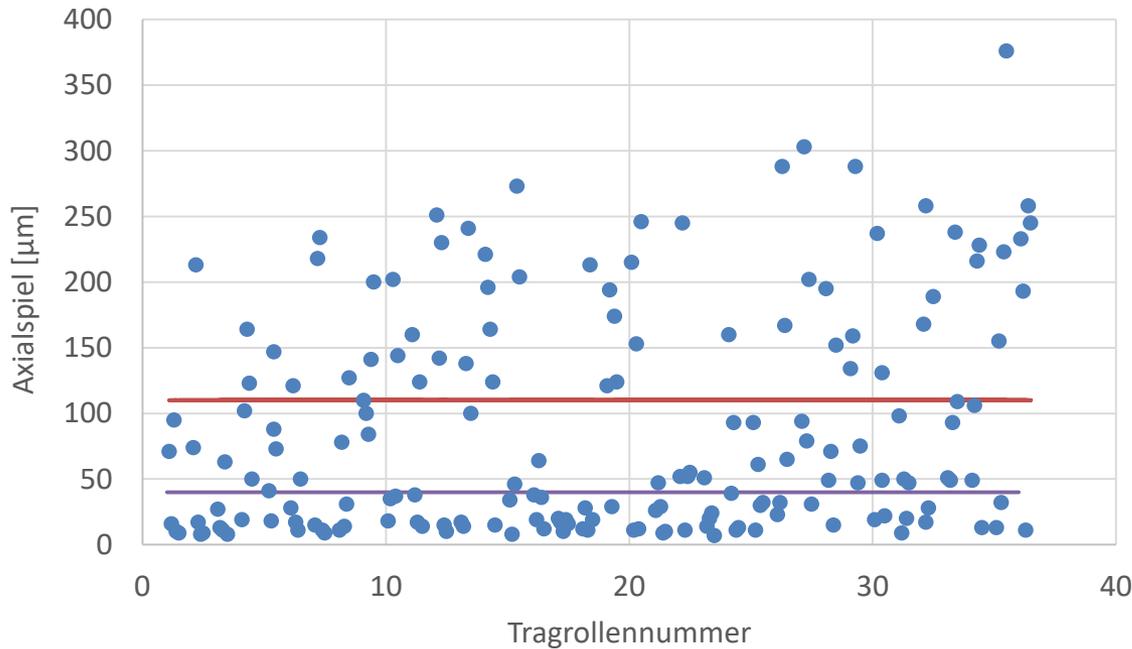


Lager in einer Flucht



1) Beispielmessung ausgesuchter Tragrollen

Axialspiel bei einer wirkenden Messkraft von +/- 500 N



— min. Axialspiel 6310 (110 μm)

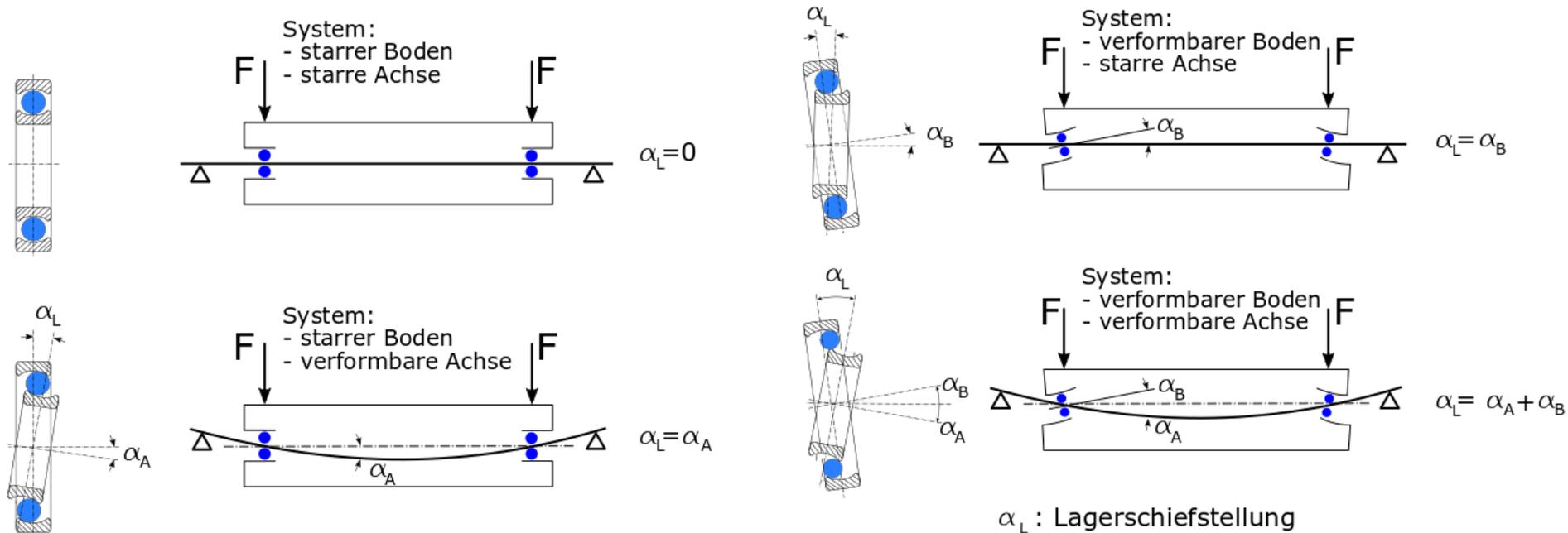
— min. Axialspiel 6306 nach DIN 22112-2 (40 μm)

Anzahl der Tragrollen	180
Anz. d. TR. mit Axialspiel < 110 μm	120
Anz. d. TR. mit Axialspiel < 40 μm	79

2) *Notwendigkeit der Axialen Verschiebbarkeit und Zusammenhang mit der Lagerluft der Wälzlager*

- Axiale Verschiebbarkeit (Axialspiel) bei Wälzlagern ist erforderlich um einen ausreichenden Schmierpalt zu gewährleisten und mögliche Verschiebungen während des Betriebs auszugleichen
- (axial) vorgespannte Wälzlager finden Anwendung im Werkzeugmaschinenbau und bei der Herstellung kleiner E-Motoren, was zu einem besonders ruhigen Lauf führt (definierte Vorspannkraft gewährleistet über Federelemente)
- Verschiebungen während des Betriebs von Tragrollen entstehen durch:
 - Temperaturdehnungen hauptsächlich bei Temperaturunterschieden zwischen Tragrollenachse und –mantel
 - Lagerschiefstellung infolge der Belastung durch Fördergut und -gurt

2) Notwendigkeit der Axialen Verschiebbarkeit und Zusammenhang mit der Lagerluft der Wälzlager

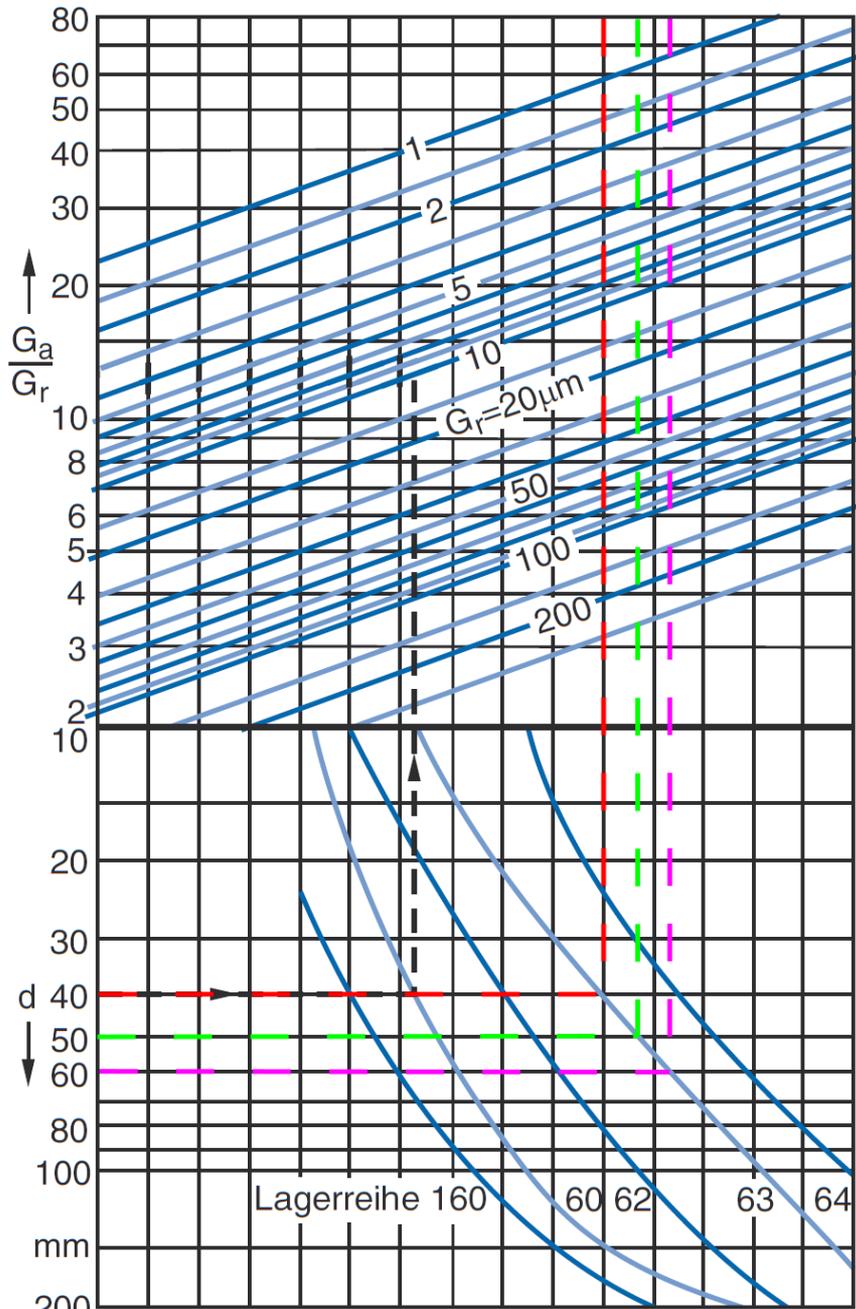


Durch die Lagerschiefstellung kann es zu einer Verspannung zwischen Außen- und Innenring kommen.

Quelle: nach B. Funke: „Qualität und Haltbarkeit von Tragrolle“ in: Steine + Erden, 03/2015

2) Notwendigkeit der Axialen Verschiebbarkeit und *Zusammenhang mit der Lagerluft der Wälzlager*

- **Lagerluft** (radial und axial) bezeichnet die Verschiebbarkeit eines **unverbauten** Wälzlagers
- **Lagerspiel** (radial und axial) bezeichnet die Verschiebbarkeit des **verbauten** Wälzlagers bzw. der Konstruktion unter **Betriebstemperatur**
- **Unterschiede:**
 - Passungen an Lagerhalter und Achse (Presspassungen)
 - Temperaturdehnungen
 - Form- und Kraftschluss sowie sonstige Verformungen



d : Lagerbohrung, G_r : Radialspiel, G_a : Axialspiel

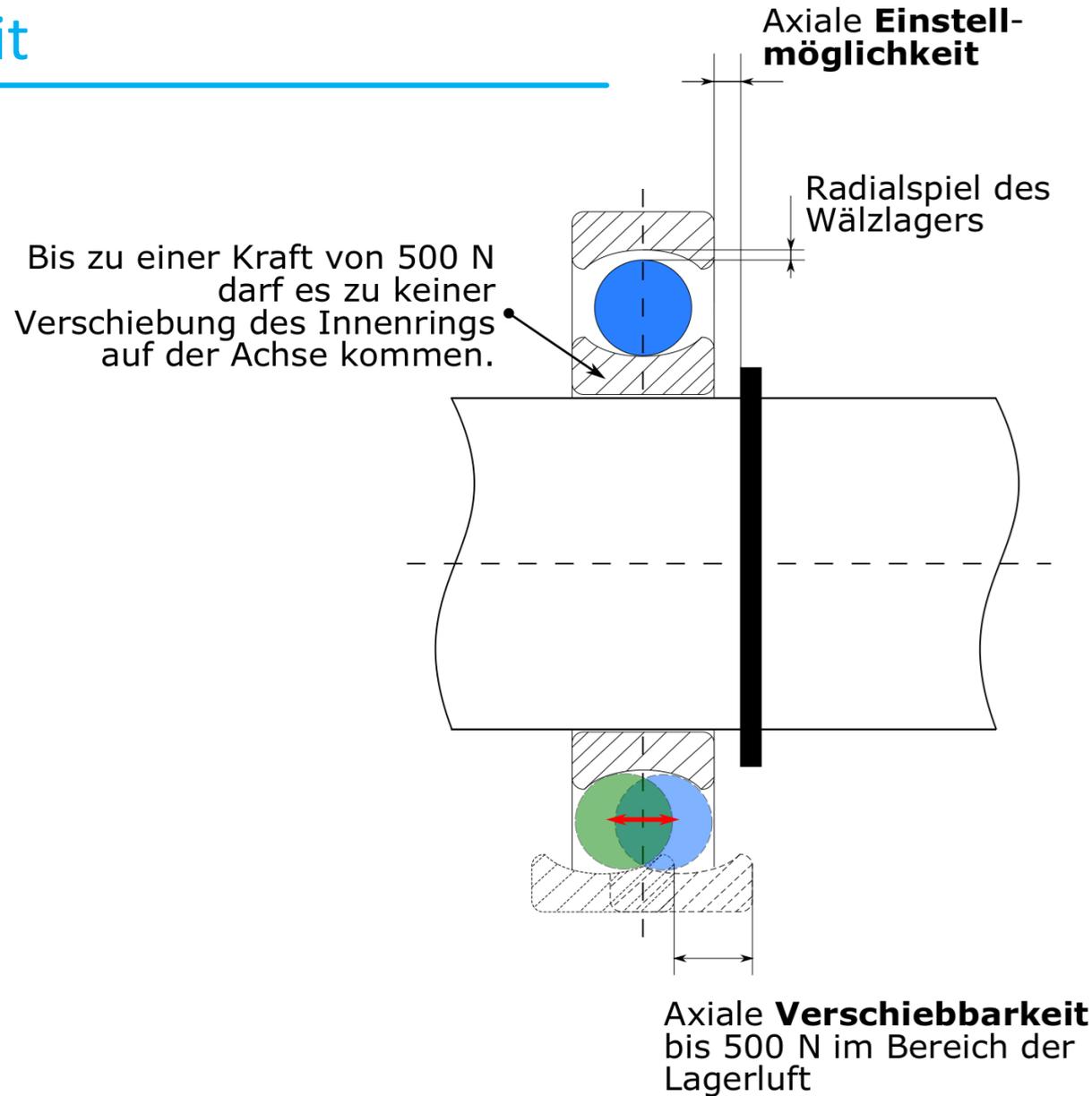
3) DIN 22112 Regelung für axiale Verschiebbarkeit bis Lagergröße 6306

Unter einer Messkraft von 500 N darf die axiale Verschiebbarkeit der sich drehenden Tragrollenteile gegenüber den feststehenden Teilen nur im Bereich der Axialluftwerte der Kugellager liegen. In Abhängigkeit von der Kugellagergröße soll das Maß der möglichen Verschiebungen im Bereich der minimalen und maximalen Axialluftwerte nach Tabelle 1 liegen.

DIN 22112-2 Tabelle 1: Axialluft der Lager

Lagergröße	Axialluft [mm]	
	<i>min.</i>	<i>max.</i>
6204	0,029	0,300
6305	0,033	
6306	0,040	

3) DIN 22112 Regelung für axiale Verschiebbarkeit

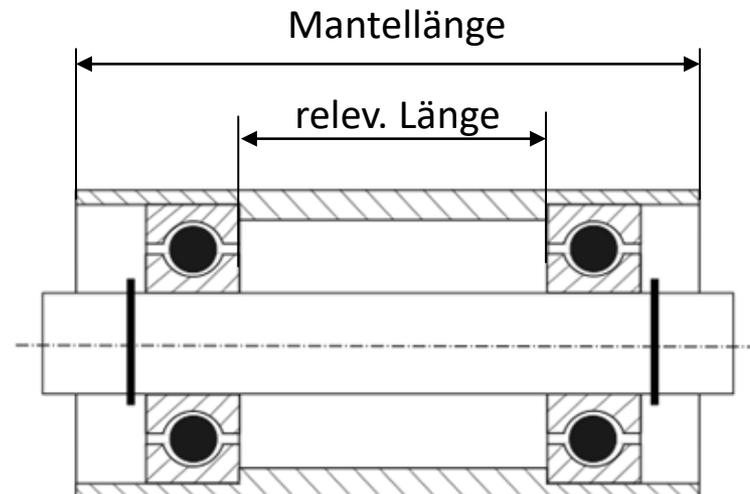


4) Ermittlung von Grenzwerten für die Axiale Verschiebbarkeit bei Tragrollen mit einer Lagergröße von 6308 bis 6312 - Temperaturdehnung

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

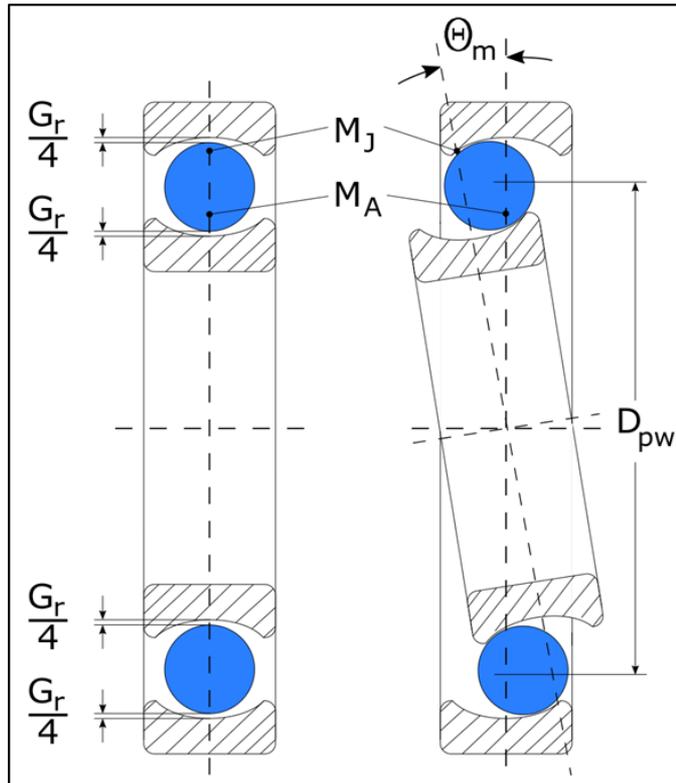
Lagertyp	Maximale Mantellänge für Tragrollen mit dem jeweiligen Lagertyp	Längendifferenz bei $\Delta T = 5 \text{ K}$
6308	850 mm	55 μm
6310	900 mm	59 μm
6312	1050 mm	68 μm

Längenänderungen bei Temperaturunterschieden zwischen Mantel und Achse müssen durch das Axialspiel ausgeglichen werden, sofern keine Verschiebung der Innenringe auf der Achse eintritt.



Achsdurchbiegung und Lagerschiefstellung

$$\Theta_m = \frac{G_a}{D_{pw}}$$



Nach: Brändlein, J., Eschmann, P., Hasbargen, L., Weigand, K.; Die Wälzlagerpraxis; 3. Aufl., Vereinigte Fachverlage GmbH, Mainz 1995

- Ausgleich der Lagerschiefstellung kann nur über ein Axialspiel im Lager selbst ausgeglichen werden, eine Verschiebung der Lagerringe zueinander ohne Effekt

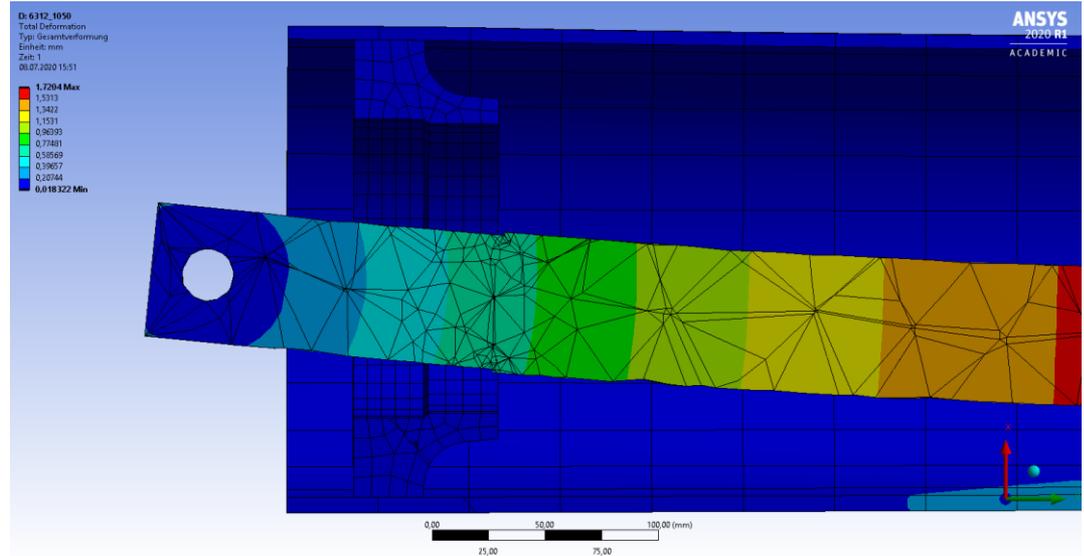
Berechnung der Achsdurchbiegung durch eine Vielzahl von Unbekannten schwierig:

- konstruktive Auslegung (herstellerabhängig)
 - konstruktive Längen
 - reale Belastungen
- Verwendung der maximal zulässigen Schiefstellung von Rillenkugellagern (DIN 22112-2 und SKF) von $10'$
 - **Werte überschreiten eine sinnvolle Angabe eines min. Axialspiels für Tragrollen**

Lagertyp	Axiale Verschiebung bei einem Kippwinkel von $10'$
6308	189,2 μm
6310	232,8 μm
6312	276,5 μm

Berechnung der Lagerschiefstellung aus realen Werten

- Berechnung für TR mit der Lagergröße 6312
- Konstruktionsgeometrie nach einer Musterrolle mit Massivböden
- Belastungen sind Peakwerte aus den Messwerten der Versuchstragrollen Station aus Nochten
 - Mittelrolle: 60 kN → $\alpha = 2,68'$
 - Seitenrolle: 30 kN → $\alpha = 2,43'$



Lagertyp		10'	2,7'
		Axialspiel [μm]	Axialspiel [μm]
	6308	189,2	51,1
	6310	232,8	62,9
	6312	276,5	74,6

Theoretische Grenzwerte Axialspiel

untere Grenze

Lagertyp	minimales Axialspiel (Σ Lagerschiefstellung 2,7', Temp.-Differenz) (Grenzwerte nach aktueller LEAG-Lieferanforderung)
6308	$106,3 \mu\text{m} \rightarrow 100 \mu\text{m}$
6310	$121,4 \mu\text{m} \rightarrow 110 \mu\text{m}$
6312	$142,9 \mu\text{m} \rightarrow 130 \mu\text{m}$

obere Grenze durch Hersteller festzulegen

5) Vorgaben der aktuellen Lieferanforderung einschließlich Tragrollen mit einer Lagergröße von 6308 bis 6312

Lieferanforderung-Nr.: 0314g, Ausgabedatum: 16.12.2019

4.8 Axiale Verschiebbarkeit

In Anlehnung an DIN 22 112, Teil 2 darf unter einer **wechselseitig wirkenden Messkraft in Achsrichtung** von +/- 500 N die Verschiebbarkeit der sich drehende Teile gegenüber den feststehenden Teilen nur **im Bereich der Axialluftwerte der Kugellager** liegen. Die **Mindestwerte** für die axiale Verschiebbarkeit sind in Abhängigkeit von der jeweiligen Lagergröße in **Tabelle 4 und Tabelle 5** angegeben.

Die Werte für die maximale axiale Verschiebbarkeit unter einer wechselseitig wirkenden Messkraft von +/- 500 N in Achsrichtung für Tragrollen mit den Lagergrößen 6308, 6310 und 6312 sind vom Hersteller festzulegen. Die **maximale axiale Verschiebbarkeit darf nicht größer sein, als die maximalen Axialluftwerte der verwendeten Lagerluftklasse.**

5) Vorgaben der aktuelle Lieferanforderung einschließlich Tragrollen mit einer Lagergröße von 6308 bis 6312

Tabelle 4

Lagergröße	min. axiale Verschiebbarkeit [mm]	max. axiale Verschiebbarkeit [mm]
6204	0,029	0,300
6305	0,033	
6306	0,040	

Tabelle 5

Lagergröße	min. axiale Verschiebbarkeit [mm]	max. axiale Verschiebbarkeit [mm]
6308	0,100	durch Hersteller festzulegen; Axialluftwerte der verwendeten Lagerluftklasse darf nicht überschritten werden
6310	0,110	
6312	0,130	

Es darf in keinem Fall zu einem, der axialen Verschiebung geschuldeten, Kontakt der inneren Tragrollenbauteile kommen.

6) Messung der axialen Verschiebbarkeit

DIN 22112-3 – Prüfeinrichtung für axiale Verschiebbarkeit

Nachteile:

- Messaufbau in vertikaler Richtung, sodass die wirkende Messkraft abhängig vom Achsgewicht ist
 - nach unten zu groß
 - nach oben zu gering
- Eigenverformung des Gestells unter der wirkenden Messkraft

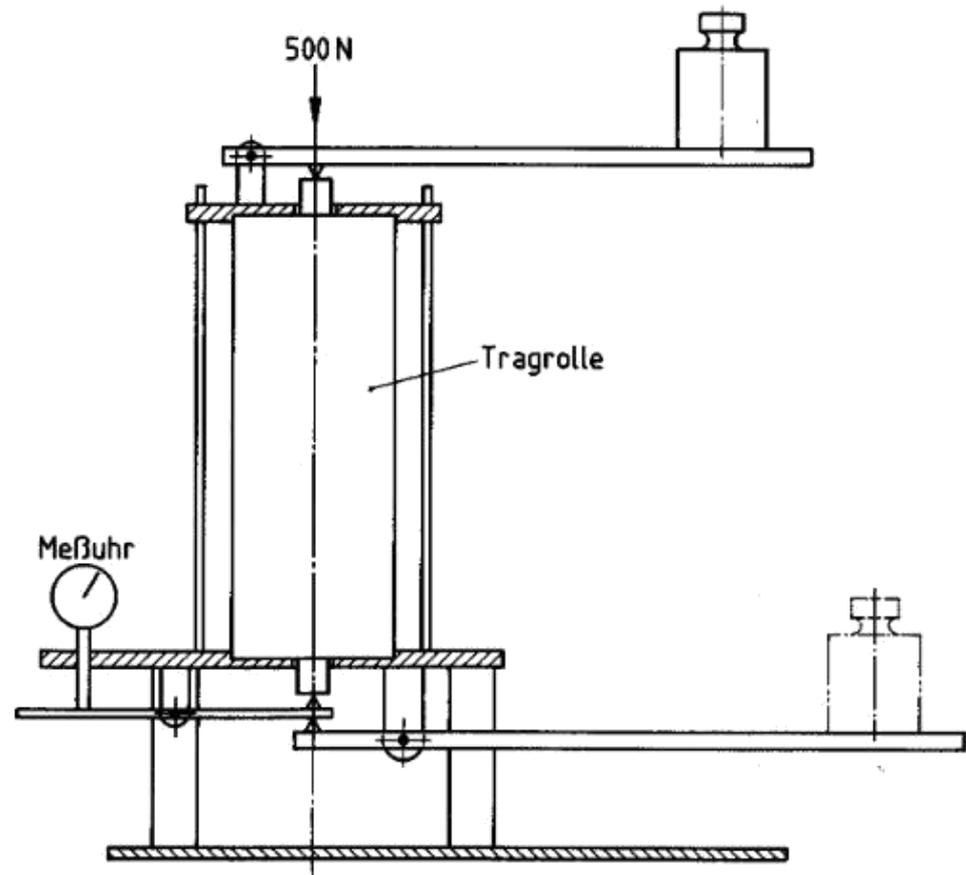


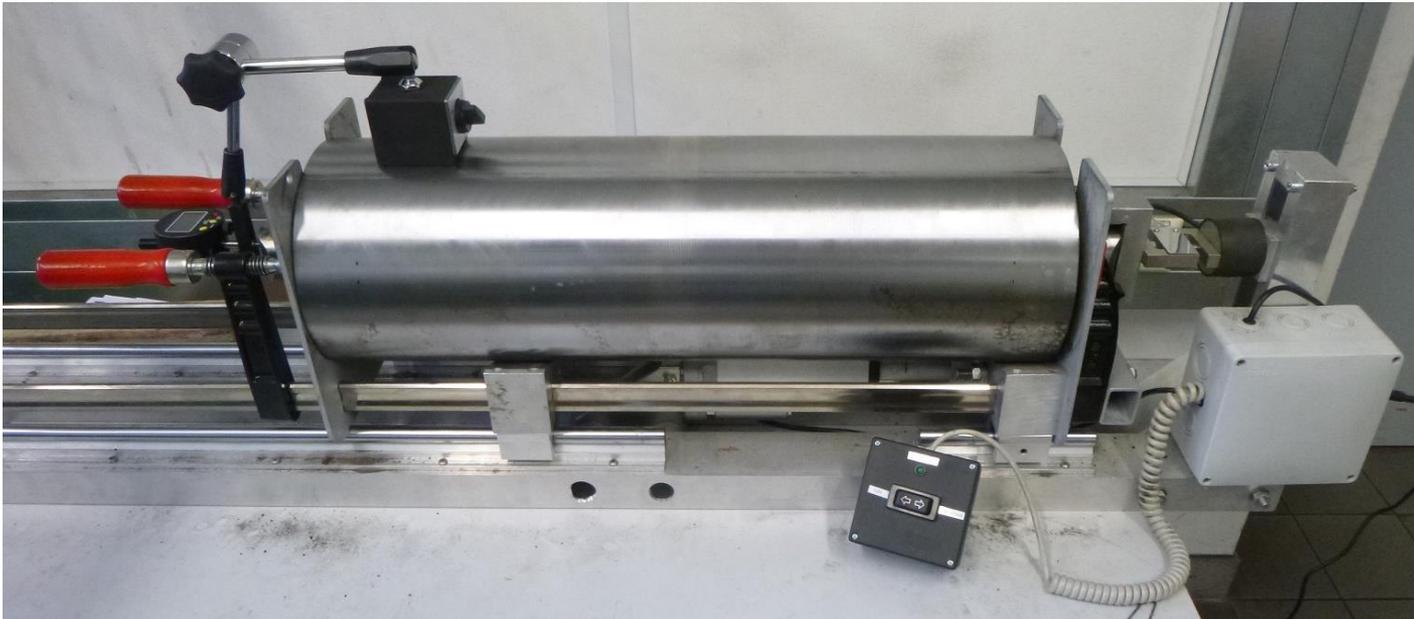
Bild 1: Prüfeinrichtung – Axiale Verschiebbarkeit

6) Messung der axialen Verschiebbarkeit

Prüfeinrichtung der BTU

Vorteile:

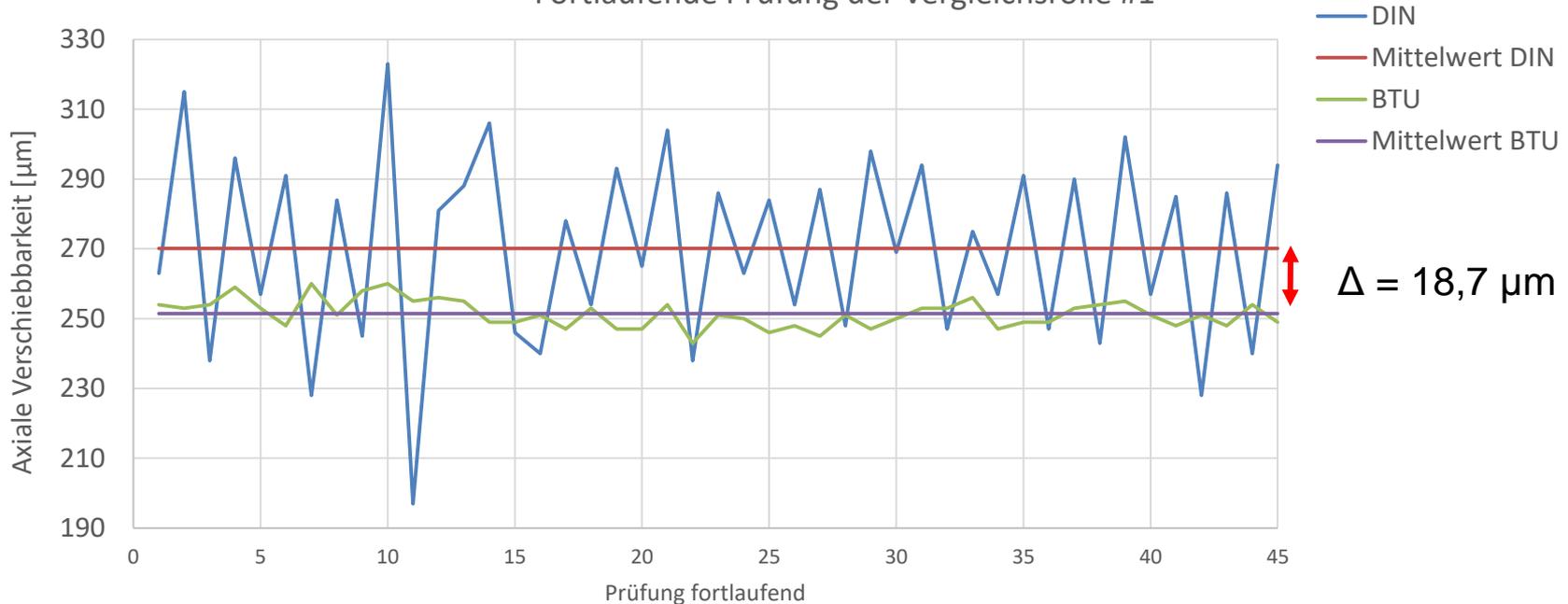
- Messaufbau in horizontaler Richtung, sodass die wirkende Messkraft weitgehend unabhängig vom Achsgewicht ist
- Messergebnis unabhängig von der Eigenverformung des Gestells
- Unkomplizierte und schnelle Prüfung von Tragrollen möglich



6) Messung der axialen Verschiebbarkeit

Vergleich DIN und BTU Messgerät

Fortlaufende Prüfung der Vergleichsrolle #1



DIN:

- Mittelwert: 270,1 µm
- Spanne min-max: 126 µm
- Standardabweichung: 26,7 µm

BTU:

- Mittelwert: 251,4 µm
- Spanne min-max: 17 µm
- Standardabweichung: 3,9 µm

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit