

# Verschraubung/ Schraubverbindungen

## Schrauben

Der hohe Anspruch an Qualität und Lebensdauer von rothe erde® Großwälzlagern setzt auch den effizienten Umgang mit Schraubverbindungen voraus.

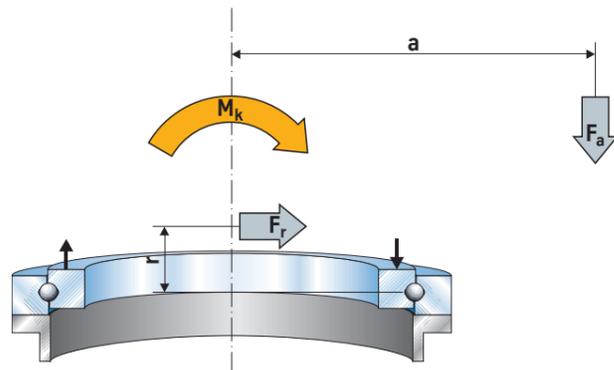


Bild 12: Axiallast „aufliegend“

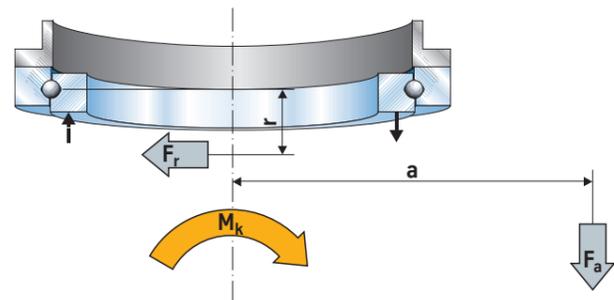


Bild 13: Axiallast „hängend“

## Grenzlastkurven

Die in den statischen Diagrammen dargestellten Grenzlastkurven sind grundsätzlich auf Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 bezogen. Vorausgesetzt wird eine Vorspannung von 70% der Dehngrenze.

Bei Lagern ohne eingetragene Schraubenkurve ist der gesamte Tragfähigkeitsbereich unterhalb der Grenzlastkurven mit Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 abgedeckt. Zur Prüfung gegen die Schraubenkurve wird die maximale Belastung ohne Faktoren angesetzt.

## Voraussetzungen

Bei Grenzlastkurven wird Folgendes vorausgesetzt:

1. Die Axiallast  $F_a$  wirkt aufliegend, nicht „hängend“, d.h., die axiale Betriebskraft  $F_a$  aus der Axiallast beansprucht die Schrauben nicht auf Zug, siehe Bilder 12 und 13.
2. Die Schrauben sind gleichmäßig auf den Lochkreisen verteilt.
3. Die Anschlusskonstruktionen erfüllen unsere technischen Bedingungen, siehe Seite 220.
4. Das Großwälzlager und die Anschlusskonstruktionen bestehen aus Stahl.
5. Es ist keine Gießharzunterfüllung vorgesehen.
6. Die Klemmlänge  $l_k$  ist: mindestens  $5 \cdot d$  bei Lagern mit vollem Ringquerschnitt mindestens  $3 \cdot d$  bei profilierten Ringen wie z. B. der Typenreihe Serien 25, 23, 28.

Tabelle 2: Mindesteinschraubtiefe bei Sacklochgewinde für Toleranzklasse mittel (6 H)

Abweichende Toleranzklassen erfordern entsprechend zugeordnete Einschraubtiefen

Schraubenfestigkeitsklasse	8.8/10.9	10.9/12.9	12.9
Gewindefinheit d/P	$\geq 9 / < 9$	$\geq 9 / < 9$	$\geq 9$
St 37	$1,25 \cdot d$		
St 50, C 45 N, 46 Cr 2 N, 46 Cr 4 N	$1,0 \cdot d$	$1,2 \cdot d$	$1,4 \cdot d$
C 45 V, 46 Cr 4 V, 42 CrMo 4 V	$0,9 \cdot d$	$1,0 \cdot d$	$1,1 \cdot d$

d – Gewinde-Außen-Ø [mm]  
Schrauben mit metrischem ISO-Gewinde (Regelgewinde)  
P – Steigung des Gewindes [mm]  
bis M 30 besitzen ein d/P < 9  
> M 30 besitzen ein d/P ≥ 9

7. Im belasteten Schraubenteil sind mindestens sechs freie Gewindegänge vorhanden.

**Vorteil** Die Definition von Standards schafft Planungssicherheit und senkt den Abstimmungsaufwand.

**Hinweis** Bei abweichenden Voraussetzungen ist Rückfrage erforderlich.

Die in Tabelle 3 aufgeführten Grenzflächenpressungen in den Auflageflächen von Schraubenkopf und Mutter der verspannten Teile dürfen nicht überschritten werden.

**Vorteil** Der Vorspannungsverlust durch Kriechen wird vermieden.

**Hinweis** Die gewählte Produkt- und Festigkeitsklasse der Schrauben und Muttern muss vom Lieferanten gewährleistet werden. Dabei ist auf Kennzeichen nach DIN/ISO zu achten.

Die Rechtwinkligkeit zwischen Auflage und Gewindeachse bei Schraube und Mutter ist sicherzustellen.

Steigungsfehler, die insbesondere bei Einschraubtlängen  $> 1 \cdot d$  zur Verfälschung des Anziehdrehmoments und damit zu geringerer Schraubenvorspannkraft führen, sind auszuschließen.

Für Schrauben über M30 ist vorzugsweise ein hydraulischer Schraubenspannzylinder zu verwenden, siehe Seiten 214-215. Da nach unseren Erfahrungen die Reibwerte zu stark streuen, sind in Tabelle 4, Seite 210 keine Anziehdrehmomente angegeben.

**Hinweis** Bei der Konstruktion ist ein erhöhter Platzbedarf für Schraubenkopf, Mutter, Anziehwerkzeug und vergrößerte Unterlegscheibe zu berücksichtigen. Die Höhe der Unterlegscheibe ist dem Schraubendurchmesser anzupassen. Planparallelität beachten.

## Überschlägige Bestimmung der Flächenpressung unter der Kopf- bzw. Mutterauflage

Bedingung:

$$p = \frac{F_M / 0,9}{A_p} \leq p_G \quad [\text{kNm}]$$

$F_M$  – Montagevorspannkraft der gewählten Schraube [N]

$A_p$  – Auflagefläche bzw. Mutter (Schraubenkopf) [mm<sup>2</sup>]

$p_G$  – Grenzflächenpressung für die gedrückten Teile [N/mm<sup>2</sup>]

Hierbei ist die Verminderung der Auflagefläche durch Lochanfasung sowie Telleransatz beim Sechskant zu berücksichtigen.

$$A_p = \frac{\pi}{4} (d_w^2 - d_n^2) \text{ für } d_n > d_a$$

$d_n$  – Bohrungsdurchmesser

$d_a$  – Innendurchmesser der Kopfauflegefläche

$d_w$  – Außendurchmesser der Kopfauflege

Tabelle 3:  $p_G$  - Grenzflächenpressung [N/mm<sup>2</sup>] für die gedrückten Teile

Werkstoff	Grenzflächenpressung $p_G$
S 235 JR + AR	260 N/mm <sup>2</sup>
E 295, C 45 N, 46 Cr 2 N, 46 Cr 4 N	420 N/mm <sup>2</sup>
C 45, profilgewalzt (Serien 23, 25, 28)	700 N/mm <sup>2</sup>
C 45 V, 46 Cr 4 V, 42 CrMo 4 V	700 N/mm <sup>2</sup>
GG 25	800 N/mm <sup>2</sup>

Werden die Grenzflächenpressungen überschritten, sind Unterlegscheiben entsprechender Größe und Festigkeit vorzusehen.

# Verschraubung/ Schraubverbindungen

Tabelle 4: Spannkraften und Anziehdrehmomente für Schrauben mit metrischem Regelgewinde DIN 13, für  $\mu_G \approx \mu_K = 0,14$

Festigkeitsklasse nach DIN ISO 898 Dehngrenze $R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>			10.9 940			12.9 1100		
Metrisches ISO-Gewinde DIN 13	Spannungsquerschnitt $A_S$ mm <sup>2</sup>	Kernquerschnitt $A_3$ mm <sup>2</sup>	Spannkraft $F_M$ N	für hydr. + elektr. $M_d$ -Schrauber $M_A$ Nm	für $M_d$ -* Schlüssel $M_A'$ Nm	Spannkraft $F_M$ N	für hydr. + elektr. $M_d$ -Schrauber $M_A$ Nm	für $M_d$ -* Schlüssel $M_A'$ Nm
M 12	84,3	76,2	61 500	137	123	72 000	160	144
M 14	115	105	84 400	218	196	98 800	255	230
M 16	157	144	115 700	338	304	135 000	395	356
M 18	193	175	141 000	469	422	165 000	549	495
M 20	245	225	181 000	661	595	212 000	773	696
M 22	303	282	225 000	904	814	264 000	1057	951
M 24	353	324	260 000	1136	1025	305 000	1329	1196
M 27	459	427	342 000	1674	1506	400 000	1959	1763
M 30	561	519	416 000	2274	2046	487 000	2662	2396
M 33	694	647	517 000			605 000		
M 36	817	759	608 000			711 000		
M 39	976	913	729 000			853 000		
M 42	1120	1045	830 000			971 000		
M 45	1300	1224	968 000	durch Dehnungsmessung der Schraube ermitteln		1 134 000	durch Dehnungsmessung der Schraube ermitteln	
M 48	1470	1377	1 090 000			1 276 000		
M 52	1760	1652	1 312 000			1 535 000		
M 56	2030	1905	1 511 000			1 769 000		
M 60	2360	2227	1 764 000			2 064 000		

\* =  $M_A$  ändert sich bei abweichenden  $\mu_G$  oder  $\mu_K$

### Vorspannen der Befestigungsschrauben mit Anziehdrehmoment (Torsion)

Das Anziehdrehmoment ist von vielen Faktoren abhängig, insbesondere aber vom Reibwert im Gewinde sowie an Kopf- bzw. Mutterauflage.

Für einen mittleren Reibwert von  $\mu_G \approx \mu_K = 0,14$  (Gewinde und Auflageflächen leicht geölt) ist das Anziehdrehmoment  $M_A$  zum Vorspannen  $F_M$  für den hydraulischen Drehmomentschrauber angegeben.

Unter Berücksichtigung einer Streuung von  $\pm 10\%$  ist das Montagedrehmoment  $M_A'$  für den Drehmomentschlüssel festgelegt.

Durch Versuche und Praxiserfahrungen stellt sich immer wieder heraus, dass die rechnerisch ermittelten Anziehdrehmomente bei Schrauben über M30 bzw. 1b"

nicht exakt genug mit den tatsächlichen übereinstimmen.

### Reibung

Als Haupteinfluss für diese Unterschiede sind die Reibungen im Gewinde und zwischen Kopf- oder Mutterauflage anzusehen, für die meistens nur Erfahrungs- bzw. Schätzwerte zur Verfügung stehen. Der Reibungskoeffizient bestimmt die Höhe der Reibkraft. Neben diesen Einflussgrößen treten in einer Schraubenverbindung außerdem Setzerscheinungen auf, die überwiegend durch Glätten von Oberflächenrauigkeiten bedingt sind.

**Hinweis** Da diese Einflussgrößen maßgeblich in die Berechnung des Anziehdrehmomentes eingehen, können erhebliche Schwankungen der Schraubenvorspannung auftreten.

### Streuung der Reibwerte

Um diese Unsicherheit zu veranschaulichen, werden einige Faktoren aufgeführt, die die Streuung der Reibwerte beeinflussen:

- Die Gewindereibung ist abhängig von:
  - der Rauigkeit der Gewindeoberfläche, d.h. der Art der Gewindeherstellung (geschnitten, gerollt)
  - der Oberflächenbehandlung (z. B. blank, phosphatiert oder geschwärzt)
  - der Art der Schmierung (trocken, leicht geölt, stark geölt)
  - einer möglichen Oberflächenbehandlung des Muttergewindes
  - der Länge des im Eingriff stehenden Gewindes
  - eventuell mehrmaligem Anziehen und Lösen der Schrauben
- Die Streuung der Reibung zwischen Kopf- oder Mutterauflagefläche ist abhängig von:
  - der Rauigkeit der Auflageflächen
  - dem Zustand der Berührungsflächen (trocken, geschmiert, Farbanstrich)
  - Härteunterschieden der Auflageflächen oder der Materialpaarung
  - den Maß- und Winkelabweichungen der Auflageflächen zueinander

### Ermittlung der Anziehdrehmomente von Befestigungsschrauben über M30 bzw. 1b"

Streuungen des Anziehdrehmomentes können erheblich reduziert werden, wenn für Schrauben größer M30 bzw. 1b" das Anziehdrehmoment über die Längendehnung der Schraube ermittelt statt rechnerisch festgelegt wird.

Dieser Kontrollvorgang kann einfach durchgeführt werden, wenn beide Schraubenenden im verschraubten Zustand zugänglich sind. Ist dies unmöglich, muss ein Modellversuch durchgeführt werden (Bild 14, Seite 212).

### Rechnerische Bestimmung der erforderlichen Längendehnung über die elastische Nachgiebigkeit der Schraube

Es ergibt sich

$$\delta = \frac{l}{E \cdot A}$$

$$\delta_s = \delta_K + \delta_1 + \delta_2 + \delta_{GM}$$

mit  $l_G = 0,5 d$  und  $l_M = 0,4 d$

für Muttern nach DIN EN ISO 4032

$$\delta_s = \frac{0,4 d}{E_s \cdot A_N} + \frac{l_1}{E_s \cdot A_N} + \frac{l_2}{E_s \cdot A_3} + \frac{0,5 \cdot d}{E_s \cdot A_3} + \frac{0,4 \cdot d}{E_s \cdot A_N}$$

Die der Längenzuordnung im elastischen Bereich zugeordnete Kraft beträgt:

$$F_M = \frac{1}{\delta_s} \cdot \Delta \quad [N]$$

### Bestimmung der Vorspannkraft bei Ausnutzung von 70% der Dehngrenze bezogen auf den

Spannungsquerschnitt:

$$F_M = 0,7 \cdot R_{p0,2} \cdot A_S \quad [N]$$

$$F_{0,2} = R_{p0,2} \cdot A_S \quad [N]$$

$R_{p0,2}$  für Festigkeitsklasse 8.8

= 640 N/mm<sup>2</sup> für  $d \leq 16$

= 660 N/mm<sup>2</sup> für  $d > 16$

$R_{p0,2}$  für Festigkeitsklasse 10.9

= 940 N/mm<sup>2</sup>

$R_{p0,2}$  für Festigkeitsklasse 12.9

= 1100 N/mm<sup>2</sup>

Dann ist:

$$\Delta l = F_M \cdot \delta_s \quad [mm]$$

# Verschraubung/ Schraubverbindungen

## Modellversuch

Die Ersatzklemmlänge muss mithilfe von Stahlklötzen gleicher Größenordnung geschaffen werden. Auch die Oberflächenbeschaffenheit derjenigen Fläche des Modells, die unter dem beim Anziehen gedrehten Teil liegt (Schraubenkopf oder Mutter), soll mit dem Objekt übereinstimmen. Da in der Regel gehärtete Unterscheiben verwendet werden, ist diese Bedingung leicht zu erfüllen. Der Einfluss einer unterschiedlichen Anzahl von Trennfugen ist kaum messbar und daher zu vernachlässigen.

Die normal zu erwartende Streuung wird rechnerisch im Anziehungsfaktor berücksichtigt. Durch den Versuch wird sichergestellt, dass auch die Mindestklemmkraft dieser größeren Schrauben innerhalb der für die Rechnung angenommenen Werte liegt.

Für die einzusetzende Schraube wird die elastische Längendehnung bei einer 70%igen Vorspannung gegenüber der Dehngrenze rechnerisch über die elastische Nachgiebigkeit der Schraube entsprechend der Klemmlänge ermittelt.

Die Schraube wird so weit vorgespannt, bis die vorher errechnete Schraubenlänge  $\Delta l$  durch die Messuhr angezeigt wird. Das Drehmoment wird dann nach Erreichen des  $\Delta l$ -Maßes am Spannwerkzeug abgelesen.

**Hinweis** Wegen möglicher Streuungen ist ein Mittelwert aus mehreren Messungen zu bestimmen.

Da bei Verwendung eines Spannwerkzeuges mit Steckschlüsseinsatz (Nuss) beim Anziehen der Mutter der Messbügel entfernt werden muss, sollen die Versuchsschrauben an beiden Enden mit einer Zentrierbohrung (Bild 14) vorgesehen werden, wobei Fehlerquellen durch falsches Aufsetzen des Messbügels weitgehend ausgeschlossen sind.

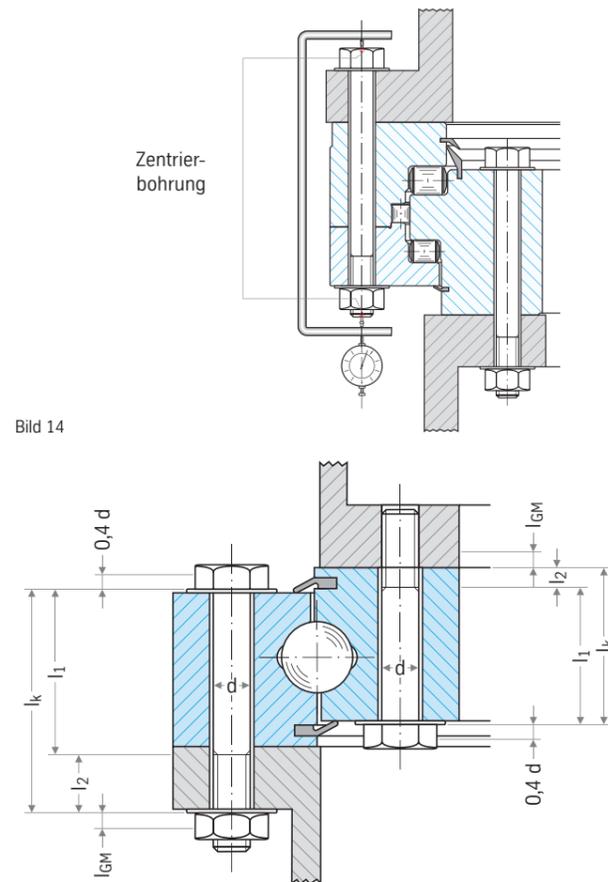


Bild 14

Bild 15

## Verwendete Formelzeichen

$A_N$	= Nennquerschnitt der Schraube	[mm <sup>2</sup> ]
$A_3$	= Kernquerschnitt des Gewindes	[mm <sup>2</sup> ]
$A_S$	= Spannungsquerschnitt des Schraubengewindes	[mm <sup>2</sup> ]
$E_S$	= Elastizitätsmodul der Schraube	205 000 [N/mm <sup>2</sup> ]
$F_M$	= Montagespannkraft	[N]
$F_{0,2}$	= Schraubenkraft an der Mindestdehngrenze	[N]
$l_1$	= federnde Bolzenlänge	[mm]
$l_2$	= federnde Länge des Gewindes	[mm]
$\Delta l$	= Längenänderung beim Anziehen der Schraube	[mm]
$\delta_S$	= Elastische Nachgiebigkeit der Schraube	[mm/N]
$R_{p0,2}$	= Spannung an der Dehngrenze des Schraubenwerkstoffes	[N/mm <sup>2</sup> ]
$l_k$	= Klemmlänge der Schraube	[mm]
$l_{GM}$	= für die Nachgiebigkeit des eingeschraubten Gewindeteils berücksichtigte Gewindelänge $l_G$ und Mutterverschiebung $l_M$ ; $l_{GM} = l_G + l_M$	[mm]

**Vorteil** Jetzt können alle Befestigungsschrauben am Großwälzlager mit diesem einheitlichen Anziehdrehmoment vorgespannt werden.

**Hinweis** Hierbei ist das für den Versuch benutzte Spannwerkzeug zu verwenden. Darüber hinaus ist sicherzustellen, dass die einzusetzenden Schrauben und die Versuchsschrauben einem Fertigungslos entstammen.

## Vorspannen der Befestigungsschrauben mit hydraulischem Schraubenspannzylinder (Torsionsfrei)

Negative Einflüsse auf die Schraubenvorspannung können am wirkungsvollsten durch hydraulische Spannzylinder verringert werden, insbesondere bei Schrauben größeren Durchmessers.

**Vorteil** Die zusätzliche Beanspruchung des Schraubenquerschnittes durch Torsion und Biegung entfällt gegenüber der herkömmlichen Drehmoment-Methode. Dank fehlender Reibung kann die verbleibende Schraubenvorspannkraft genau festgelegt werden – unter Berücksichtigung entsprechender Auslegungsparameter nach vorherigen Untersuchungen.

**Hinweis** Schrauben über Kreuz sorgfältig auf vorgeschriebene Werte vorspannen. Hierbei kann je nach Anziehverfahren mit einem Anziehungsfaktor  $\alpha_A$  von 1,2 bis 1,6 kalkuliert und die Dehngrenze der Schraube rechnerisch bis zu 90% ausgenutzt werden.

Die Vorspannung der zuerst angezogenen Schraube wird durch das Anspannen der weiteren Schrauben beeinflusst. Es ist deshalb notwendig, mindestens zwei Umläufe vorzusehen.

**Vorteil** Dabei wird ebenfalls der durch Glättung bei Vorspannen unbelasteter Fügeflächen (Gewinde und Mutterauflage) eintretende Setzbetrag ausgeglichen.

Die theoretischen Spannkraft für eine ausgewählte Schraubenreihe können Tabelle 7, Seite 215 entnommen werden.

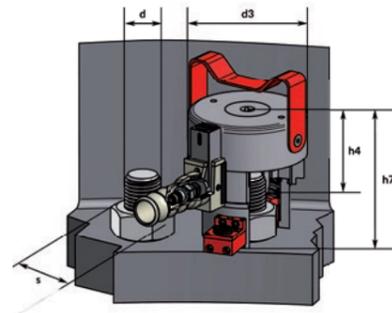
**Hinweis** Durch unzureichende Parallelität zwischen Mutter und Auflagefläche und durch die Gewindetoleranz sind auch bei diesem Verfahren Setzerscheinungen nach dem Anziehen der Mutter nicht auszuschalten. (Rechtwinkligkeitstoleranz beim Schrauben- und Mutterhersteller einengen.)

Weil bei diesem Verfahren nicht nur der Schaft, sondern auch das Gewinde durch die angesetzte Spannkraft elastisch gelängt wird, ist auf die richtigen Gewindereihen bzw. Gewindetoleranzen nach DIN 2510 zu achten. Zu kleines Gewindespiel kann bei gelängter Schraube zum Klemmen der Mutter führen.

**Hinweis** Unter Berücksichtigung der verwendeten Mutterhöhe ist eine Abstimmung mit dem Lieferanten des Spannzylinders unbedingt notwendig.

# Verschraubung/ Schraubverbindungen

Tabelle 5: ITH – Einstufige Schraubenspannzylinder Typ ES

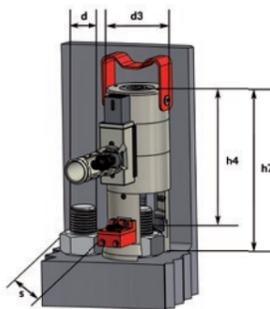


Typ	Bestell-Nr.	Vorspannkraft		Nenndurchmesser Schraube ø d		Schlüsselweite s		Außen ø d3		Einbaumaß h4		Gesamthöhe h7	
		[kN]	[lbs]	[mm]	["]*	[mm]	["]	[mm]	["]	[mm]	["]	[mm]	["]
ES 24 - 10.9	33.05441	306	68837	M 24x3	7/8	36	1 4/9	77,5	3,05	92,0	3,62	116,5	4,59
ES 27 - 10.9	33.05442	400	89834	M 27x3	1	41	1 5/8	87,5	3,44	90,5	3,56	116,5	4,59
ES 30 - 10.9	33.05443	486	109280	M 30x3,5	1 1/8	46	1 4/5	96,0	3,78	92,0	3,62	121,0	4,76
ES 33 - 10.9	33.05444	604	135875	M 33x3,5	1 1/4	50	2	105,0	4,13	105,2	4,14	137,3	5,41
ES 36 - 10.9	33.05445	712	160053	M 36x4	1 3/8	55	2 1/5	115,0	4,53	98,4	3,87	132,4	5,21
ES 39 - 10.9	33.05446	849	190787	M 39x4	1 1/2	60	2 3/8	124,5	4,90	102,8	4,05	139,2	5,48
ES 42 - 10.9	33.05447	981	220516	M 42x4,5	1 5/8	65	2 4/7	134,0	5,28	111,2	4,38	156,7	6,17
ES 45 - 10.9	33.05448	1146	257599	M 45x4,5	1 3/4	70	2 3/4	144,0	5,67	114,0	4,49	153,0	6,02
ES 48 - 10.9	33.05449	1290	290005	M 48x5	1 7/8	75	3	154,0	6,06	105,2	4,14	157,2	6,19
ES 52 - 10.9	33.05450	1540	346207	M 52x5	2	80	3 1/8	167,0	6,57	131,3	5,17	176,3	6,94
ES 56 - 10.9	33.05451	1775	399038	M 56x5,5	2 1/4	85	3 1/2	177,7	7,00	131,0	5,16	179,0	7,05
ES 60 - 10.9	33.05452	2075	466618	M 60x5,5	2 3/8	90	3 3/4	193,0	7,60	138,5	5,45	190,5	7,50
ES 64 - 10.9	33.05453	2325	522728	M 64x6	2 1/2	95	3 7/8	204,0	8,03	191,4	7,54	239,4	9,43
ES 68 - 10.9	33.05454	2685	603700	M 68x6	2 3/4	100	4 1/4	219,5	8,64	135,3	5,33	193,3	7,61
ES 72 - 10.9	33.05455	3010	676694	M 72x6	3	105	4 5/8	231,5	9,11	160,4	6,31	221,4	8,72
ES 80 - 10.9	33.05456	3.691	829839	M 80x6	3 1/4	115	5	253,0	9,96	155,4	6,12	223,4	8,80
ES 90 - 10.9	33.05457	4.657	1046850	M 90x6	3 1/2	130	5 3/8	288,0	11,34	176,5	6,95	253,5	9,98
ES 100 - 10.9	33.05458	5.810	1306218	M 100x6	4	145	6 1/8	322,0	12,68	199,4	7,85	284,4	11,19

	Verfügbare Schraube / Mutter-Konfiguration für thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH	Bestellnr. Schlüssel	Beispiel type ES 36
Standard	Standardsechskantmutter nach DIN ISO 4032	XX = 00	33.05445-10-50000-10-13
Optional	Mutter (DIN 934) + Unterlegscheibe (EN ISO 7090:2000, vormals DIN 125)	XX = 10	33.05445-10-50010-10-13
Weitere	Weitere Schrauben / Mutter-Konfigurationen auf Anfrage möglich		

Tabelle 6: ITH – Mehrstufige Schraubenspannzylinder Typ MSK



Typ	Bestell-Nr.	Vorspannkraft		Nenndurchmesser Schraube ø d		Schlüsselweite s		Außen ø d3		Einbaumaß h4		Gesamthöhe h7	
		[kN]	[lbs]	[mm]	["]*	[mm]	["]	[mm]	["]	[mm]	["]	[mm]	["]
MSK 24 - 10.9	33.50091	308,5	69354	M 24x3	7/8	36	1 4/9	57,0	2,24	164,0	6,46	188,7	7,50
MSK 27 - 10.9	33.50092	401,5	90261	M 27x3	1	41	1 5/8	63,5	2,50	170,6	6,72	197,4	7,86
MSK 30 - 10.9	33.50093	485,5	109152	M 30x3,5	1 1/8	46	1 4/5	70,0	2,76	170,7	6,72	199,2	7,98
MSK 33 - 10.9	33.50094	606,3	136302	M 33x3,5	1 1/4	50	2	78,3	3,08	190,0	7,48	222,6	8,84
MSK 36 - 10.9	33.50095	708,3	159233	M 36x4	1 3/8	55	2 1/5	82,6	3,25	201,0	7,91	235,0	9,33
MSK 39 - 10.9	33.50096	842,2	189335	M 39x4	1 1/2	60	2 3/8	90,8	3,57	219,4	8,64	255,8	10,21
MSK 42 - 10.9	33.50097	974,4	219044	M 42x4,5	1 5/8	65	2 4/7	98,0	3,86	220,0	8,66	257,0	10,35
MSK 45 - 10.9	33.50098	1140,5	256396	M 45x4,5	1 3/4	70	2 3/4	105,0	4,13	234,9	9,25	274,0	10,98
MSK 48 - 10.9	33.50099	1288,4	289645	M 48x5	1 7/8	75	3	111,5	4,39	245,8	9,68	287,0	11,57
MSK 52 - 10.9	33.50100	1529,7	343899	M 52x5	2	80	3 1/8	122,0	4,80	256,3	10,09	301,2	12,09
MSK 56 - 10.9	33.50101	1785,0	401286	M 56x5,5	2 1/4	85	3 1/2	130,5	5,14	281,0	11,59	329,0	13,80
MSK 60 - 10.9	33.50102	2125,8	477892	M 60x5,5	2 3/8	90	3 3/4	140,8	5,54	284,5	11,42	336,0	13,46
MSK 64 - 10.9	33.50103	2336,8	525336	M 64x6	2 1/2	95	3 7/8	147,8	5,82	290,4	11,43	344,5	13,87
MSK 68 - 10.9	33.50104	2745,0	617103	M 68x6	2 3/4	100	4 1/4	159,8	6,29	318,4	12,54	375,8	14,86
MSK 72 - 10.9	33.50105	3041,2	683697	M 72x6	3	105	4 5/8	168,0	6,61	324,0	12,76	385,0	15,24
MSK 80 - 10.9	33.50106	3814,1	856746	M 80x6	3 1/4	115	5	182,0	7,16	370,0	14,60	439,0	17,28
MSK 90 - 10.9	33.50107	489,0	1045361	M 90x6	3 1/2	130	5 3/8	211,0	8,30	408,0	16,06	485,0	19,09
MSK100 - 10.9	33.50108	6134,1	13790000	M 100x6	4	145	6 1/8	230,0	9,05	425,4	16,75	510,4	20,08

	Verfügbare Schraube / Mutter-Konfiguration für thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH	Bestellnr. Schlüssel	Beispiel type ES 36
Standard	Standardsechskantmutter nach DIN ISO 4032	XX = 00	33.50095-10-50000-10-13
Optional	Mutter (DIN 934) + Unterlegscheibe (EN ISO 7090:2000, vormals DIN 125)	XX = 10	33.50095-10-50010-10-13
Weitere	Weitere Schrauben / Mutter-Konfigurationen auf Anfrage möglich		

Tabelle 7: Spannkraft für Schrauben unter Berücksichtigung der Gewindetoleranzen für „Metrisches Gewinde mit großem Spiel“ DIN 2510 – Blatt 2 – bei Verwendung von hydraulischen Schraubenspannzylindern

Festigkeitsklasse nach DIN ISO 898				10.9 940	
Dehngrenze R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>					
Metrisches ISO-Gewinde DIN 13 Nenn-Ø	Steigung	Mit Toleranzen gemäß DIN 2510		Spannkraft an der Dehngrenze F <sub>0,2</sub>	Theoretische Spannkraftausnutzung F <sub>M</sub> = 0,9 · F <sub>0,2</sub>
		Spannungsquerschnitt A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>	Kernquerschnitt A <sub>3</sub> mm <sup>2</sup>		
mm	mm			N	N
16	2	148	133	139 100	125 200
20	2,5	232	211	218 000	196 000
24	3	335	305	315 000	283 000
27	3	440	404	413 000	372 000
30	3,5	537	492	504 000	454 000
33	3,5	668	617	627 000	564 000
36	4	786	723	738 000	664 000
39	4	943	873	886 000	797 000
42	4,5	1083	999	1 018 000	916 000
45	4,5	1265	1174	1 189 000	1 070 000
48	5	1426	1320	1 340 000	1 206 000
52	5	1707	1590	1 604 000	1 443 000
56	5,5	1971	1833	1 852 000	1 666 000
64	6	2599	2426	2 443 000	2 198 000
72	6	3372	3174	3 169 000	2 852 000
80	6	4245	4023	3 990 000	3 591 000
90	6	5479	5226	5 150 000	4 635 000
100	6	6858	6575	6 446 000	5 801 000

### Schraubenlänge

Die Schrauben sind so lang vorzusehen, dass mindestens 1,0 · d oberhalb der Muttern für das Ansetzen der hydraulischen Spannzylinder frei bleibt.

Eine Abstimmung mit dem Hersteller des Spannzylinders ist unbedingt erforderlich.

Die genaue Mindestlänge ist von der Festigkeitsklasse der Schrauben und von dem verwendeten Spannwerkzeug abhängig. Unterlegscheiben sind so groß zu dimensionieren, dass sie beim Spannen der Schrauben vom Spannzylinder auf die Auflagefläche gepresst werden.

Die hydraulischen Spannzylinder erfordern mehr Platz oberhalb der anzuziehenden Schraube als z. B. Drehmomentschlüssel.

Wir empfehlen Schraubenspannzylinder beispielsweise der Firma **ITH GmbH & Co. KG**, Steinwiese 8, Postbox 1365, 59872 Meschede. Das Qualitätsmanagementsystem der Firma **ITH** ist gemäß DIN EN ISO 9001, EN 29001 zertifiziert.

Vergrößerte Unterlegscheiben sind genormten vorzuziehen. Die Höhe der Unterlegscheibe ist abhängig von der Gewindegröße. In der Regel sollte sie mit größerem Gewindedurchmesser ebenfalls zunehmen.

Für Schrauben, die über Drehmomente vorgespannt werden, stehen auch hydraulische **ITH**-Drehmomentschrauber zur Verfügung.

# Reibwerterhöhung zwischen den Lagerauflageflächen

## Reibwerterhöhung Zink

Reibwerterhöhung zwischen der Auflagefläche kann erreicht werden durch Flammsspritzen (hierbei sind die zulässigen Ebenheitsabweichungen Tabelle 8, Seite 225 zu beachten). Weiterhin ist Loctiteeinsatz möglich.

## Reibwerterhöhung durch Flammsspritzen:

- Vorbereitung der Oberflächen nach DIN EN 13507
- Zinkflammspritzverzinkung gemäß Strahlen Sa 3 ISO 8501-1, Flammsspritzen gemäß DIN EN ISO 2063 (hierbei sind die zulässigen Ebenheitsabweichungen Tabelle 8, Seite 225 zu beachten).



Bild 16: Auftragen von Loctite

## Reibwerterhöhung unter Verwendung von Loctite-586



### Mögliche Hautreizungen durch Reibwerterhöhung/Kleber

- Beim Umgang mit reibwerterhöhung/Kleber Handschuhe tragen
- Mitgeltende Unterlagen des Herstellers beachten



Die Oberflächenrauheit der zu verbindenden Flächen sollte einen Wert von Rt 65 nicht überschreiten, da bei größeren Rauftiefen die Scherfestigkeit abnimmt.

Der theoretische Verbrauch für 0,1 mm Auftragsdicke liegt bei 100 ml/m<sup>2</sup>.

**Hinweis** Bei Handauftragung ist es ratsam, mit dem zwei- bis dreifachen Wert zu rechnen, da hierbei nicht immer exakt dosiert werden kann.

## Montage

Bei der Montage sind folgende Punkte zu beachten:

1. Fettfreie Reinigung der Kontaktflächen mit einem handelsüblichen Reinigungsmittel.
2. Inaktive Flächen (z. B. galvanisierte und beschichtete Oberflächen, Aluminium, nicht-metallische Flächen usw.) müssen zunächst mit dem Aktivator 7471 behandelt werden. Loctite-586 darf nur auf die nicht aktivierte Fläche aufgetragen werden. Bei beidseitiger Aktivierung oder bei Auftragung des Loctite-Produktes auf dem Aktivator kann es zu einer vorzeitigen Aushärtung kommen (abtrocknen = wenige Minuten).
3. Auftragen von Loctite mit einem Pinsel auf eine Fläche (Bild 16).
4. Zentrierungen dürfen nicht mit Loctite in Berührung kommen. Sie müssen mit

einem Trennmittel, z. B. Wachs oder Fett bestrichen werden.

5. Anziehen der Befestigungsschrauben. Loctite beginnt ab **ca. 30 min.** nach Auflegen des Lagers abzubinden. Falls in dieser Zeit die Schrauben nicht voll angezogen werden können, genügt vorab ein leichtes Vorspannen von Hand. Endfestigkeit nach 12–24 Stunden.
6. Durchgangs- und Gewindebohrungen sind vor Loctite zu schützen (Bild 17).

## Demontage

Die Loctite-Verbindung ist auf Druck und Scherung, nicht aber auf Zug belastbar. Das Trennen des Lagers von der Anschlusskonstruktion bereitet daher in der Regel keine Schwierigkeiten.

Bei Verwendung von Loctite sollten schon in der Planung der Anschlusskonstruktion Gewindebohrungen für Abdrückschrauben vorgesehen werden.

**Hinweis** Bei Temperaturen > 60°C ist Loctite 620 zu verwenden. Die Montage- und Demontage-Hinweise sind identisch mit Loctite 586.

**Hinweis** Bei großen und schweren Lagern und/oder horizontaler Drehachse sind Abdrückschrauben insbesondere bei eingengtem Montageaum unbedingt erforderlich.

Zum Abheben des Lagers werden die Abdrückschrauben nacheinander angezogen, bis sich das Lager löst.

Bei kleineren Lagern und gut zugänglichen Montagestellen genügt ein vorsichtiges einseitiges Anheben des Lagers an mehreren Stellen des Umfangs, z. B. mit einer Knippstange.

Auf keinen Fall darf das Lager an Transportschrauben angehängt und abgehoben werden, bevor die Verbindung wie beschrieben gelöst worden ist.

Vor der Wiedermontage sollten die Flächen mit einer Drahtbürste gereinigt werden.

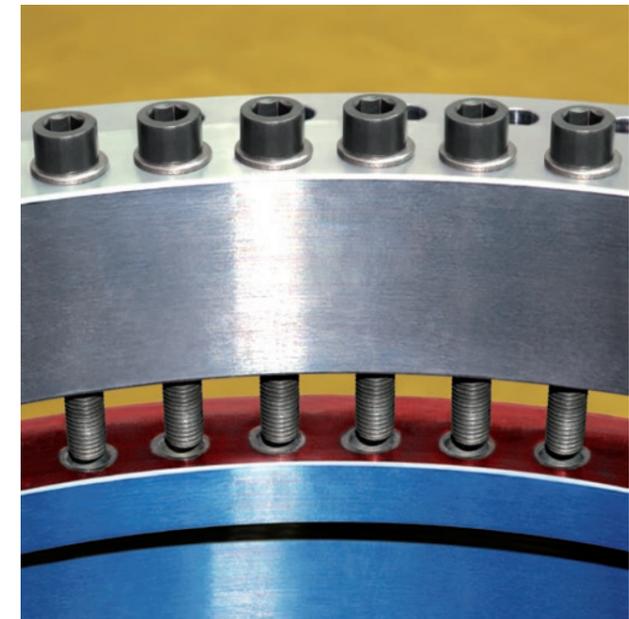


Bild 17: Schützen der Durchgangs- und Gewindebohrungen vor Loctite

# Verzahnung

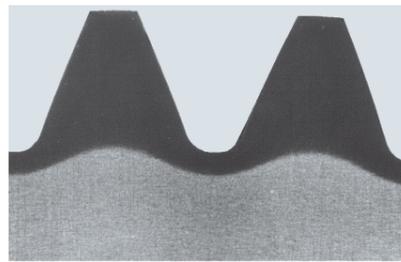


Bild 18: Umlaufhärtung

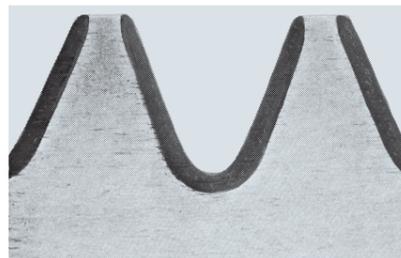


Bild 19: Zahngrundhärtung

## Optimierte Konstruktion

Durch Integration der Verzahnung in einem der Lagerringe bieten sich Einsparpotentiale für den Kunden. Überwiegend werden Stirn-Geradverzahnungen bei Großwälzlager auszuführen. Dabei wird die Verzahnung in einem der Lagerringe integriert.

**Vorteil** Kein zusätzlicher Antriebszahnkranz erforderlich: das spart Konstruktionsaufwand und Kosten.

**Hinweis** Vorzugsweise werden Lager mit korrigierter Verzahnung, Profilverschiebungsfaktor  $x = 0,5$  vorgesehen.

## Lange Gebrauchsdauer

Bei hoher Flankenbeanspruchung haben sich gehärtete Verzahnungen zur Verlängerung der Gebrauchsdauer bewährt. Je nach Modul und Ringdurchmesser werden die Zahnringe im Umlaufverfahren bzw. durch induktive Einzelzahnhärtung – dann meist als Zahngrundhärtung – behandelt.

**Vorteil** Verbesserte Flankentragfähigkeit und gleichzeitig höhere Zahnfußfestigkeiten.

**Hinweis** Gehärtete Verzahnungen erfordern eine individuelle Berechnung. Zur Überprüfung der Eingriffsverhältnisse sind die Ritzeldaten aufzugeben.

## Reduzierter Verschleiß

Das korrekte Zahnflankenspiel ist die Voraussetzung für einen störungsfreien Betrieb. Es beeinflusst maßgeblich den Verschleiß. Daher ist während der Montage der Antriebsritzel auf ausreichendes Zahnflankenspiel zu achten.

**Vorteil** Korrektes Zahnflankenspiel sorgt für verschleißarmen Betrieb und verlängert ebenfalls die Gebrauchsdauer.

**Hinweis** Das Zahnflankenspiel ist an den drei grün gekennzeichneten Zähnen mit  $0,03 - 0,04 \times$  Modul einzustellen. Nach Endmontage und Festziehen aller Befestigungsschrauben ist das Flankenspiel zu kontrollieren.

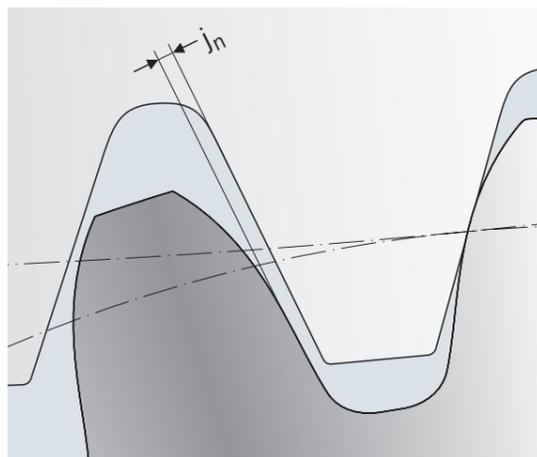


Bild 20: Flankenspiel

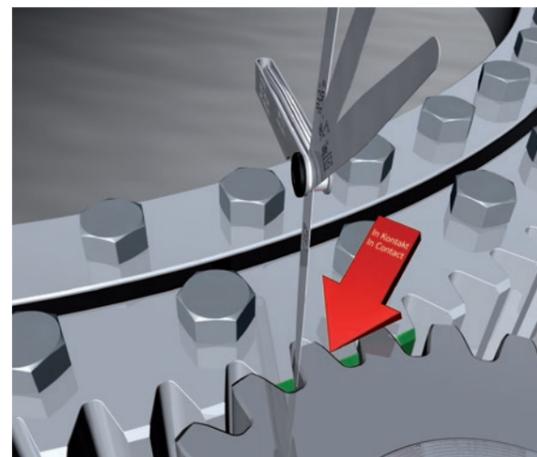


Bild 21: Messen des Flankenspiels

## Erhaltung der Funktionssicherheit

Hochbelastete Verzahnungen (Kraftverzahnungen) bedürfen zur Sicherung ihrer Funktionalität besonderer Maßnahmen. Denn hier kann es trotz richtigen geometrischen Profils und theoretisch einwandfreier Verzahnungspaarung zu Eingriffsstörungen kommen. Diese treten besonders bei unzureichender Kopf-Kantenrücknahme gepaart mit gehärteten Ritzeln auf, wobei die Kopf-kante des Ritzels abrasiven Verschleiß an den Zahnflanken des Rades erzeugt. Die Ursachen für solche Eingriffsstörungen wie z. B. „Ausgrabungen“ oder „Spanbildung“ in der Fußflanke des Rades sind vielfältig.

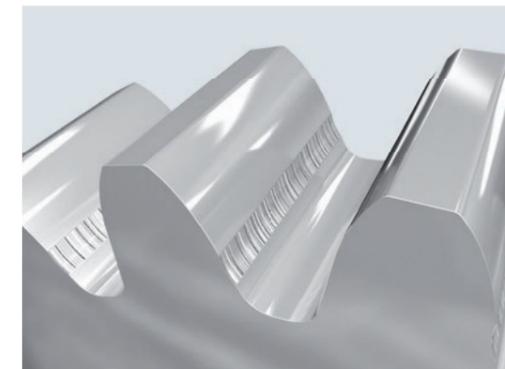


Bild 22: Ausgrabung

$$\begin{aligned} C_a &= 0,01 \cdot m \\ h &= 0,4 \text{ bis } 0,6 \cdot m \\ C_a : h &= 1 : 40 \text{ bis } 1 : 60 \\ &\text{(bezogen auf volle Zahnbreite)} \\ R &\text{ ca. } 0,1 \text{ bis } 0,15 \cdot m \end{aligned}$$

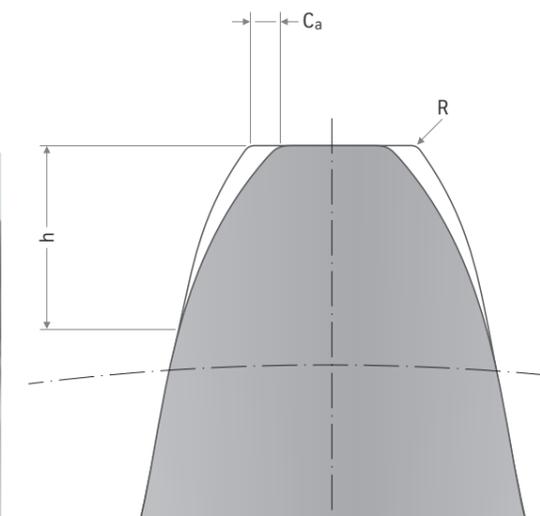


Bild 23: Kopfflankenprofil

## Biegung

Elastische Deformationen durch Belastungsspitzen – verursacht durch Beschleunigungen, Schwingungen oder Krafteinwirkungen – verändern das Tragverhalten der im Eingriff befindlichen Zähne.

## Schwenkantrieb

Elastische Verformungen im Bereich der Antriebslagerung verändern den Zahneingriff.

## Schmierung

Die Auswahl eines ungeeigneten Schmierstoffes (nicht auf unserer Empfehlungsliste, siehe Tabelle 10, Seite 229) kann zum Abriss des Schmierstoff-Films führen und erhöhten Verschleiß an der Kopfante verursachen.

Aufgrund dieser Risiken setzen wir für Anwendungsfälle Ritzel mit einer Kopf-Flankenrücknahme und einer Kopf-Kantenrundung von  $0,1 - 0,15 \times m$  Rundungshalbmesser ( $R$ ) voraus.

Dabei geht der Radius  $R$  ohne Kante in die Kopfante über. Durch diese Veränderung hin zu einer evolventenähnlichen Form, ist ein sanfter Übergang des veränderten Kopf-Flankenprofils in das normale Flankenprofil sichergestellt.

**Vorteil** Verminderte Neigung zu Eingriffsstörungen bei hochbelasteten Verzahnungen (Kraftverzahnungen).

# Anschlusskonstruktion

## Perfekte Verbindungen

Aus Gründen der besseren Wirtschaftlichkeit sind die Lagerquerschnitte der Großwälzlager im Verhältnis zu ihrem Durchmesser relativ klein gehalten. Doch schon bei kleinen Durchmessern können rothe erde® Großwälzlager auf Grund ihrer spezifischen Tragfähigkeit sehr hohe Belastungen übertragen. Daher sind sie auf eine starre und verwindungssteife Anschlusskonstruktion angewiesen. Die von uns entsprechend ausgelegten Schrauben sorgen für die Verbindung der Anschlusskonstruktion mit dem Lager und somit für den optimalen Kraftfluss.

**Vorteil** Verformungen unter den einwirkenden Betriebsbelastungen werden in Verbindung mit geeigneten Anschlusskonstruktionen weitgehend verhindert.

Bild 25 zeigt: Die vertikalen Stege der Anschlusskonstruktionen müssen in der Nähe des Laufkreisdurchmessers liegen, um das Durchbiegen der Auflageflächen bei höchster Betriebsbelastung zu begrenzen.



Bild 24: Anschlussstopf

## Ringe

thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH zählt zu den weltweit führenden Herstellern nahtlos gewalzter Ringe. Diese werden in einer Vielzahl von Querschnitten gefertigt und auf Wunsch nach Ihren Vorgaben bearbeitet. Ringträger (Rotationssystemisch gewalzte Anschlussflansche wie Bild 24) haben für die Anschlusskonstruktion entscheidende Vorzüge.

**Vorteil** Verwindungssteife Befestigung des Großwälzlagers. Optimaler Kraftfluss zwischen Wälzlager und Anschlusskonstruktion.

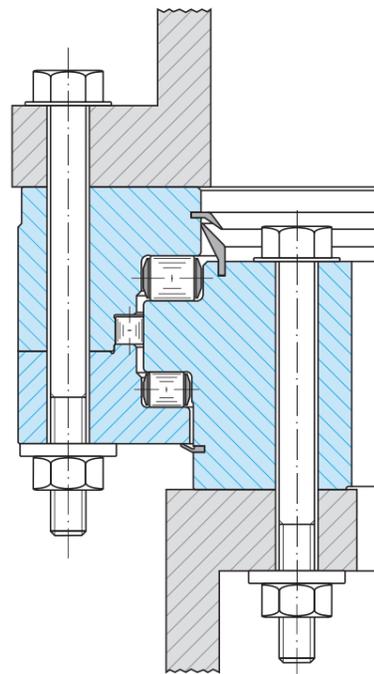


Bild 25: Anschlusskonstruktion

## Messen und maschinelle Bearbeitung der Auflageflächen, zulässige Ebenheitsabweichungen der Anschlusskonstruktionen

Vor dem Einbau des Großwälzlagers empfehlen wir, die Auflageflächen mittels Lasermessgerät zu vermessen.

Liegen die Messwerte außerhalb unserer Toleranzen, raten wir zu einer maschinellen Nacharbeit. Wo die Bearbeitung von großräumigen Anschlusskonstruktionen Schwierigkeiten bereitet, schafft der Einsatz von transportablen Bearbeitungsmaschinen Abhilfe, auch für Oberkonstruktionen und Über-Kopfbearbeitung. Dienstleister führen diese Arbeiten vor Ort durch.

**Hinweis** Die Ebenheit der Anschlusskonstruktion ist zu beachten, um örtliche Überlastungen durch Engpässe in der Laufbahn zu vermeiden, sind Spitzenbildungen in kleinen Sektoren zu verhindern. Im Bereich 0° - 180° darf der Kurvenverlauf der Ebenheitsabweichung nur einmal gleichmäßig ansteigen und wieder abfallen.

## Zulässige Ebenheitsabweichungen der bearbeiteten Auflagefläche für rothe erde® Großwälzlager

Die maximal zulässigen Ebenheitsabweichungen nach DIN EN ISO 1101 sind der Tabelle 8, Seite 225 zu entnehmen. Dazu siehe auch Bild 26.

**Vorteil** Die Einhaltung der Ebenheitsabweichungen gewährleistet die Lebensdauer des Großwälzlagers.

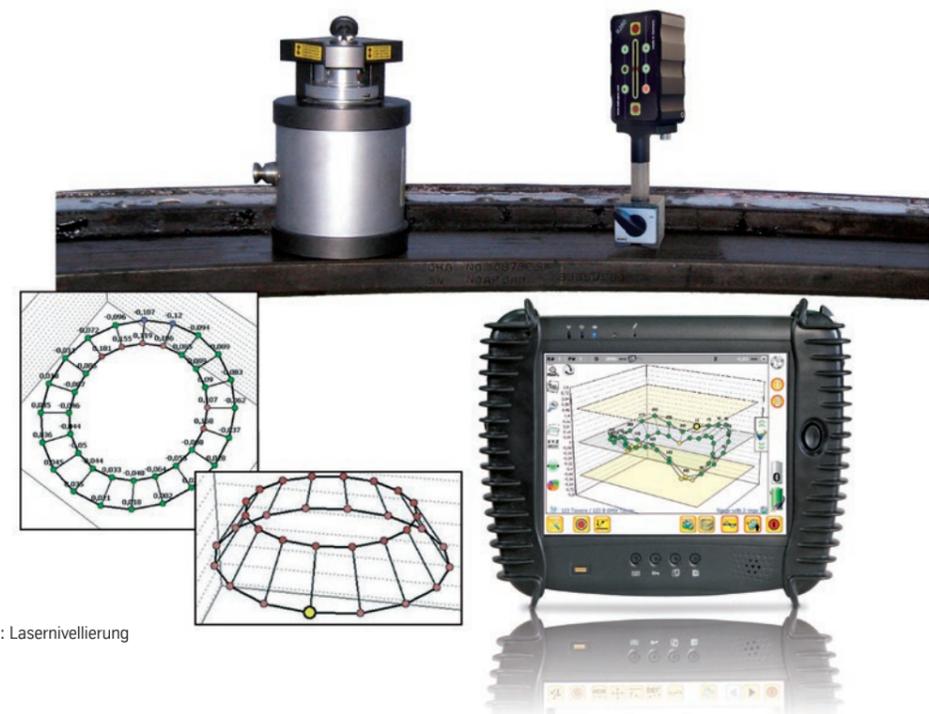


Bild 26: Lasernivellierung

# Einsatzbedingungen

## Standard- und Speziallösungen

In den meisten Fällen werden Großwälzlager im Schwenkbetrieb bzw. mit langsamen Drehbewegungen betrieben. Hierauf beziehen sich auch die folgenden Angaben.

Stoßartige Belastungen, die eine hohe Zähigkeit des Werkstoffes erfordern, sind gesondert aufzuführen.

Selbstverständlich sind rothe erde® Großwälzlager aber auch auf Drehzahlen mit einer höheren Umfangsgeschwindigkeit ausgelegt. Da hierfür jedoch Laufbahn und Verzahnung gesondert zu prüfen und ggf. anzupassen sind, geben Sie in diesem Fall bitte Ihre Einsatzbedingungen und Forderungen an.

**Vorteil** Sie erhalten unabhängig von Drehbewegung und Geschwindigkeit für Ihr individuelles Anforderungsprofil die optimale konstruktive Lösung.

**Hinweis** Der Betrieb mit horizontaler Drehachse bedarf in jedem Falle unserer Prüfung.

## Einsatztemperatur

thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH ist durch Auswahl und Verarbeitung entsprechender Werkstoffe in der Lage, Großwälzlager für eine breites Temperaturspektrum anzubieten. In der Normalausführung sind die Produkte für Betriebstemperaturen von  $-20^{\circ}$  bis  $+60^{\circ}\text{C}$  ausgelegt. Dabei ist ein jeweils geeigneter Schmierstoff einzusetzen (vgl. die Hinweise auf Seite 229).

Bei extremeren Betriebstemperaturen und/oder Temperaturunterschieden zwischen Außen- und Innenring reichen Sie uns bitte die Bedingungen zur Überprüfung ein. Beachten Sie dabei insbesondere Ihre Forderungen im Hinblick auf mechanische Eigenschaften des Ringwerkstoffes.

## Klassifizierung/Sonderbedingungen

Für Anwendungsbereiche mit besonderen Ansprüchen, zum Beispiel Offshore-Anlagen oder Bordkrane, existiert in der Regel eine den Einsatzbedingungen entsprechende Klassifizierung. Hierbei ist eine Abnahme des Lagers nach dem Anforderungskatalog der jeweiligen Klassifizierungsgesellschaft vorgeschrieben.

Damit Sie von uns den idealen Lagervorschlag unter Berücksichtigung solcher Vorgaben erhalten, teilen Sie uns bitte die detaillierten Vorschriften mit.

## Dichtungen

Dichtungen schützen das Laufbahnsystem vor äußeren Umwelteinflüssen, z. B. Staub und Wasser und halten den Schmierstoff im Lagerlaufsystem.

Ein gleichmäßig vorhandener Fettkragen unterstützt die Dichtungsfunktion (Staubdichtungen).

Für Anwendungsfälle im Maschinenbau, Tagbau, Offshore-Einsatz oder Windenergie bieten wir, um das Laufsystem vor sonstigen Umweltbedingungen wie Schmutzfall, Wasser oder aggressiven Medien zu schützen, eine Vielzahl von Dichtungs-Speziallösungen. (Siehe Bilder 27 und 28)

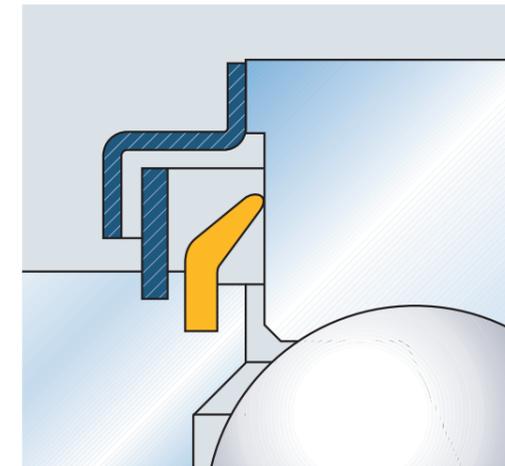


Bild 27

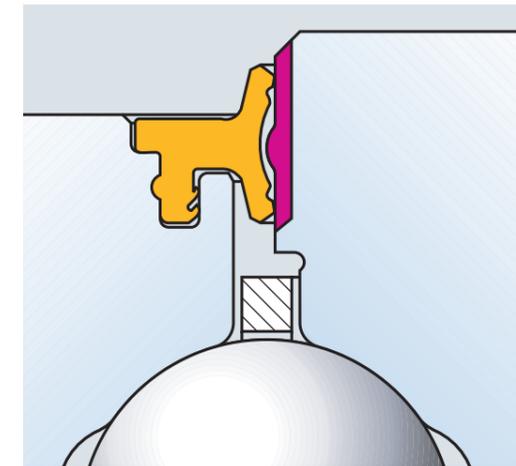


Bild 28

# Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)

Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH bietet einen umfangreichen Großwälzlager-Service an (siehe Kapitel Service oder [www.thyssenkrupp-rotheerde.com](http://www.thyssenkrupp-rotheerde.com) -> Produkte und Service).

### Transport und Handling

**GEFAHR**

**Lebensgefahr durch schwebende Last**

- NICHT unter die Last treten
- Geeignetes Anschlagmittel wählen
- Geeignetes Hebmittel wählen
- Geeignete Transportbohrungen sind in der Lagerzeichnung dargestellt

Wie jedes andere Maschinenelement erfordern auch Großwälzlager sorgfältige Behandlung. Der Transport und die Lagerung darf nur in horizontalem Zustand vorgenommen werden. Bei entsprechenden Lagern sind Ringschrauben/Wirbelböcke in die vorhandenen Transportbohrungen bzw. Befestigungsbohrungen einzubringen. In Sonderfällen wird eine innere Aussteifung (Transportkreuz) vorgesehen. Das Lagergewicht ist auf der Kiste bzw. Palette zu ersehen. Radiale Stöße sind unbedingt zu vermeiden.

### Auslieferungszustand

- **Laufsystem**  
Die Großwälzlager werden mit einem der Fette gefüllt (siehe Tabelle 10, Seite 229) ausgeliefert (wenn nicht Sonderschmierstoff und spezielle Fettmengen vorgesehen sind).
- **Außenkonturen**  
Die Lageraußenkonturen (außer Bohrungen) sind mit Cortec VCI konserviert.
- **Verzahnung**  
Die Verzahnung ist nicht gefettet. Die Konservierung erfolgt wie bei den Außenkonturen.

### Einlagerung

**HINWEIS**

**Sensible Oberfläche**

- Nicht mit scharfem Messer die Verpackung öffnen
- Oberfläche kann beschädigt werden

In überdachten Lagerplätzen ca. 6 Monate. In geschlossenen, temperierten (Temperatur > 12 °C) Räumen ca. 12 Monate. Lagerung im Freien ist nicht zulässig.

Auf Wunsch können andere Konservierungsmittel und Verpackungsformen umgesetzt werden, z. B. Langzeitverpackungen bis zu 5 Jahren.

Längere Einlagerungszeiten erfordern eine Sonderkonservierung. Nach längerer Einlagerungszeit des Großwälzlagers können durch Ansaugen der Dichtlippe Reibmomenterhöhungen auftreten. Durch leichtes vorsichtiges Anheben der Dichtlippe mit einem stumpfen Gegenstand am gesamten Umfang und durch mehrmaliges Drehen des Großwälzlagers über 360° rechts und links reduziert sich das Reibmoment auf Normalwert.

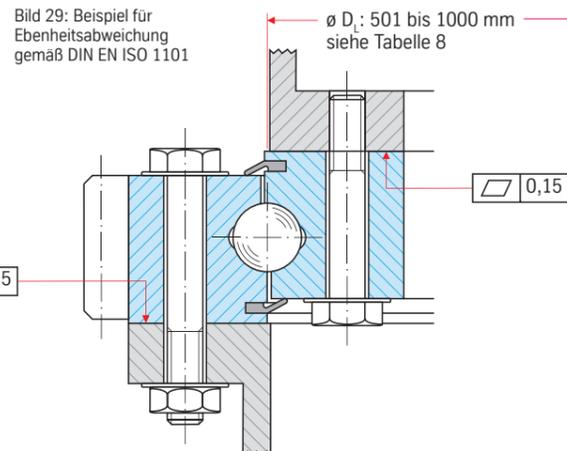


Bild 29: Beispiel für Ebenheitsabweichung gemäß DIN EN ISO 1101

### Einbau

**VORSICHT**

**Mögliche Hautreizungen durch Konservierungsmittel**

- Beim Entfernen Handschuhe tragen
- Mitgeltende Unterlagen des Herstellers beachten

**GEFAHR**

**Quetschgefahr beim Ablegen der Last**

- Vor dem Ablegen den Ablageort kontrollieren
- Auf Mitarbeiter achten

Eine ebene, fett- und ölfreie Auflagefläche ist für den Lagereinbau eine Voraussetzung. Schweißperlen, Gratbildung, Farbe und sonstige Unebenheiten müssen entfernt werden. Die Lagerringe müssen vollständig von der Anschlusskonstruktion unterstützt werden.

thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH empfiehlt eine Überprüfung der Auflagefläche mit einem Nivellier- oder Lasergerät (wird von thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH als Dienstleistung angeboten). Die zulässigen Werte der Ebenheit sind der Tabelle 8 zu entnehmen. Spitzenbildungen in kleinen Sektoren sind zu vermeiden, d.h. der Kurvenverlauf darf im Bereich 0°–180° nur einmal gleichmäßig ansteigen und wieder abfallen.

Tabelle 8: Zulässige Ebenheitsabweichung gemäß DIN EN ISO 1101 der Auflageflächen

Laufkreis $\varnothing$ in mm $D_L$	Ebenheit gemäß DIN EN ISO 1101 je Auflagefläche in mm für		
	Serie 01 Zweireihige Kugel- Drehverbindungen  Serie 08 Axial-Kugellager	Serie 06 Einreihige Kugel- Drehverbindungen Vierpunktlager  Serie 09 Doppel-Vierpunktlager  Serien 25, 23, 28 Profillager*	Serie 19 Serie 13 Rollen- Drehverbindungen  Serie 12 Kombilager
bis 500	0,15	0,10	0,07
<b>bis 1000</b>	<b>0,20</b>	<b>0,15</b>	0,10
bis 1500	0,25	0,19	0,12
bis 2000	0,30	0,22	0,15
bis 2500	0,35	0,25	0,17
bis 4000	0,40	0,30	0,20
bis 6000	0,50	0,40	0,30
bis 8000	0,60	0,50	0,40

Seriennummer bezieht sich auf die ersten beiden Stellen der Zeichnungsnummer. Für Sonderausführungen als Genauigkeitslager mit hoher Laufgenauigkeit und geringer Lagerluft dürfen die zulässigen Werte der Tabelle 1 nicht verwendet werden, bitte Rücksprache mit thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH: [www.thyssenkrupp-rotheerde.com](http://www.thyssenkrupp-rotheerde.com)

\*) Für Normal-Lager Serie 25, Serie 23 sind doppelte Werte zugelassen.

## Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)

Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

Bei Überschreitung der Werte wird eine mechanische Bearbeitung der Lageranschlussflächen an der Anschlusskonstruktion notwendig. Die Einbaulage der Großwälzlager muss der Zeichnungslage entsprechen. Wenn ein Transportkreuz mit ausgeliefert wurde, ist dieses vor dem Einbau zu entfernen.

Die Entfernung der Konservierung kann mit einem alkalischen Reiniger durchgeführt werden. Reiniger nicht an die Dichtungen und in die Laufbahn gelangen lassen. Obere und untere Auflagefläche des Großwälzlagers sowie Verzahnung von der Konservierung säubern.

**Hinweis** Die Konservierung kann leicht mit einem z. B. biologisch abbaubaren alkalischen Reiniger entfernt werden.

**Vorteil** Schnelle Entfernung der Konservierung und geringe Umweltbelastung.

### Härteschlupf

Die ungehärtete Stelle zwischen Beginn und Ende der Laufbahnhärtung ist durch ein eingeschlagenes „S“ am Innen- bzw. Außendurchmesser jedes Lagerringes gekennzeichnet. Beim verzahnten Ring ist der Härteschlupf auf der Axialfläche markiert. Die Schlupfstelle „S“ soll am Ring mit Punktlast außerhalb der Hauptbelastungszone liegen. Ist der Hauptarbeitsbereich für den Anwendungsfall bekannt, so ist die Schlupfstelle des umfangsbelasteten Ringes auch außerhalb der Hauptbelastungszone zu positionieren.

### Inbetriebnahmen

Für Inbetriebnahmen und Testläufe muss das Lager vollständig verschraubt sein. Es ist eine ausreichende Belastung/ Momentbelastung aufzubringen um ein Gleiten der Walzkörper zu vermeiden („Slip-Stick-Effekt“).

### Verzahnung



Es ist zu gewährleisten, dass das Zahnflankenspiel an den drei grün gekennzeichneten Zähnen  $0,03 - 0,04 \times \text{Modul}$  beträgt. Nach dem endgültigen Festziehen des Lagers ist das Flankenspiel noch einmal über den ganzen Umfang zu überprüfen.

Am Ritzel ist eine Kopfkantenrundung und Kopfflankenrücknahme vorzusehen (siehe Kapitel „Verzahnung“ im Katalog rothe erde® Großwälzlager oder [www.thyssenkrupp-rotheerde.com](http://www.thyssenkrupp-rotheerde.com)).

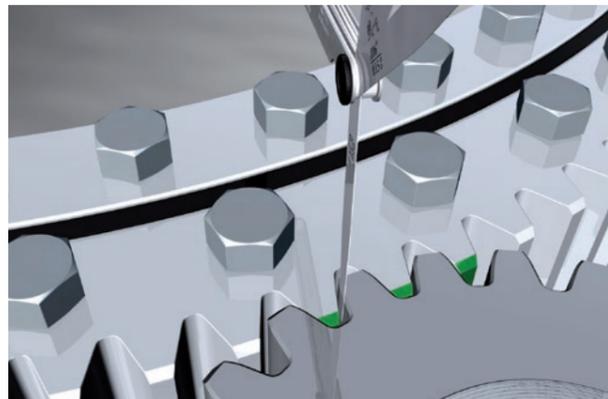


Bild 30: Messen des Flankenspiels

Tabelle 9

Gewinde-/Schraubendurchmesser	Bohrungsdurchmesser mm	Anziedrehmomente Nm bei Schrauben der Festigkeitsklasse $\mu_G \approx \mu_K = 0,14$	
		für hydr. + elektr. $M_d$ -Schrauber	für $M_d$ -Schlüssel
	<b>DIN EN 20273</b>	<b>10.9</b>	<b>10.9</b>
M 12	14	137	123
M 14	16	218	196
M 16	17,5	338	304
M 18	20	469	422
M 20	22	661	594
M 24	26	1136	1022
M 27	30	1674	1506
M 30	33	2274	2046
		<b>Grade 8</b>	<b>Grade 8</b>
UNC t" –	11	286	260
UNC c" –	10	506	460
UNC u" –	9	803	730
UNC 1" –	8	1210	1100
UNC 1r" –	7	1716	1560
UNC 1b" –	7	2410	2190
		<b>Grade 8</b>	<b>Grade 8</b>
UNF t" –	18	320	290
UNF c" –	16	560	510
UNF u" –	14	902	820
UNF 1" –	12	1330	1210
UNF 1r" –	12	1936	1760
UNF 1b" –	12	2685	2440

### Verschraubung/Schraubverbindung

Schraubenbohrungen von Lager und Anschlusskonstruktion müssen übereinstimmen, ansonsten erfolgt eine unzulässige Verspannung. Durchgangsbohrungen sind nach DIN EN 20273, Reihe mittel, auszulegen – siehe Tabelle 9.

# Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)

Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

## Befestigungsschrauben

Befestigungsschrauben, Muttern und Scheiben (ohne Oberflächenbehandlung) normal in Festigkeitsklasse 10.9 nach DIN ISO 267. Vorgegebene Anzahl und Durchmesser sind unbedingt einzuhalten. Schrauben über Kreuz sorgfältig auf vorgeschriebene Werte vorspannen, Tabelle 9, Seite 227 zeigt einige Anhaltswerte. Die Flächenpressung unter dem Schraubenkopf bzw. der Mutter darf die zulässigen Grenzwerte nicht überschreiten (siehe Kapitel „Befestigungsschrauben“ im Katalog rothe erde® Großwälzlager oder www.thyssenkrupp-rotheerde.com auch bezüglich der Mindest-Klemmlänge). Bei Überschreitung der Grenzflächenpressung müssen Unterlegscheiben geeigneter Größe und Festigkeit vorgesehen werden. Bei Sacklochgewinden muss die Mindesteinschraubtiefe gewährleistet sein. Wird ein Schraubenspannzylinder verwendet, sind

bei den Schrauben oder Stehbolzen die nötigen Gewindeüberstände zu beachten und die entsprechenden Unterlegscheiben einzusetzen (siehe Kapitel „Schrauben“ im Katalog rothe erde® Großwälzlager oder www.thyssenkrupp-rotheerde.com).

Die Festlegung der Anziehdrehmomente richtet sich nicht nur nach der Festigkeitsklasse der Schrauben und nach dem Anziehverfahren, sondern ist auch abhängig von der Reibung im Gewinde und an den Auflageflächen zwischen Schraubenkopf und Mutter. Die in der Tabelle 9, Seite 227 angegebenen Anziehdrehmomente sind Richtwerte, die auf leicht geölte Gewinde und Auflageflächen bezogen sind.

Trockene Gewinde erfordern höhere, stark geölte Gewinde niedrigere Anziehdrehmomente. Die Werte können deshalb sehr stark schwanken. Dies gilt besonders für

Gewinde größer M 30 bzw. 1b“. Ab dieser Größe wird die Verwendung von Schraubenspannzylindern empfohlen. Bei nicht ausreichender Reibschlussicherheit ist ein geeigneter Reibwertverbesserer oder Formschluss erforderlich. Anschweißen der Großwälzlager ist nicht zulässig.

**Hinweis** Nach Vorspannen der 8. Schraube über Kreuz einen kompletten Umlauf vorsehen. Die Vorspannung der zuerst angezogenen Schraube wird durch das Anspannen der weiteren Schrauben beeinflusst. Es ist deshalb notwendig, mindestens zwei Umläufe vorzusehen.

## Schmierung und Wartung

Die Schmiernippel müssen alle gut zugänglich sein, evtl. sind Schmierleitungen vorzusehen. thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH empfiehlt automatische Zentralschmieranlagen. Schmierung des Laufsystems und der Verzahnung ist unmittelbar nach Einbau durchzuführen. Hierzu, sowie zu jeder späteren Schmierung, sind Schmierstoffe der Tabelle 10, Seite 229 zu verwenden. Bei diesen Laufbahnfetten handelt es sich ausschließlich um KP 2 K-Fette, d.h. lithiumverseifte Mineralöle der NLGI-Klasse 2 mit EP-Zusätzen. Die in der Tabelle 10, Seite 229 aufgeführten Schmierstoffe für die Laufbahn sind untereinander mischbar. Die Reihenfolge der genannten Schmierstoffe erfolgt alphabetisch. Die Fettfüllung vermindert Reibung, schützt gegen Korrosion und ist Bestandteil der Abdichtung.

Deshalb immer so nachschmieren, dass sich am ganzen Umfang der Lagerspalte bzw. Dichtungen ein Fettkragen aus frischem Fett bildet. Dieser Fettkragen muss regelmäßig entfernt werden, um Wasseransammlungen zu vermeiden. Lager beim Nachschmieren drehen oder ausreichend schwenken.

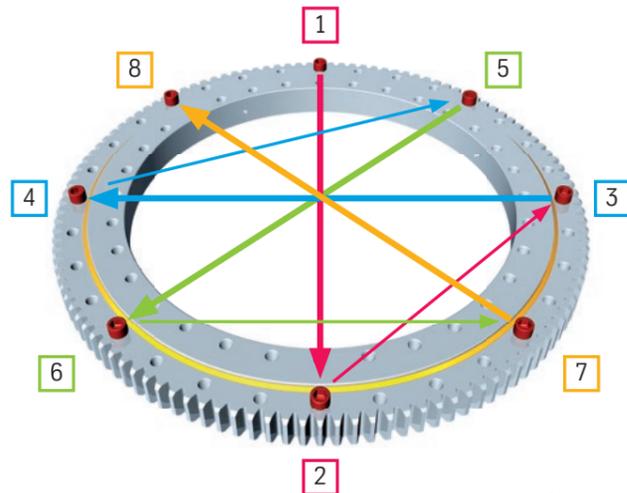


Bild 31: Anziehreihenfolge der Befestigungsschrauben

Tabelle 10: Schmierstoffe

	● Aralub HLP 2	243 K bis 393 K (-30°C bis +120°C)
	▲ Castrol Molub-Alloy OG 936 SF Heavy	243 K bis 373 K (-30°C bis +100°C)
	● Spheerol EPL 2	253 K bis 413 K (-20°C bis +140°C)
	▲ Castrol Molub-Alloy OG 9790/2500-0	253 K bis 363 K (-20°C bis +90°C)
	● Centoplex EP 2	253 K bis 403 K (-20°C bis +130°C)
	▲ Grafloscon C-SG 0 ultra	243 K bis 473 K (-30°C bis +200°C)
	● Lagermeister EP 2	253 K bis 403 K (-20°C bis +130°C)
	▲ Ceplattyn KG 10 HMF	263 K bis 413 K (-10°C bis +140°C)
	● Mobilux EP 2	253 K bis 393 K (-20°C bis +120°C)
	▲ Mobilgear OGL 461	253 K bis 393 K (-20°C bis +120°C)
	● Gadus S2 V220 2	248 K bis 403 K (-25°C bis +130°C)
	▲ Gadus S2 OGH NLGI 0/00	263 K bis 473 K (-10°C bis +200°C)
	● Multis EP 2	248 K bis 393 K (-25°C bis +120°C)
	▲ Copal OGL 0	248 K bis 423 K (-25°C bis +150°C)

● Laufbahnfett  
▲ Verzahnungsfett

(Symbole siehe Bild 32, Seite 230)

## Schmierstoffe

**! VORSICHT**

**Mögliche Hautreizungen durch Schmierstoffe**

- Beim Umgang mit Schmierstoffen Handschuhe tragen
- Mitgeltende Unterlagen des Herstellers beachten

Schmierstoffspezifische Fragen sind mit dem jeweiligen Schmierstoffhersteller zu klären.

Die in der Tabelle 10 aufgeführten Fette sind für unsere Großwälzlager freigegeben und hinsichtlich der Verträglichkeit mit den von thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH eingesetzten Materialien für Distanzhalter und Dichtungen geprüft. Die Fetlliste hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Bei Verwendung anderer Schmierstoffe ist eine Eignungsbestätigung beim Schmierstoffhersteller einzuholen. Die Eigenschaften müssen mindestens denen der in Tabelle 10 aufgeführten Fette entsprechen und die Verträglichkeit mit den von uns verwendeten Materialien muss gegeben sein. Bei Verwendung von automatischen Schmieranlagen muss der Schmierstoffhersteller die Förderbarkeit bestätigen. Bei Tieftemperatureinsatz sind Sonder-schmierstoffe erforderlich.

Schmierstoffe sind wassergefährdende Produkte. Sie dürfen nicht in den Boden, in das Grundwasser oder in die Kanalisation gelangen.

# Einbau · Schmierung · Wartung (ESW)

Gilt nicht für Lager mit spezifisch erstellten ESW-Anweisungen – bei Ersatzlagerlieferung ist es zwingend erforderlich, dass der Anlagenhersteller zu Einbau, Schmierung und Wartung kontaktiert wird.

### Nachschmierung des Laufsystems

Die Nachschmierung muss unter Drehung oder ausreichender Schwenkung des Lagers erfolgen, bis frisches Fett am gesamten Umfang an den Dichtlippen oder Labyrinth austritt. Es gehört zur Aufgabe des Wartungspersonals, durch gezielte Überprüfung des Schmierzustandes der Laufbahnen individuelle Verbrauchsmengen und Intervalle festzulegen. Unter extremen Bedingungen, wie z. B. in den Tropen, bei hohem Feuchtigkeitsanfall, großer Staub- und Schmutzeinwirkung, starken Temperaturschwankungen sind die Nachschmierungen zu erhöhen und die Intervalle zu verkürzen.

Für Drehgestell-Lagerungen von Schienen- und Straßenfahrzeugen sowie Lager für Windenergieanlagen gelten Sondervorschriften.

Bei teilmontierten Lagern, oder falls zwischen Lagereinbau und Geräteinbetriebnahme Stillstandszeiten auftreten, müssen entsprechende Wartungen vorgenommen werden, wie z. B. die Nachschmierung unter Drehung oder ausreichender Schwenkung spätestens nach 3 Monaten bzw. in weiteren Abständen von 3 Monaten. Vor und nach längerer Außerbetriebsetzung des Gerätes ist eine Nachschmierung unbedingt erforderlich. Die metallisch blanken Lagerkonturen und Bohrungen müssen konserviert und regelmäßig überprüft werden.

### Gerätereinigung

Bei Säuberung des Gerätes ist darauf zu achten, dass kein Reinigungsmittel oder Wasser die Dichtungen beschädigt oder in die Laufbahnen eindringt.

### Nachschmierung der Verzahnung

Wir empfehlen eine automatische Verzahnungsschmierung. Die Zahnflanken müssen immer einen ausreichenden Fettfilm aufweisen. Es gehört zur Aufgabe des Wartungspersonals, durch gezielte

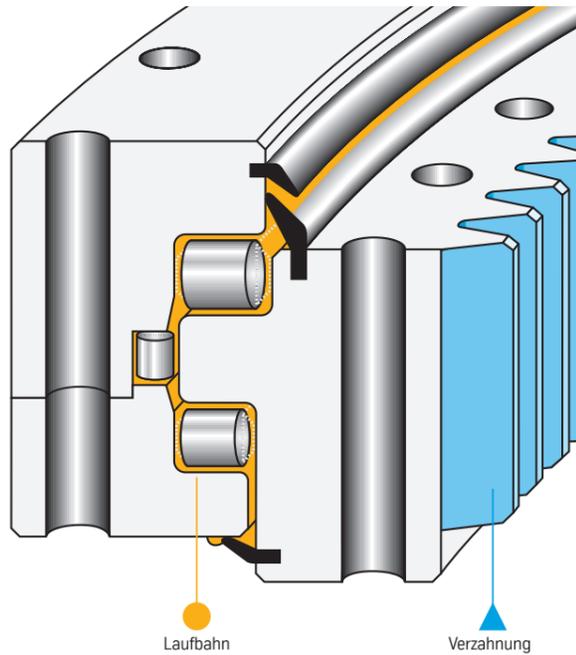


Bild 32

Überprüfung des Schmierzustandes der Verzahnung die individuellen Verbrauchsmengen und Intervalle festzulegen.

**Hinweis** Eine gute Schmierung ist für das Laufsystem und die Verzahnung unbedingt erforderlich. Nur so kann eine zufriedenstellende Gebrauchsdauer erreicht werden.

**Vorteil** Optimaler Schmierstoffeinsatz und Intervalle erhöhen die Anlageverfügbarkeit.

### Überprüfung der Schrauben

Es ist zu gewährleisten, dass über die gesamte Lebensdauer des Großwälzlagers eine ausreichend hohe Schraubenvorspannkraft erhalten bleibt. Aufgrund von praktischen Erfahrungen, zum Ausgleich von Setzerscheinungen, ist ein Nachziehen bzw. Nachspannen der Schrauben mit dem erforderlichen Anziehdrehmoment bzw. Vorspannkraft empfehlenswert.

### Überprüfung des Laufsystems

⚠ GEFÄHR		
	<p><b>Bei Überschreiten der maximal zulässigen Verschleißgrenzen besteht Unfall und Lebensgefahr</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei Erreichen der Verschleißgrenzen ist das Gerät außer Betrieb zu setzen</li> </ul>	
SICHERHEITSHINWEISE		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Betrieb muss sichergestellt werden, dass die Verschleißgrenzen des Lagers nicht erreicht werden. Bezüglich weiterer Informationen (Skizzen/Prozeduren) siehe <a href="http://www.thyssenkrupp-rotheerde.com">www.thyssenkrupp-rotheerde.com</a>.</li> <li>• Der eingetretene Verschleiß ist regelmäßig zu ermitteln und zu dokumentieren</li> <li>• Die Vorgehensweise ist im Handbuch beschrieben</li> <li>• Bei offen Fragen ist Rücksprache mit thyssenkrupp rotheerde Germany GmbH zu halten</li> </ul>		

Bei Inbetriebnahme empfehlen wir eine Kippspiel- oder Absenkmessung durchzuführen (siehe Kapitel „Lagerinspektion“ im Katalog rothe erde® Großwälzlager oder [www.thyssenkrupp-rotheerde.com](http://www.thyssenkrupp-rotheerde.com)). Es ist sicherzustellen, dass die Verschleißgrenzen des Lagers nicht erreicht werden. Wir empfehlen, diese Messung in geeigneten Intervallen zu wiederholen. Zusätzlich kann eine Gebrauchsfettprobe entnommen und analysiert werden.

### Überprüfung der Dichtung

Dichtungen mindestens alle 6 Monate kontrollieren, bei Beschädigungen muss ein Dichtungsaustausch erfolgen.

### Überprüfung der Verzahnung

Im Laufe der Gebrauchsdauer treten Einlaufglättung und Verzahnungverschleiß auf. Ein zulässiger Verschleißgrenzwert ist stark vom Einsatzfall abhängig. Erfahrungsgemäß kann der zulässige Verschleiß bis zu 0,1 x Modul pro Zahnflanke betragen.

### thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH Service Unterstützung

Für den kontinuierlichen und störungsfreien Betrieb unserer Großwälzlager bieten wir Ihnen folgenden Service an:

<b>Einbau</b>
Beurteilung der Auflageflächen/ Laservermessung
Lagermontage
Referenzmessung
Inbetriebnahme
<b>Wartung und Insepektion</b>
Verschleißmessung
Schraubenkontrolle
Schmierstoffanalyse
Dichtungswechsel
<b>Instandsetzung</b>
Reparatur
Generalüberholung
<b>Sonstiges</b>
Schulungen
Technische Unterstützung

# Lagerinspektion

## Schäden vorbeugen

Verschleißmessungen ermöglichen eine Früherkennung von technischen Problemen, bevor diese zu ungeplanten Anlagenstillständen führen. So werden unnötige Instandsetzungskosten und teure Produktionsausfälle vermieden. Zur Bewertung des Lagerzustandes empfehlen wir daher regelmäßige Lagerverschleißmessungen.

Der Verschleiß des Laufsystems macht sich durch eine Veränderung der Axialbewegung oder Absenkung bemerkbar. Diese Verschleißerhöhung kann je nach Anwendungsfall/ Lagerausführung durch die Messung des Kippspiels oder durch Absenkmessungen ermittelt werden.

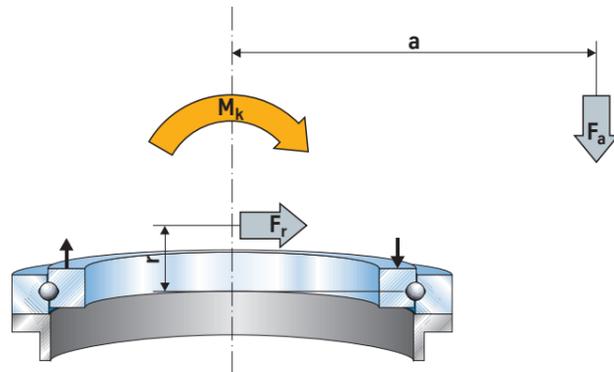


Bild 33: Belastungsprinzip der Kippspielmessung (Axialbewegung)

## Messung des Kippspiels

Wenn möglich, empfehlen wir zur Verschleißbestimmung die Messung des Kippspiels. Das Belastungsprinzip für eine solche Messung zeigt Bild 33.

Es wird zwischen der unteren Anschlusskonstruktion und dem mit der Oberkonstruktion verschraubten Lagerring (Bild 34) gemessen. Um dabei den Einfluss von elastischen Verformungen der Anschlusskonstruktion zu minimieren, muss die Messung möglichst nahe am Laufsystem des Lagers stattfinden.



Bild 34: Prinzipieller Aufbau der Kippspielmessung

Das Verfahren wird folgendermaßen ausgeführt:

- Bei Inbetriebnahme wird eine Referenzmessung durchgeführt.
- Von einer festgelegten Position aus werden die Messpunkte am Umfang markiert.
- Für die Null-Einstellung der Messuhren, die eine Messgenauigkeit von 0,01 mm aufweisen sollten, ist zunächst das maximale rückdrehende Moment aufzubringen. Anschließend ist – ggf. durch Lastaufnahme – ein nach vorne kippendes Moment zu erzeugen.
- Nach dem Schwenken der Oberkonstruktion wird die Messung in den markierten Messpositionen wiederholt. (siehe Tabelle 14, Seite 239)

## Maximal zulässige Vergrößerung der Lagerpiele (gleichmäßiger Verschleiß)

Für besondere Anwendungsfälle (Rücksprache thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH) sind diese Lagerpielvergrößerungen nicht zulässig, z. B. Großwälzlager für Fahrgeschäfte 50% der aufgeführten Werte.

Tabelle 11: Serien\* 01, 08 (zweireihiges Kugellager/Axialkugellager)

Messverfahren	Kugeldurchmesser mm										
	18	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70
	max. zulässige Verschleißwerte bis mm										
Absenkmessung	1,8		2,2		3,0		3,8				
Kippspielmessung	2,5		3,0		4,0		5,0				

\*siehe 1. und 2. Ziffer der Zeichnungsnummer (Ausklapper Rückseite „Aufbau der Zeichnungsnummer“)

Tabelle 12: Serien\* 06, 09, 23, 25, 28 (Vierpunktlager/Profillager)

Messverfahren	Kugeldurchmesser mm										
	20	22	25	30	35	40	45	50	60	70	
	max. zulässige Verschleißwerte bis mm										
Absenkmessung	1,6		2,0		2,6		3,3				
Kippspielmessung	2,0		2,6		3,2		4,0				

\*siehe 1. und 2. Ziffer der Zeichnungsnummer (Ausklapper Rückseite „Aufbau der Zeichnungsnummer“)

Tabelle 13: Serien\* 12, 13, 16, 19 (Rollendrehverbindung)

Messverfahren	Rollendurchmesser mm													
	16	20	25	28	32	36	40	45	50	60	70	80	90	100
	max. zulässige Verschleißwerte bis mm													
Absenkmessung	0,8		1,2		1,6		2,0		2,4					
Kippspielmessung	1,4		2,0		2,8		3,5		4,2					

\*siehe 1. und 2. Ziffer der Zeichnungsnummer (Ausklapper Rückseite „Aufbau der Zeichnungsnummer“)

# Lagerinspektion

## Absenkmessung

Wo die Messung des Kippspiels nicht möglich ist, empfehlen wir die Absenkmessung. Dabei liegt der Schwerpunkt aus den Lastkombinationen innerhalb des Laufkreisdurchmessers des Lagers. Das Belastungsprinzip ist in Bild 35 dargestellt.

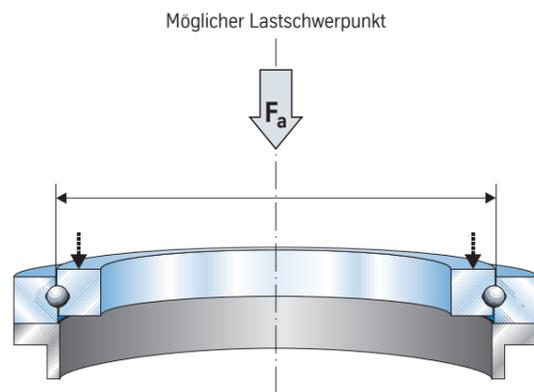


Bild 35: Belastungsprinzip der Absenkmessung

Gemessen wird zwischen der unteren Anschlusskonstruktion und dem mit der Oberkonstruktion verschraubten Lagerring (Bilder 36, 37). Der Ablauf ähnelt dem bei der Messung des Kippspiels:

- Auch hier werden bei der Inbetriebnahme des Gerätes Referenzwerte ermittelt.
- Von einer festgelegten Position aus werden die Messpunkte am Umfang markiert.

In geeigneten Zeitabständen sollte nach Überprüfung der Lagerbefestigungsschrauben eine Wiederholung der Kipp- oder Absenkmessung unter gleichen Bedingungen durchgeführt werden. Die jeweilige Differenz zur Referenzmessung gibt den zwischenzeitlich eingetretenen Verschleiß an. Bei ansteigenden Verschleißwerten sollte in kürzeren Abständen gemessen werden.



Bild 36: Prinzipieller Aufbau der Absenkmessung mit Tiefenmessschieber

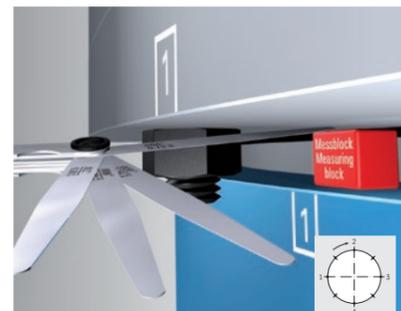


Bild 37: Prinzipieller Aufbau der Absenkmessung mit Fühlerlehre

**Vorteil** Durch die eindeutige Bewertung des Lagerzustandes können verschlissene Teile rechtzeitig ausgetauscht werden. Zusammen mit einem optimalen Ersatzteil-Management können daher Schadensfälle und längere Stillstandszeiten vermieden werden.

**Hinweis** Werden die zulässigen Verschleißwerte (Tabellen 11, 12 und 13, Seite 233) überschritten, empfehlen wir eine Stilllegung des Gerätes.

## Die Alternative: Integrierte Verschleiß-Messeinrichtung (IWM)

Um die Funktionalität und Betriebssicherheit der Anlagen weiter zu optimieren, arbeitet thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH unablässig an innovativen Lösungen für die permanente Zustandsüberwachung. Die integrierte Verschleiß-Messeinrichtung für Großwälzlager ist eine patentierte Erfindung, sie ermöglicht eine Online-Überprüfung des maximal zulässigen Axialspiels bzw. der Absenkung der Drehverbindung.

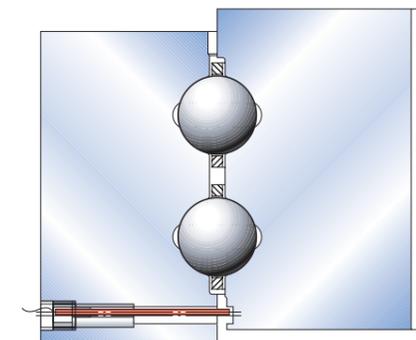


Bild 38

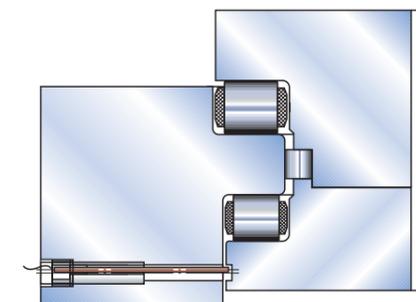


Bild 39

**Vorteil** Betriebsunterbrechungen zur Erfassung des Axialspiels sind nicht notwendig.

Im Bereich der Scheitellast der Laufbahnen befindet sich ein Stift aus nicht rostendem Stahl. Dieser ist – elektrisch isoliert – in einen Ring montiert. Der Stift ragt in eine Nut, die sich im Gegenring befindet. Das maximal zulässige Spiel ist über die Nutbreite einstellbar.

Ändert sich das Spiel unzulässig stark, geraten Ring und Stift in Kontakt. Durch die elektrische Verbindung des Stiftes, wird bei der Berührung von Stift und Gegenring ein Signal ausgelöst. Dieses Signal zeigt an, dass die zulässige Relativ-Verschiebung der Ringe erreicht und eine Lagerprüfung notwendig ist.

**Vorteil** Die Verformung der Anschlusskonstruktion oder Elastizitäten der Schraubverbindungen beeinflussen das Messergebnis nicht wesentlich. Die elastische Annäherung der Laufbahnen, das Axialspiel des Lagers und die Ebenheitsabweichung der Auflagefläche werden kompensiert. Kosten für das Wartungspersonal werden minimiert.

# Lagerinspektion



Bild 40: Fettprobenentnahmeset

## Fettprobenentnahmeset

Parallel, d.h. zeitgleich zu den Inspektionsmessungen, werden Gebrauchtfettproben entnommen. Die Gebrauchtfettanalyse ergibt weitere Information über den Laufbahnzustand.

## Lager mit Fettentnahmebohrungen

<b>⚠ VORSICHT</b>	
	<p><b>Mögliche Hautreizungen durch Schmierstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beim Umgang mit Schmierstoffen Handschuhe tragen</li> <li>• Mitgeltende Unterlagen des Herstellers beachten</li> </ul>

Das Fettprobenentnahmeset besteht aus einem Plastikschauch, diversen Verschlusskappen, einer Saugvorrichtung und einer Probenbox für max. 5 Fettproben sowie einem Info-Blatt. Die Vorgehensweise wird detailliert beschrieben.

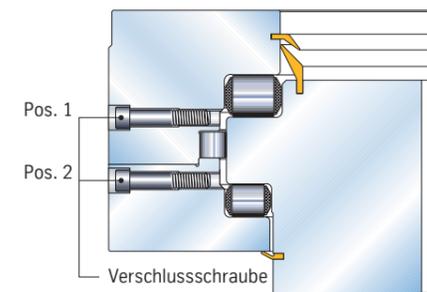


Bild 41: Dreireihige Rollendrehverbindung mit Fettentnahmebohrungen

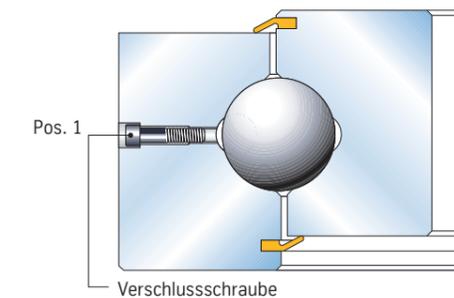


Bild 42: Einreihiges Kugellager mit Fettentnahmebohrung

Die Fettproben müssen aus der Hauptbelastungszone entnommen werden.

Die für die Probenentnahme ausgewählte Verschlusschraube (M16 EN ISO 4762) wird entfernt (Bilder 41 und 42), Position 1 und ggf. gegenüber, Position 2.

Vor Entnahme der Fettprobe ist der mitgelieferte Schlauch, geringfügig länger als die Gesamtlänge der Fettentnahmebohrung, schräg (45°) abzuschneiden. Der Schlauch wird bis in den Laufbahnbereich in die entsprechende Bohrung eingeführt (Bild 43).

Dabei muss die 45°-Schnittfläche entgegen der Drehrichtung positioniert werden (Bild 44).

Die Entnahmebohrungen sind mit den Verschlusskappen wieder zu verschließen.

Nach der Fettentnahme werden beide Schlauchenden mit den Plastikkappen verschlossen.

Die Fettprobe wird nummeriert und in die gekennzeichnete Probenbox abgelegt.

Die Probenbox wird mit den notwendigen Informationen (siehe Fettprobenentnahmeset, Bild 41, Seite 236) auf der Oberseite versehen.

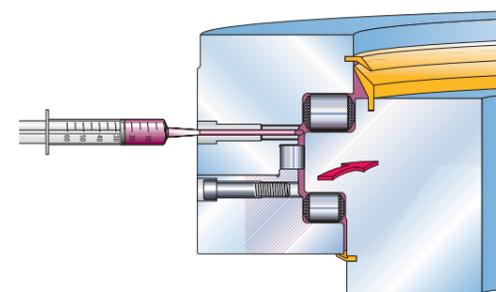


Bild 43: Entnahme

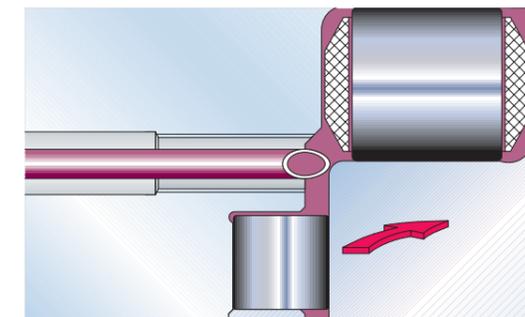


Bild 44: Detailausschnitt Entnahme

# Lagerinspektion

## Lager ohne Fettentnahmebohrungen

Wenn keine Fettentnahmebohrungen am Lager vorgesehen sind, werden eine oder mehrere Fettproben an der Dichtung entnommen. Dieser Bereich wird in Nähe eines Schmiernippels gereinigt. Bevorzugt sollte die Entnahme im Hauptarbeitsbereich und/oder 180° versetzt, erfolgen.

Während der Nachschmierung an dem o.g. Schmiernippel (ohne Drehung des Lagers) wird das erste austretende Fett an der Dichtlippe entnommen (Bild 45). Eine Menge von 3 ccm ist ausreichend.

**Hinweis** Achten Sie bitte auf eine sorgfältige Entnahme, ansonsten erhalten Sie eine Ergebnisverfälschung durch Verunreinigung.



Bild 45: Fettentnahme an der Dichtlippe

### Fe-Grenzwerte

Ein Grenzwert für zulässige Fe-Kontamination des Schmierstoffs ist im starken Maß von den Betriebsparametern und Nachschmierintervallen abhängig. Je nach Einsatzfall kann der Wert bis zu 20000 ppm betragen.

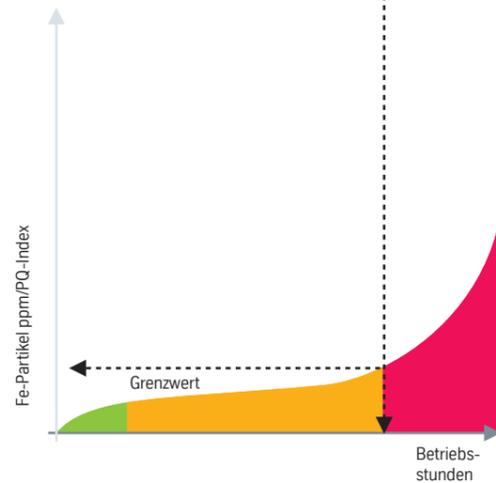
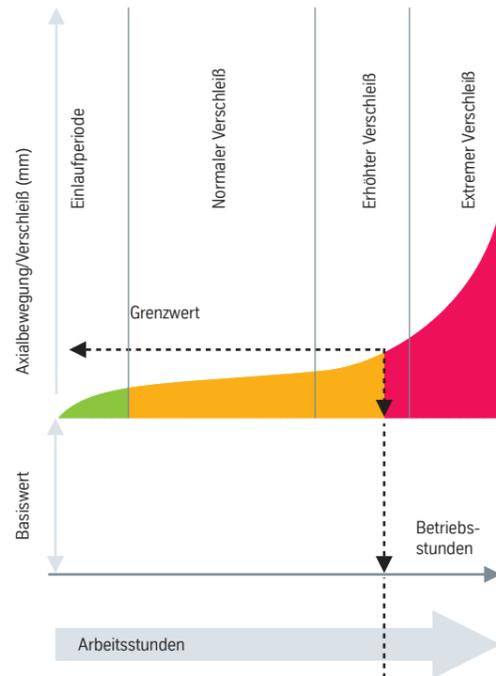


Bild 46: Verschleißkurven

### Verschleißkurven

Das Diagramm zeigt die Verschleißzunahme, bzw. Fe-Partikel- und PQ-Index-Zunahme in Abhängigkeit von den Betriebsstundenzahlen (Bild 46).

Für Standardanwendungsfälle siehe Werte in den Tabellen 11–13, Seite 233. Bei Erreichen der Grenzwerte bitte thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH kontaktieren.

Tabelle 14: Messtabelle

Kunde		Anwendung		Standort				
thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH Zeichnungsnummer		thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH Auftragsnummer		Fertigungsjahr				
Datum								
Betriebsstunden								
Messpunkt	Basismessung	Wiederholungsmessung (alle 12 Monate)						
		1	2	3	4	5	6	7
1	Hauptbelastungsbereich 180° gegenüber							
2	Hauptbelastungsbereich 180° gegenüber							
3	Hauptbelastungsbereich 180° gegenüber							
4	Hauptbelastungsbereich 180° gegenüber							
	1							
	2							
Fettentnahmemummer	3							
Fe-Partikel ppm/PQ-Index	4							
	5							
Fett								
Schmiersystem Menge/Intervall								
Bemerkungen								

Die Mess- und Analysewerte sowie die lagerspezifischen Informationen sollten in eine separate Tabelle (siehe Tabelle 14) eingetragen und thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH zur Verfügung gestellt werden. Die Probenbox bitte an thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH senden.

### thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH

Service  
Beckumer Straße 87  
59555 Lippstadt  
service.rotheerde@thyssenkrupp.com

thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH sendet die Fettproben an ein geprüftes und qualifiziertes Labor.

**Vorteil** Kurze Bearbeitungszeit und Informationsaufgabe per E-Mail zu dem Analyseergebnis sowie der Verschleißmessung.

Fordern Sie das Fettprobenentnahmeset unter folgender Adresse an:

thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH  
Tremoniastraße 5–11  
44137 Dortmund  
Telefon (0231) 186-0  
Telefax (0231) 186-2500  
sales.rotheerde@thyssenkrupp.com

### Entsorgung nach Gebrauchsende

HINWEIS	
	<b>Bei der Entsorgung können Gefahren für die Umwelt entstehen</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abfallrichtlinien beachten</li> <li>• Nationale Rechtsvorschriften beachten</li> </ul>

Lager nach Gebrauchsende demontieren. Fett, Dichtungen und Kunststoffteile entsprechend den gültigen Abfallrichtlinien entsorgen. Lagerringe und Wälzkörper sind der stofflichen Verwertung (Material Recycling) zuzuführen.

# After Sales Service

Die Verfügbarkeit Ihrer Anlagen sowie die lange Lebensdauer der Drehverbindungen sind wichtige Bestandteile für Ihren Erfolg!

thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH hat durch seine langjährige Erfahrung im Anlagenbau, bei der Überwachung und Instandhaltung von Großwälzlagern höchste Kompetenz sowie ein umfassendes Betreuungskonzept entwickelt und in seinen Service integriert. Unser Service wird zentral gesteuert, ist in drei Bereiche unterteilt und beinhaltet folgende Aufgaben:



Bild 47: Schrauben vorspannen



Bild 48: Dichtungsaustausch

**Vorteil** Optimierung der Anlagen-Produktivität. Zuverlässige Gewährleistung eines kontinuierlichen und störungsfreien wirtschaftlichen Betriebs.



## Pro-Aktiver Service

### Kundenbetreuung

- Ausarbeitung von Servicekonzepten
- Erstellung von Überprüfungsplänen
- Zustandsanalysen von den Lagern in Ihren Anlagen
- Detaillierte Berichterstattung

### Bereichsbeispiele

- Häfen
- Stahlwerke
- Windparks
- Minen
- Freizeitparks

Für Ihre Zufriedenheit stehen wir jederzeit zur Verfügung und sind weltweit einsatzbereit:

**thyssenkrupp rothe erde Germany GmbH**  
Service  
Beckumer Straße 87  
59555 Lippstadt  
Telefon (0294) 7 41- 32 93  
service.rotheerde@thyssenkrupp.com  
www.thyssenkrupp-rotheerde.com



Bild 49: Montage

Alle Daten und Inhalte dieses Kataloges wurden gewissenhaft erarbeitet und überprüft. Für eventuelle Fehler oder Unvollständigkeiten wird jedoch keine Haftung übernommen.

Technische Änderungen und Ergänzungen, die sich auf Grund von Weiterentwicklungen ergeben, behalten wir uns vor. Alle bisherigen Ausgaben verlieren hiermit ihre Gültigkeit.

Einzelne Angaben in dieser Information gelten nur dann als Beschaffenheits- bzw. Haltbarkeitsgarantie, wenn sie von uns jeweils im Einzelfall ausdrücklich als solche schriftlich bestätigt wurden.

Nachdruck, auch auszugsweise, ohne Genehmigung nicht gestattet. Alle Rechte vorbehalten. Printed in Germany.