

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

Bautechnisches Prüfamts

Eine vom Bund und den Ländern  
gemeinsam getragene Anstalt des öffentlichen Rechts



## Europäische Technische Bewertung

ETA-09/0226  
vom 8. Mai 2018

### Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung ausstellt

Deutsches Institut für Bautechnik

Handelsname des Bauprodukts

FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager

Produktfamilie,  
zu der das Bauprodukt gehört

Kalotten- und Zylinderlager mit besonderem Gleitwerkstoff aus UHMWPE (Ultra high molecular weight polyethylene) SMF

Hersteller

FIP Industriale S.p.A.  
Via Scapacchio,  
35030 Selvazzano D. (PD)  
ITALIEN

Herstellungsbetrieb

FIP Industriale Spa  
Via Scapacchio 41  
35030 Selvazzano (PD)  
ITALIEN

Diese Europäische Technische Bewertung enthält

27 Seiten, davon 11 Anhänge (20 Seiten), die fester Bestandteil dieser Bewertung sind.

Diese Europäische Technische Bewertung wird ausgestellt gemäß der Verordnung (EU) Nr. 305/2011, auf der Grundlage von

EAD 050004-00-0301

Die Europäische Technische Bewertung wird von der Technischen Bewertungsstelle in ihrer Amtssprache ausgestellt. Übersetzungen dieser Europäischen Technischen Bewertung in andere Sprachen müssen dem Original vollständig entsprechen und müssen als solche gekennzeichnet sein.

Diese Europäische Technische Bewertung darf, auch bei elektronischer Übermittlung, nur vollständig und ungekürzt wiedergegeben werden. Nur mit schriftlicher Zustimmung der ausstellenden Technischen Bewertungsstelle kann eine teilweise Wiedergabe erfolgen. Jede teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen.

Die ausstellende Technische Bewertungsstelle kann diese Europäische Technische Bewertung widerrufen, insbesondere nach Unterrichtung durch die Kommission gemäß Artikel 25 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011.

**Besonderer Teil**

**1 Technische Beschreibung des Produkts**

Das FIP SFEROPOL und CERNOPOP Kalotten- und Zylinderlager ermöglicht Verdrehungen und Verschiebungen durch Gleitbewegungen in einer ebenen und gekrümmten Gleitfläche zwischen stählernen Trägerplatten (siehe Anhang A). Gegenstand dieser ETA ist das komplette Lager einschließlich ggf. erforderlicher Führungen oder Arretierungen. Alternativ zur Darstellung im Anhang A dürfen die Lager auch umgedreht, d. h. mit unten liegender ebener Gleitfläche (sinnvoll z. B. bei Stahlbrücken) verwendet werden.

Das FIP SFEROPOL und CERNOPOP Kalotten- und Zylinderlager ist nach EN 1337-7 ausgebildet und kann gemäß EN 1337-1 mit Gleitelementen nach EN 1337-2 kombiniert werden. Für die Lagergleitflächen wird ein besonderer Gleitwerkstoff aus UHMWPE (Polyethylen mit ultrahohem Molekulargewicht) verwendet, der für niedrigere Temperaturen als nach EN 1337-2 geeignet ist. Die Schmelztemperatur des Gleitwerkstoffs liegt mindestens 50 °C oberhalb der hier angegebenen maximalen Einsatztemperatur.

Gleitflächen, deren umschreibender Kreis einen Durchmesser von weniger als 75 mm oder mehr als 1500 mm hat oder deren wirksame Lagertemperatur niedriger als -50 °C oder höher als +48 °C ist, sind nicht Gegenstand dieser ETA.

Kalottenlager mit einem Öffnungswinkel von  $2\theta > 60^\circ$  und Zylinderlager mit einem Öffnungswinkel von  $2\theta > 75^\circ$  sind nicht Gegenstand dieser ETA.

Die Kombinationen von Materialien sind in Tabelle 1 angegeben.

Tabelle 1: Zulässige Kombinationen von Gleitwerkstoffen für die Langzeitanwendung als Gleitflächen von Kalotten- oder Zylinderlagern mit besonderem Gleitwerkstoff UHMWPE SMF

ebene Gleitfläche		gekrümmte Gleitfläche		Führungen	
SMF mit Schmier-taschen	austenitischer Stahl	SMF mit Schmier-taschen	austenitischer Stahl	SMF ohne Schmier-taschen <sup>1)</sup>	auste-nitischer Stahl
			Hartchrom	CM1	
				CM2	
<sup>1)</sup> Anstelle von SMF ohne Schmier-taschen dürfen für Streifen in Führungen die Mehrschicht-Werkstoffe CM1 und CM2 nach Abschnitt 5.3.1 oder 5.3.2 von EN 1337-2 angewendet werden, sofern diese sich selbst ausrichten können.					

Als Gleitpartner wird austenitischer Stahl nach Abschnitt 5.4 von EN 1337-2 oder Hartverchromte Oberflächen nach Abschnitt 5.5 von EN 1337-2 verwendet werden.

Eisenhaltige Werkstoffe für Trägerplatten müssen Abschnitt 5.6 von EN 1337-2:2004 entsprechen.

Die Befestigung der Gleitwerkstoffe erfolgt nach Abschnitt 7.2 von EN 1337-2.

Anstelle von PTFE gemäss EN 1337-2 und EN 1337-7 wird SMF als Gleitwerkstoff verwendet.

## 2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß dem anwendbarem EAD

FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager werden zur Lagerung von Brücken oder Bauwerken entsprechend dem Anwendungsbereich von EN 1337-1 eingesetzt.

FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager mit besonderem Gleitwerkstoff aus UHMWPE SMF sind für alle Bauwerksarten geeignet, besonders aber für weiche Bauwerke mit großen und häufigen Verformungen aus Verkehr, für Bauwerke mit schnell auftretenden Gleitbewegungen des Lagers, wie z. B. Brücken für Hochgeschwindigkeitseisenbahnen sowie für Regionen mit lang andauernden tiefen Temperaturen.

FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager werden hauptsächlich in Beton-, Stahl- und Verbundbauwerken eingesetzt.

Die Prüf- und Bewertungsmethoden, die dieser europäischen technischen Bewertung zu Grunde liegen, führen zu einer angenommenen Nutzungsdauer des Lagers von 50 Jahren. Die angenommene Nutzungsdauer gilt unter der Annahme eines maximalen aufaddierten Gleitweges nach Tabelle 2 dieser ETA und setzt eine angemessene Nutzung und Instandhaltung des Lagers voraus.

Die angenommene Nutzungsdauer des Lagers reduziert sich auf 10 Jahre, wenn Verbundwerkstoffe nach EN 1337-2 anstelle UHMWPE SMF in Führungen verwendet werden.

Es liegt in der Verantwortung des Herstellers, sicherzustellen, dass jeder Lieferung eine angemessene Beschreibung zur Nutzung der FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager inklusive allgemeiner Hinweise basierend auf dieser ETA beigelegt wird.

Die angegebene Nutzungsdauer ist nicht als Garantie der Technischen Bewertungsstelle, sondern als Richtwert zur Auswahl eines geeigneten Bauprodukts hinsichtlich der erwarteten, wirtschaftlich angemessenen Nutzungsdauer des Bauwerks zu betrachten.

**3 Leistungsbeschreibung des Produktes und Angaben zur Methode der Bewertung**

**3.1 Leistungsbeschreibung des FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager mit besonderem Gleitwerkstoff aus UHMWPE SMF**

Tabelle 2:

Allgemeine Anforderungen an das Bauwerk	Wesentliches Merkmal	Methode der Bewertung	Leistung
<b>BWR 1</b>	Tragfähigkeit	EAD, Abschnitt 2.2.1 und Anhang E dieser ETA	180 [MPa] ( $f_k(T_0=+35^\circ\text{C})$ ) 135 [MPa] ( $f_k(T_0=+48^\circ\text{C})$ )  60 [MPa] ( $f_k(T_0=+35^\circ\text{C})$ ) 45 [MPa] ( $f_k(T_0=+48^\circ\text{C})$ ) in Führungen für ständige Lasten, Effekte aus Temperatur, Kriechen und Schwinden
	Rotationsfähigkeit	EAD, Abschnitt 2.2.2 und Anhang G dieser ETA	+/- 0.003 rad bis zu Grenzwerten des EAD, Abschnitt 2.2.2 (Minimaler und maximaler Verdrehungswinkel)
	Verschiebungskapazität	EAD, Abschnitt 2.2.3	50.000 m
	Dauerhaftigkeit	EAD, Abschnitt 2.2.4	Dauerhafte Beschichtungssysteme für eisenhaltige Werkstoffe: Schutzdauer "hoch" gemäß EN ISO 12944-5, 5.5 Korrosivitätskategorie C5-I (I = Industrie) im Binnenland C5-M (M = Meer) in Küstennähe. C4 vor äusseren Einwirkungen geschützten Anwendungen (Innenbereich)
	Tragfähigkeit (des Gleitteils)	EAD, Abschnitt 2.2.5 und Anhänge E, F dieser ETA	Materialkombinationen gemäß Tabelle 1 dieser ETA  Druckfestigkeit: 180 [MPa] ( $f_k(T_0=+35^\circ\text{C})$ ) 135 [MPa] ( $f_k(T_0=+48^\circ\text{C})$ )  Gekrümmte Gleitfläche: 180 [MPa] ( $f_k(T_0=+35^\circ\text{C})$ ) 135 [MPa] ( $f_k(T_0=+48^\circ\text{C})$ )
	Reibungszahl (des Gleitteils)	EAD, Abschnitt 2.2.6	Gleiteile kombiniert mit besonderem Gleitwerkstoff, geschmiert mit Schmieraschen: Gemäß Anhang B dieser ETA  Führungen: Gemäß Anhang B dieser ETA
	Dauerhaftigkeit (des Gleitteils)	EAD, Abschnitt 2.2.7	dauerhaft

elektronische Kopie der eta des dibt: eta-09/0226

### 3.2 Leistungsbeschreibung des Gleitwerkstoffs aus UHMWPE SMF

Tabelle 3:

Allgemeine Anforderungen an das Bauwerk	Wesentliches Merkmal	Methode der Bewertung	Leistung
<b>BWR 1</b>	Materialeigenschaften gemäss Tabelle C.1, Anhang C dieser ETA	EAD, Abschnitt 2.2.8	Hinterlegt in der technischen Dokumentation der Technischen Bewertungsstelle
	Druckfestigkeit des besonderen Gleitwerkstoffs	EAD, Abschnitt 2.2.9	180 [MPa] ( $f_k(T_0=+35^\circ\text{C})$ ) 135 [MPa] ( $f_k(T_0=+48^\circ\text{C})$ ) Hauptgleitfläche (ständige und veränderliche Lasten)
			180 [MPa] ( $f_k(T_0=+35^\circ\text{C})$ ) 135 [MPa] ( $f_k(T_0=+48^\circ\text{C})$ ) Führungen (veränderliche Lasten)
			60 [MPa] ( $f_k(T_0=+35^\circ\text{C})$ ) 45 [MPa] ( $f_k(T_0=+48^\circ\text{C})$ ) in Führungen für ständige Lasten, Effekte aus Temperatur, Kriechen und Schwinden
	Last-Verformungsverhalten des besonderen Gleitwerkstoffs: Steifigkeitsziffer, Elastizitätsmodul	EAD, Abschnitt 2.2.10	Steifigkeitsziffer $k = (\sigma \text{ [MPa]} - 45)/78.5$ Elastizitätsmodul $E_{tp} = 900 \text{ [MPa]}$
	Last-Verformungsverhalten des besonderen Gleitwerkstoffs: Gleitspalt unter Last [mm]	EAD, Abschnitt 2.2.10	Hinterlegt in der technischen Dokumentation der Technischen Bewertungsstelle
	Last-Verformungsverhalten des besonderen Gleitwerkstoffs: Verhältnis Druckfestigkeit/ Fließgrenze		
	Last-Verformungsverhalten des besonderen Gleitwerkstoffs: Verhältnis Bruchdehnung/ Fließdehnung		
	Beständigkeit gegen hohe Temperaturen	EAD, Abschnitt 2.2.11	beständig
	Beständigkeit gegen chemische und Umwelteinflüsse	EAD, Abschnitt 2.2.12	beständig

**4 Angewandtes System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (im Folgenden AVCP) mit Angabe der Rechtsgrundlage**

Gemäß Entscheidung der Kommission 95/467/EC, geändert durch die Entscheidung der Kommission 2001/596/EC und 2002/592/EC, ist das System 1 zur Bewertung der Überprüfung der Leistungsbeständigkeit (siehe Anhang V der Verordnung (EU) Nr. 305/2011) anzuwenden.

**5 Technische Details für die Durchführung des AVCP Systems gemäß anwendbarem EAD**

Die technischen Einzelheiten, die für die Durchführung des AVCP Systems notwendig sind, sind Bestandteil des Prüfplans, der bei der Technischen Bewertungsstelle Deutsches Institut für Bautechnik hinterlegt ist.

Die zugelassene Zertifizierungsstelle hat die Produktionsstätten halbjährlich zur Überwachung des AVCP zu besuchen.

Ausgestellt in Berlin am 8. Mai 2018 vom Deutschen Institut für Bautechnik

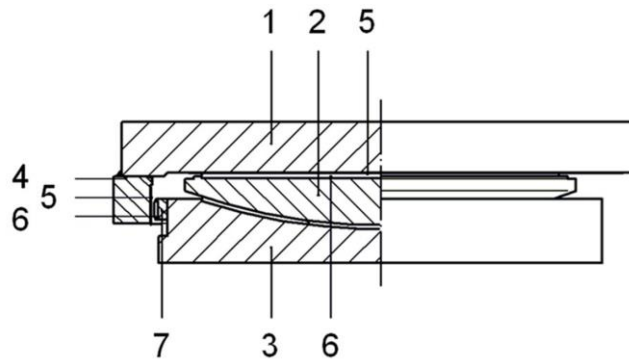
BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow  
Abteilungsleiter

Beglaubigt

**Anhang A**  
**Beschreibung des Produkts und seiner Verwendung**  
**FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager**

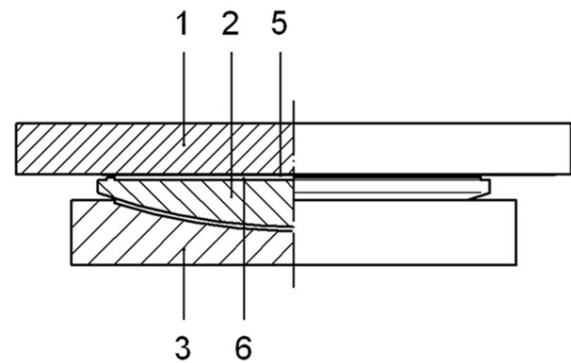
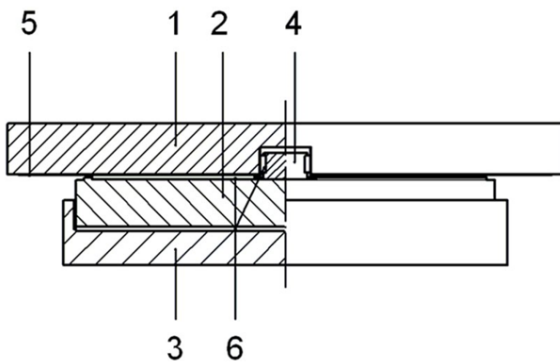
Geführtes Kalottenlager  
(einachsig beweglich)

Frei verschiebliches Kalottenlager  
(zweiachsig beweglich)



Geführtes Zylinderlager:  
(einachsig beweglich)

Frei verschiebliches Zylinderlager:  
(zweiachsig beweglich)



- |   |   |   |                              |
|---|---|---|------------------------------|
| 1 | Gleitplatte (ebene Trägerplatte)          | 5 | Gleitblech                   |
| 2 | Kalotte / Zylinder (konvexe Trägerplatte) | 6 | SMF – Gleitscheibe / -Platte |
| 3 | Unterteil ("konkav" Trägerplatte)         | 7 | Kippleiste                   |
| 4 | Führungsleiste                            |   |                              |

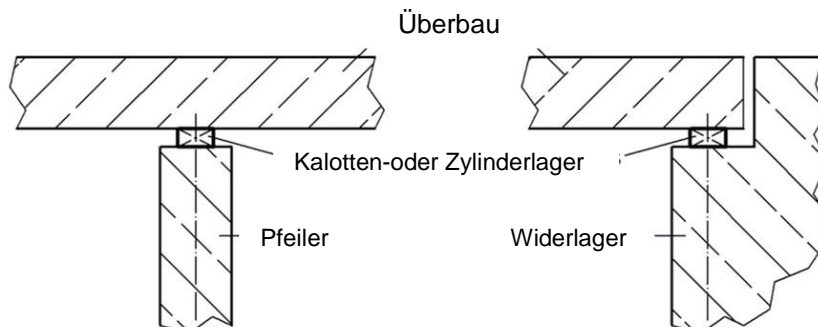


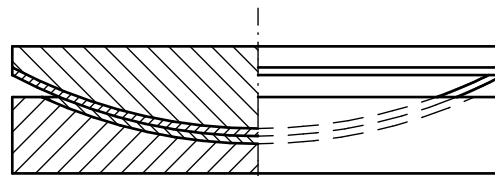
Bild A.1 – Aufbau eines geführten und eines allseits FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlagers und vorgesehener Einsatzzweck (exemplarisch)



FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager bestehen aus einer konvex-kugeligen oder zylindrischen Oberfläche (Verdrehungselement) und einer Trägerplatte mit konkav-kugeliger oder zylindrischer konkaven Oberfläche, zwischen denen eine SMF Platte und ein Gegenwerkstoff eine gekrümmte Gleitfläche bilden (siehe Bild A.2 und A.4).

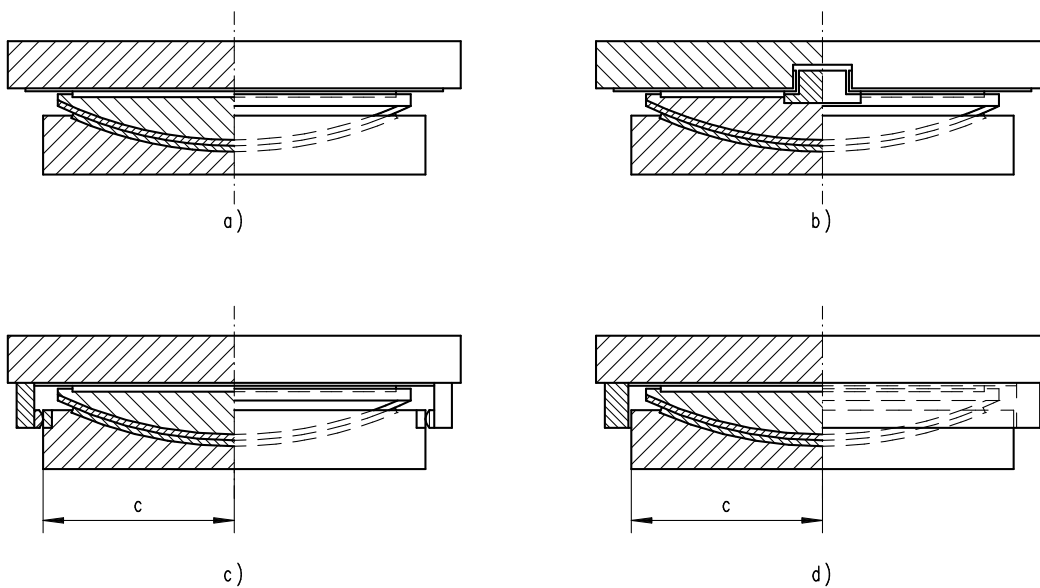
Für die Ausbildung allseits oder einachsiger verschiebbarer Lager werden FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager auch mit ebenen Gleitteilen und Führungen kombiniert (siehe Abb. A.3 und A.5 a) bis c)). FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager in Kombination mit einem ebenen Gleitteil können mit einem Arretierungsring zur Ausbildung unverschieblicher Lager ausgebildet werden (siehe Abb. A.3d))

Anm.: Die Zahlen in Klammern bei den Abb. A.2 bis A.5 entsprechen dem Lagertyp in Bild 1 von EN 1337-1.



Unverschieblich durch Gleitfläche (3.2)

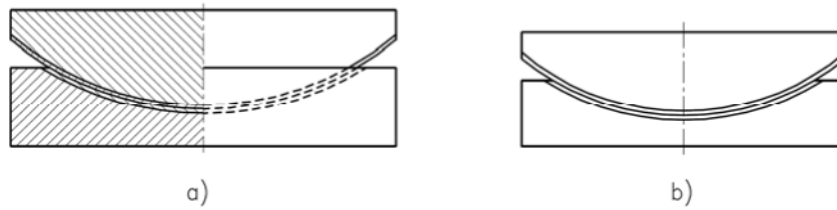
Bild A.2 - FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalottenlager



#### Legende

- a) allseits verschieblich in alle Richtungen (3.5)
- b) einachsiger verschieblich mit Innenführung (3.4)
- c) einachsiger verschieblich mit Außenführungen (3.3)
- d) unverschieblich durch Arretierungsring (3.1)

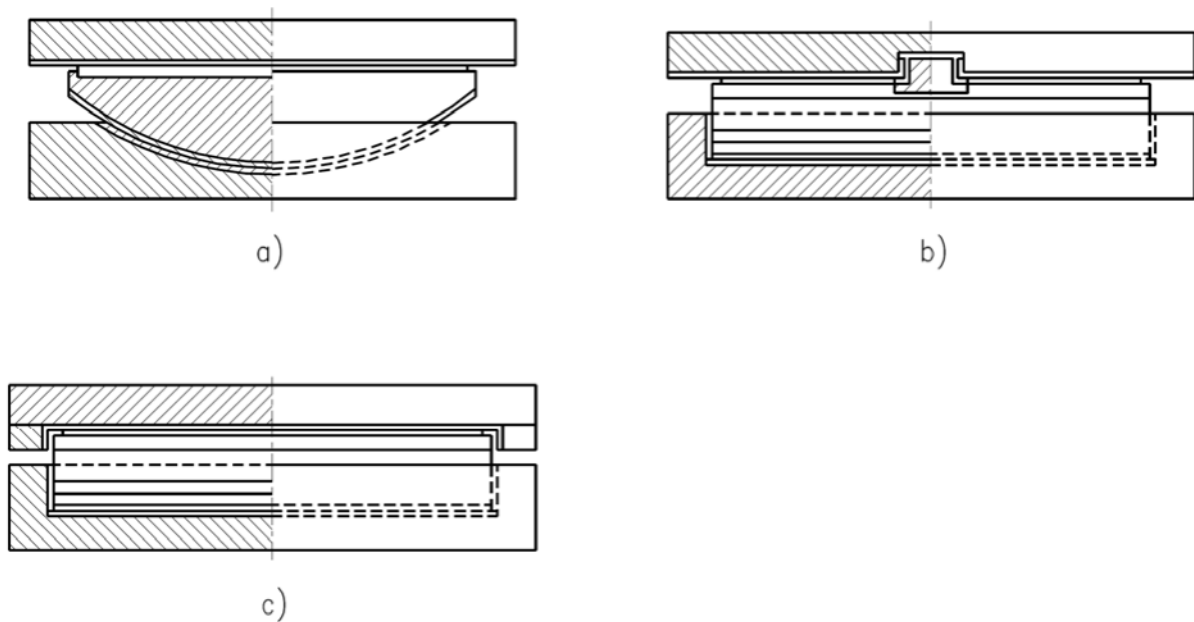
Bild A.3 - FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalottenlager kombiniert mit einem ebenen Gleitteil



Legende

- a) Unverschieblich durch Endanschläge und Gleitfläche (7.1)
- b) Ohne Endanschläge für Verschiebungen in y-Richtung (7.2)

Bild A.4 - FIP SFEROPOL und CERNOPOL Zylinderlager



Legende

- a) Allseits verschieblich (7.4)
- b) Mit Innenführung für Verschiebungen in x-Richtung (7.3)
- c) mit Außenführung für Verschiebungen in x-Richtung

Bild A.5 - FIP SFEROPOL und CERNOPOL Zylinderlager kombiniert mit ebenem Gleitteil

## Anhang B Reibungszahl

Die folgenden Reibungszahlen  $\mu_{\max}$  sind für den Nachweis des Lagers und des Tragwerks, in das es eingebaut ist, zu verwenden. Die Werte sind nicht bei hochdynamischen Einwirkungen, die z. B. in Erdbebengebieten auftreten können, anwendbar. Der Reibungswiderstand darf nicht zur Aufnahme von Schnittgrößen aus äußeren horizontalen Lasten herangezogen werden.

### (a) Reibungszahl bei niedrigen Temperaturen

Für Gleitteile mit geschmierten SMF Platten mit Schmiertaschen zum Einsatz in Gebieten, in denen die Mindestnutztemperatur für Lager nicht unter  $-35\text{ °C}$  fällt, wird die Reibungszahl  $\mu_{\max}$  als Funktion der mittleren Pressung  $\sigma_{\text{SMF}}$  [MPa] wie folgt bestimmt:

$$0,020 \leq \mu_{\max} = \frac{1,6}{15 + \sigma_{\text{SMF}}} \leq 0,08$$

Bei Führungen ist die Reibungszahl unabhängig vom Kontaktdruck. Als Reibungszahl ist  $\mu_{\max} = 0,10$  zu verwenden.

### (b) Reibungszahl bei sehr tiefen Temperaturen

Für Gleitteile mit geschmierten SMF Platten mit Schmiertaschen zum Einsatz in Gebieten, in denen die Mindestnutztemperatur für Lager unter  $-35\text{ °C}$  (bis  $-50\text{ °C}$ ) fällt, wird die Reibungszahl  $\mu_{\max}$  als Funktion der mittleren Pressung  $\sigma_{\text{SMF}}$  [MPa] wie folgt bestimmt:

$$0,027 \leq \mu_{\max} = \frac{2,8}{30 + \sigma_{\text{SMF}}} \leq 0,08$$

Bei Führungen ist die Reibungszahl unabhängig vom Kontaktdruck. Als Reibungszahl ist  $\mu_{\max} = 0,12$  zu verwenden.

### (c) Reibungszahl bei gemäßigten niedrigen Temperaturen

Für Gleitteile mit geschmierten SMF Platten mit Schmiertaschen zum Einsatz in Gebieten, in denen die Mindestnutztemperatur für Lager nicht unter  $-5\text{ °C}$  fällt, wird die Reibungszahl  $\mu_{\max}$  als Funktion der mittleren Pressung  $\sigma_{\text{SMF}}$  [MPa] wie folgt bestimmt:

$$0,015 \leq \mu_{\max} = \frac{1,2}{15 + \sigma_{\text{SMF}}} \leq 0,06$$

Bei Führungen ist die Reibungszahl unabhängig vom Kontaktdruck. Als Reibungszahl ist  $\mu_{\max} = 0,07$  zu verwenden.

Mehrschicht-Werkstoffe sind in Abschnitt 6.7 von EN 1337-2 geregelt.

## Anhang C Materialeigenschaften

### C.1 Besondere Gleitwerkstoff aus SMF

Tabelle C.1: Materialeigenschaften des besonderen Gleitwerkstoffes SMF

Charakteristik	Methode der Bewertung
Elastizitätsmodul	EN ISO 527-1 and -3
Fliessgrenze	
Zugfestigkeit	
Bruchdehnung	
Kugeldruckhärte	EN ISO 2039-1
Massendichte	EN ISO 1183
Schmelztemperatur und Enthalpie	EN ISO 11357-5

## Anhang D Herstellwerke

**Werk 1:** FIP Industriale S.p.A  
Via Scapacchio  
35030 Selvazzano D. (PD)  
ITALIEN

## Anhang E Tragfähigkeit (Druckfestigkeit)

ANMERKUNG: Zu hohe Pressungen können den Verlust der Gleitfunktion verursachen und so zum Tragwerksversagen oder in die Nähe des Tragwerksversagens führen. Dieser Zustand wird daher als Grenzzustand der Tragfähigkeit betrachtet.

### E.1 Bemessungsnachweise für Gleitflächen

Bei der Bemessung von Gleitflächen sind sämtliche Schnittgrößen infolge der Einwirkungen und des Reibungswiderstandes zu berücksichtigen. Die in Rechnung zu stellenden Bemessungswerte der Einwirkungen sind in Übereinstimmung mit den Bemessungsgrundlagen nach EN 1337-1 zu bestimmen.

Die Verformbarkeit von Gleitwerkstoffen darf nicht für die Aufnahme von Verdrehungen herangezogen werden, sofern dies nicht nach E.2 zulässig ist.

Folgende Bedingung ist mit der Grundkombination der Einwirkungen nachzuweisen:

$$N_{Sd} \leq \frac{f_k}{\gamma_m} \cdot A_r = \frac{f_k}{\gamma_m} \cdot \lambda \cdot A$$

Dabei ist

$N_{Sd}$  der Bemessungswert der Normalkraft im Grenzzustand der Tragfähigkeit

$f_k$  die charakteristische Druckfestigkeit gemäß Tabelle E.1

$\gamma_m$  Teilsicherheitsbeiwert für Werkstoffe nach EN 1990

$A$  die Kontaktfläche der Gleitfläche oder ihre Projektion bei gekrümmten Flächen

$\lambda$  ein Koeffizient gemäß Anhang I dieser ETA

$A_r$  die reduzierte Kontaktfläche der Gleitfläche, in deren Schwerpunkt  $N_{Sd}$  mit der Gesamtexzentrizität  $e_t$  angreift, die sowohl durch mechanische als auch geometrische Effekte verursacht wird.  $A_r$  ist auf der Grundlage der Plastizitätstheorie unter Annahme eines rechteckigen Spannungsblocs zu berechnen (siehe Anhang I). In Führungen darf die Exzentrizität vernachlässigt werden.

ANMERKUNG: Der Wert  $\gamma_m$  sollte als NDP (national determined parameter) angegeben werden. Bei Fehlen eines NDP beträgt der empfohlene Wert  $\gamma_m = 1,4$ .

Für SMF Platten mit der Kleinabmessung "L" oder "a"  $\geq 100$  mm ist als Kontaktfläche A bzw.  $A_r$  die Gesamtfläche ohne Abzug der Schmieraschen anzusetzen. Bei Platten mit "L" oder "a"  $< 100$  mm sind die Schmieraschen von der Gesamtfläche abzuziehen.

Die Angabe der Leistung des Produktes erfolgt auf Basis der Bewertung gemäß den Grundlagen entsprechend 2.2.1 des EAD 050004-00-0301.

Die charakteristischen Druckfestigkeiten von SMF sind in Tabelle E.1 angegeben und gültig für wirksame Lagertemperaturen bis zu 48 °C. Für Lager, deren größte Lagertemperaturen zwischen 35 °C und höchstens 48 °C ausgesetzt sind, ist die charakteristische Druckfestigkeit durch lineare Interpolation der in Tabelle E.1 angegebenen Werte zu berechnen.

Tabelle E.1: Charakteristische Werte der aufnehmbaren Pressung von SMF

Wirksame Lagertemperatur [°C]	$\leq 35$ °C	48 °C
Gleitfläche	Charakteristische Druckfestigkeit $f_k$	
Hauptgleitfläche ständige und veränderliche Einwirkungen	180 MPa	135 MPa
Führungen veränderliche Einwirkungen		
Führungen ständige Einwirkungen Einwirkungen aus Temperatur, Kriechen und Schwinden	60 MPa	45 MPa

Für Führungen aus Mehrschicht-Werkstoff siehe Abschnitt 6.3 und 6.6 von EN 1337-2:2000.

Für den Nachweis der aufnehmbaren Pressung ist die gekrümmte Gleitfläche durch ihre ebene Projektion nach Bild E.1 zu ersetzen.

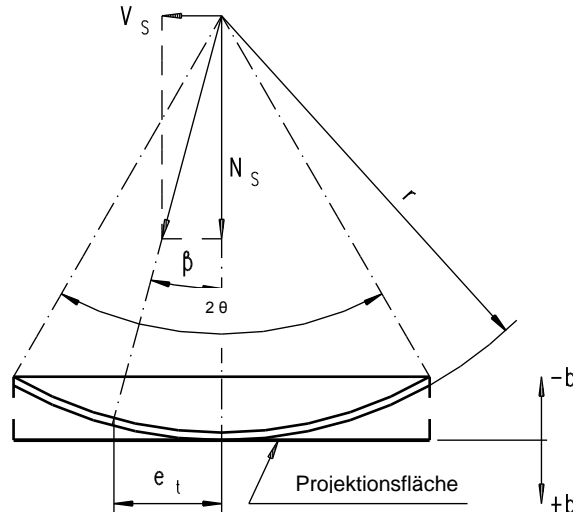


Bild E.1 - Nachweisschema für die gekrümmte Gleitfläche (Beispiel)

Bei der Bestimmung der Gesamtexzentrizität  $e_t$  der Normalkraft  $N_S$  sind die auf die gekrümmte Gleitfläche einwirkenden Schnittgrößen infolge des Reibungswiderstandes, der von außen einwirkenden Horizontallasten und des verdrehten Zustandes des Lagers zu berücksichtigen.

Nebeneffekte infolge von Bewegungseinschränkungen sind ebenfalls zu berücksichtigen.

**ANMERKUNG:** In Anhang J dieser ETA sind für die gebräuchlichsten Fälle Gleichungen zur Ermittlung der Exzentrizitäten angegeben.

Ein Klaffen der Gleitfuge kann zum Verschleiß infolge von Verschmutzungen und zu erhöhter Verformung wegen der mangelhaften Kammerung der SMF Platte führen. Da dies langfristig die Gebrauchseignung gefährden kann, wird das Erreichen der Randpressung in der Gleitfläche  $\sigma_{SMF} = 0$  als Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit betrachtet.

Ausgenommen bei Führungen ist unter der massgebenden charakteristischen Einwirkungskombination nachzuweisen, dass  $\sigma_{SMF} \geq 0$  ist. Dabei ist anzunehmen, dass sich der Gleitwerkstoff linear elastisch verhält und die Trägerplatten starr sind. Die Bedingung  $\sigma_{SMF} \geq 0$  ist erfüllt, wenn sich die Gesamtexzentrizität  $e_t$  innerhalb des Querschnittskerns befindet.

Für kreisförmige Platten ist diese Bedingung erfüllt, wenn:

$$e_t \leq \frac{L}{8}$$

Dabei ist

L Durchmesser gemäß Anhang H dieser ETA

## E.2 Führungen

Führungen dürfen zur Aufnahme seitlicher Kräfte  $V_d$  infolge von veränderlichen und ständigen Einwirkungen verwendet werden. Je nach Lagerkonstruktion dürfen Führungen außenseitig oder zentral angeordnet werden. Die Gleitmaterialien müssen an Führungsleisten und in einer Nut der Trägerplatte befestigt sein.

Das Spiel  $c$  zwischen den Gleitkomponenten im Neuzustand muss die folgenden Bedingungen erfüllen:

$$c \leq 1,0 \text{ mm} + \frac{L [\text{mm}]}{1000}$$

Typische Beispiele für die Befestigung von Führungsleisten und Führungen sind in Bild A.1 von Anhang A dargestellt. Beim Nachweis des Anschlusses im Grenzzustand der Tragfähigkeit nach EN 1993-1-1 sind die Auswirkungen der seitlichen Kraft  $V_d$ , des daraus resultierenden Momentes und der Reibungskräfte zu berücksichtigen.

Sofern bei einer Verdrehung um eine Querachse die Verformungsdifferenz über die Abmessung "a" der SMF Platte 0,2 mm überschreitet, so ist die Trägerplatte mit einem Gelenkstück zu versehen (siehe EN 1337-1, Bilder 1 und 3.3). Diese Bedingung ist für charakteristische Einwirkungskombinationen nachzuweisen.

### E.3 Arretierungsring

Die Angabe der Leistung des Produktes erfolgt auf Basis der Bewertung unter den folgenden Bedingungen:

Allseits verschiebliche FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager dürfen mit einem Arretierungsring festgehalten werden. Für die Bemessung und die entsprechenden Nachweise sind die Regeln für den Topf und den Deckel von Topflagern nach EN 1337-5 sinngemäß anzuwenden.

### E.4 Austenitische Stahlbleche

Die Mindestdicke austenitischer Stahlbleche muss Tabelle E.2 entsprechen.

Die Angabe der Leistung des Produktes erfolgt auf Basis der Bewertung unter der folgenden Bedingung:

- Es ist sicherzustellen, dass das austenitische Stahlblech im Bereich des Kontaktes mit der SMF Platte vollflächig an der Trägerplatte anliegt.
- Wird das austenitische Stahlblech durch Verschraubung, Verschraubung mit Senkstanzung oder Nietung befestigt, so sind korrosionsbeständige Befestigungsmittel, die mit dem austenitischen Stahlblech verträglich sind, für die Sicherung der Ränder zu verwenden. Sie sind außerhalb des Kontaktbereichs der SMF Platte an allen Ecken und entlang der Ränder in Abständen vorzusehen, die nicht größer sein dürfen als in Tabelle E.3 angegeben.

Tabelle E.2: Blechdicke und Befestigungsarten für austenitische Stahlbleche

Art der Oberfläche	Befestigungsart	Dicke [mm]
Eben	vollflächige Klebung	1,5
	Schweißung mit durchgehender Kehlnaht	≥ 1,5
	Verschraubung mit Senkstanzung	≥ 1,5
	Schraubung, Nietung	≥ 2,5
Kugelig	vollflächige Klebung	≥ 2,5
	Schweißung mit durchgehender Kehlnaht	≥ 2,5
	gekammert in konkaven Flächen	≥ 2,5
Zylindrisch	vollflächige Klebung	≥ 1,5
	Schweißung mit durchgehender Naht an den geraden Rändern	≥ 1,5
	gekammert in konkaven Flächen	≥ 2,5

Tabelle E.3: Größtabstände von Schrauben, Schrauben mit Senkstanzung und Nieten für die Befestigung des austenitischen Stahlblechs

Dicke des austenitischen Stahlblechs [mm]	Größtabstand der Befestigungsmittel [mm]
1,5	150
2,0	300
2,5	450
3,0	600



## Anhang F Last-Verformungsverhalten

Die Angabe der Leistung des Produktes erfolgt auf Basis der Bewertung unter der folgenden Bedingung:

- Die SMF Platte und die Gleitmaterialien der Gegenfläche sind durch metallische Platten (Trägerplatten) mit ebenen oder gekrümmten Oberflächen zu unterstützen.
- Die geometrischen Bedingungen sind Anhang K zu entnehmen.

Bei der Bemessung von Trägerplatten ist Folgendes zu berücksichtigen:

- der Festigkeitsnachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit, wenn zusätzlich zu den Auswirkungen aus Verformung wie nachstehend Schnittgrößen infolge von seitlichen Einwirkungen zu berücksichtigen sind,
- jegliche Reduzierung des Querschnitts (z. B. infolge der Führungsnut und der Befestigungsbolzen)
- Verformung wie nachstehend,
- die vorgeschriebene Steifigkeit für Transport und Einbau wie nachstehend,
- die Verteilung der Kräfte in die anschließenden Bauteile wie nachstehend.

ANMERKUNG: Wenn die Verformung (siehe Bild F.1) den nachstehenden Wert überschreitet, so ergibt sich ein unzureichender Abstand zwischen den benachbarten Trägerplatten und es tritt erhöhter Verschleiß auf. Da dies langfristig die Gebrauchstauglichkeit des Gleitteils gefährden kann, wird dieser Zustand als Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit betrachtet.

Die Verformung  $\Delta w$  (s. Bild F.1) muss die folgende Bedingung erfüllen:

$$\Delta w \leq h (0,45 - 1,708 k \sqrt{h/L}) \text{ mit } 0 \leq 1,708 k \leq 1,0 \quad \text{und} \quad k = \frac{\sigma_{SMF} [\text{MPa}] - 45}{78,5}$$

Dabei ist

L, h siehe Anhang H dieser ETA

$\sigma_{SMF}$  mittlere Pressung in der Gleitfläche unter einer charakteristischen Einwirkungskombination

k vom Gleitwerkstoff abhängige Steifigkeitsziffer

Die durch diese Verformung in der Trägerplatte verursachten Spannungen dürfen nicht die Elastizitätsgrenze überschreiten, um bleibende Verformungen zu vermeiden. Das mechanische Modell für den Nachweis, dass vorgenannte Bedingung (Verformung  $\Delta w$  und Streckgrenze) erfüllt ist, muss die Auswirkungen der die Verformung nennenswert beeinflussenden Lagerteile einschließlich der angrenzenden Bauteile mit ihren Kurz- und Langzeiteigenschaften berücksichtigen.

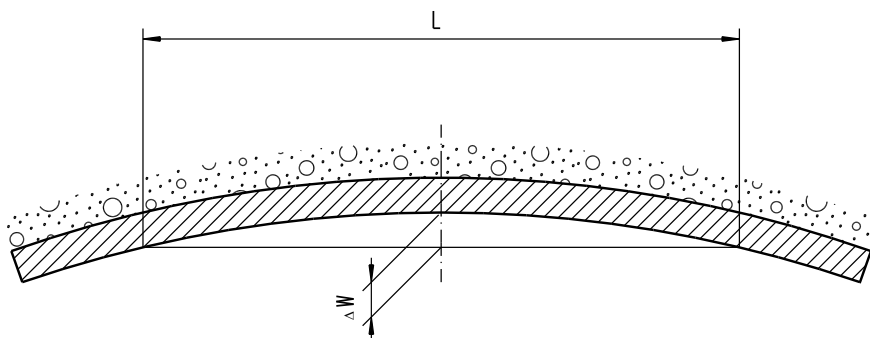


Bild F.1 – Verformung von Trägerplatten.

Für Stahl und Beton gelten die Bemessungswerte der Materialeigenschaften nach EN 1993-1-1 bzw. EN 1992-1-1.

Dabei sind folgende Annahmen zu treffen:

- a) zentrische Druckkraft;
- b) Bemessungswert des fiktiven Elastizitätsmoduls des SMF = 0,9 GPa;
- c) die gesamte Dicke  $t_{SMF}$  der SMF Platte;

- d) Bemessungswert der fiktiven Querdehnungszahl des SMF = 0,44;  
e) im Fall angrenzender Massivbauteile: lineare Abnahme des Elastizitätsmoduls des Betons oder des Mörtels vom Rand zum Zentrum der Trägerplatte von 100 % auf 80 %.

Im Abschnitt K.5 des Anhangs K dieser ETA ist ein geeignetes Verfahren zur Berechnung der Verformung  $\Delta w$  für übliche Werkstoffe angegeben.

Bei Anwendung des Verfahrens nach Anhang K dieser ETA darf der Nachweis für die Trägerplatte, dass die Streckgrenze nicht überschritten wird, entfallen, wenn:

- der Grenzwert für oben genannte Verformung  $\Delta w$  eingehalten wird;
- der Beton mindestens der Festigkeitsklasse C25/30 nach EN 206-1 entspricht;
- der Stahl mindestens der Festigkeit S355 nach EN 10025-2 entspricht.

Bei niedrigeren Festigkeiten darf der Spannungsnachweis ebenfalls entfallen, wenn der Grenzwert der o. g. Verformung  $\Delta w$  mit den nachstehenden Faktoren reduziert wird:

0,90 bei Verwendung von Betongüte C20/25,

0,67 bei Verwendung von Stahl der Festigkeit S235,

0,60 bei Verwendung von Betongüte C20/25 zusammen mit Stahl der Festigkeit S235.

ANMERKUNG: Außer den vorgenannten, sind gegebenenfalls weitere Kriterien für die Berechnung der Verformung  $\Delta w$  zu berücksichtigen. Besonderes Augenmerk ist auf Lasten zu richten, die während des Bauzustandes auftreten (z. B. wenn große Trägerplatten während des Betonierens nicht ausgesteift sind).

Die Berechnung der Verformung der Trägerplatte mit konvexer Fläche kann vernachlässigt werden.

Quadratische oder rechteckige Platten sollen zu runden Platten mit dem Durchmesser

$$d_b = 1,13 a_b$$

idealisiert werden, wobei  $a_b$  den Seiten der quadratischen Platte oder der kleineren Seite der rechteckigen Platte entspricht.

Die Dicke der Trägerplatte muss

$$t_b \geq 0,04 \cdot \sqrt{a_b^2 + b_b^2}$$

jedoch mindestens 10 mm betragen, wobei:

$a_b$  die kleinere Seite der Trägerplatte und

$b_b$  die größere Seite der Trägerplatte ist.

## Anhang G Rotationsfähigkeit

Die Angabe der Leistung des Produktes bzgl. der Gleitflächen erfolgt auf Basis der Bewertung unter den Bedingungen aus dieser ETA:

Unter der Grundkombination der Einwirkungen muss nachgewiesen werden, dass

- die metallische Gegenfläche die SMF Platte vollständig überdeckt,
- kein Kontakt zwischen dem Ober- und Unterteil oder irgendeiner anderen metallischen Komponente auftritt (siehe Anhang A von EN 1337-1).

Beim Nachweis der o. g. Bedingungen muss die Erhöhung der Rotation nach Abschnitt 5.4 von EN 1337-1 berücksichtigt werden.

Rotationen um die Querachse von Führungen sind in Abschnitt E.2 des Anhang E dieser ETA geregelt.

Führungen aus Mehrschicht-Werkstoff unterliegen den Regelungen nach 6.3 von EN 1337-2.

## Anhang H Geometrische Eigenschaften von SMF Platten

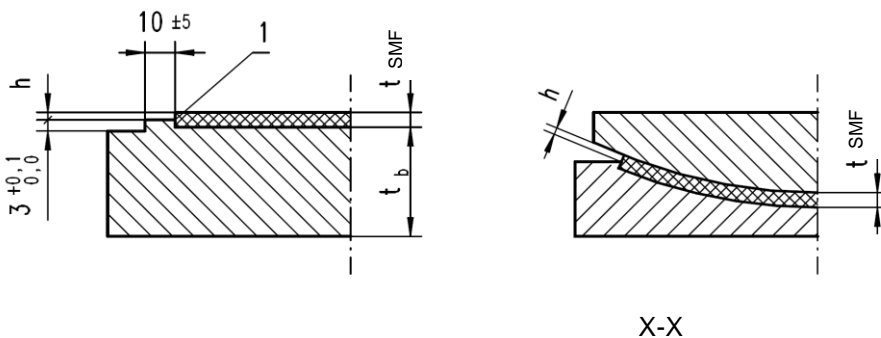
### H.1 Einzelheiten der Kammerung und des Überstandes von Gleitteilen mit SMF

Die in dieser ETA wiedergegebenen Leistungsmerkmale von FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager er sind nur für folgende geometrische Bedingungen gültig.

#### H.1.1 Kammerung von SMF Platten

Die SMF Platten sind gemäß Bild H.1 in einer Trägerplatte zu kammern.

Abmessungen in mm



Legende

1 scharfkantig

Bild H.1 - Einzelheiten der SMF Kammerung und des Überstandes

ANMERKUNG: Es wird ein Einheitsmaß festgelegt, um die Messung des Überstands "h" nach dem Einbau zu erleichtern. Für Schnitt x-x, siehe Bild H.2 bzw. H.3.

Die Dicke  $t_{SMF}$  und der Überstand  $h$  müssen beim unbelasteten und mit Korrosionsschutz versehenen Gleitteil den Bedingungen der Tabelle H.1 entsprechen.

Tabelle H.1: Dicke  $t_{SMF}$  und Überstand  $h$  der SMF Platte

Bemessungswerte	ebene und gekrümmte Gleitflächen	Führungen
Dicke $t_{PE}$ in mm	$2,65 \cdot h \leq t_{SMF} \leq 10,0$ ; mit $h$ in mm	$8,0 \leq t_{SMF} \leq 10,0$
Überstand $h$ in mm	$h = 2,50 + \frac{L}{3000}$ L Durchmesser der Projektionsfläche der SMF Platte in mm	$h = 3,0 \pm 0,2$

Die Grenzabmaße des Überstands  $h$  betragen bei  $L \leq 1200 \text{ mm} \pm 0,2 \text{ mm}$  und bei  $L > 1200 \text{ mm} \pm 0,3 \text{ mm}$ . Der Überstand  $h$  ist an markierten Messstellen, an denen die Dicke der Korrosionsschutzbeschichtung  $300 \mu\text{m}$  nicht überschreiten darf, nachzuweisen. Es müssen mindestens zwei Messstellen an geeigneter Stelle angeordnet werden. Die zulässige Dickenabweichung  $t_{SMF}$  von einteiligen oder von entsprechenden mehrteiligen SMF Platten beträgt  $^{+0,3}_{-0,0}$  mm für Platten mit einem Durchmesser  $L \leq 1200 \text{ mm}$  und  $^{+0,4}_{-0,0}$  mm für größere Platten.

#### H.1.2 Ebene SMF Platten

Ebene SMF Platten müssen kreisförmig sein und dürfen in höchstens vier gleiche Abschnitte unterteilt werden. Weitere Unterteilungen sind außerhalb des Anwendungsbereiches dieser ETA. Die Kleinstabmessung "a" darf nicht kleiner als 50 mm sein. Der Abstand zwischen den einzelnen SMF Abschnitten darf nicht größer als das Zweifache der Dicke der Trägerplatte für das SMF oder für den Gegenwerkstoff sein. Der kleinere Wert ist maßgebend. In Bild H.2 sind einige Beispiele für unterteilte ebene SMF Platten dargestellt.

Abmessungen in mm

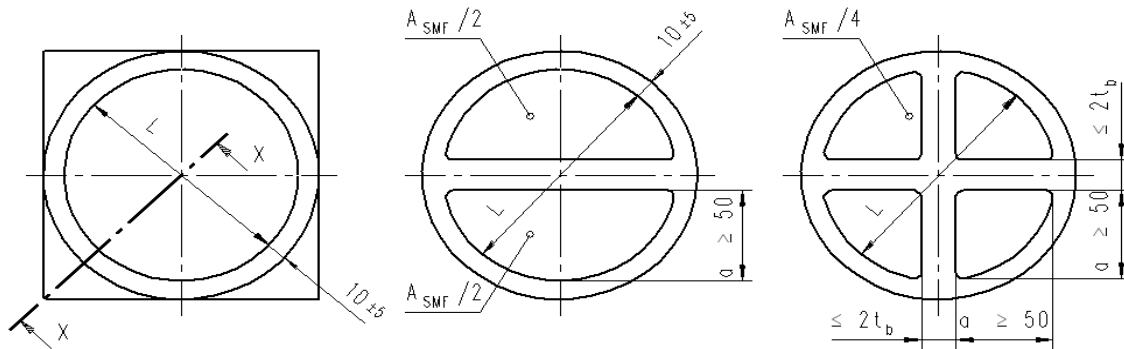


Bild H.2 - Beispiele für die Ausbildung gekammerter ebener SMF Platten

### H.1.3 Gekrümmte SMF Platten

Gekrümmte SMF Platten müssen kreisförmig sein und dürfen in eine Scheibe und einen Ring unterteilt sein. Der Durchmesser der Scheibe darf, falls unterteilt, nicht kleiner als 1000 mm und die Breite des Ringes nicht kleiner als 50 mm sein. Der Ring darf in gleiche Abschnitte unterteilt werden. Die Scheibe und der Ring müssen getrennt gekammert sein. Der Trennungsring der Trägerplatte darf nicht breiter als 10 mm sein. In Bild H.3 sind die Ausbildungen von gekrümmten SMF-Platten für kugelige Gleitflächen dargestellt.

Abmessungen in mm

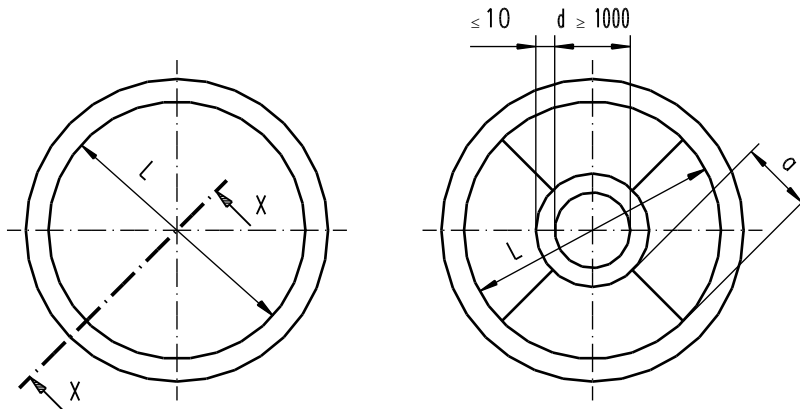


Bild H.3 - Unterteilung gekammerter SMF Platten für kugelige Gleitflächen

### H.1.4 SMF Platten für Führungen

Das Maß "a" muss mindestens 15 mm betragen und der modifizierte Formfaktor

$$S = \frac{A_{SMF}}{u \cdot h} \cdot \frac{t_{SMF} - h}{h}$$

muss größer als 4 sein (siehe Bild H.4).  $A_{SMF}$  ist die komprimierte (nicht deformierte) Oberfläche und u der Umfang der SMF Platte.

Abmessungen in mm

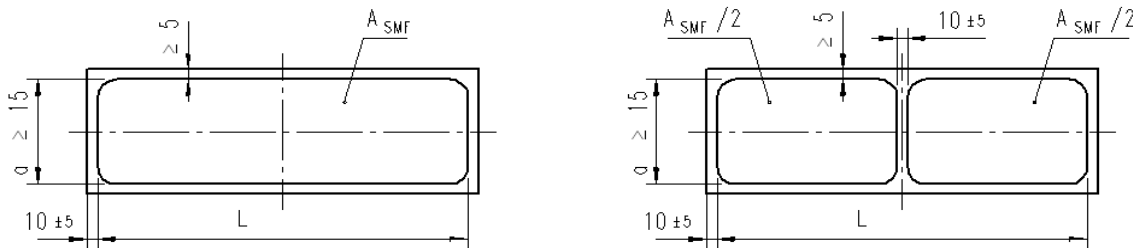
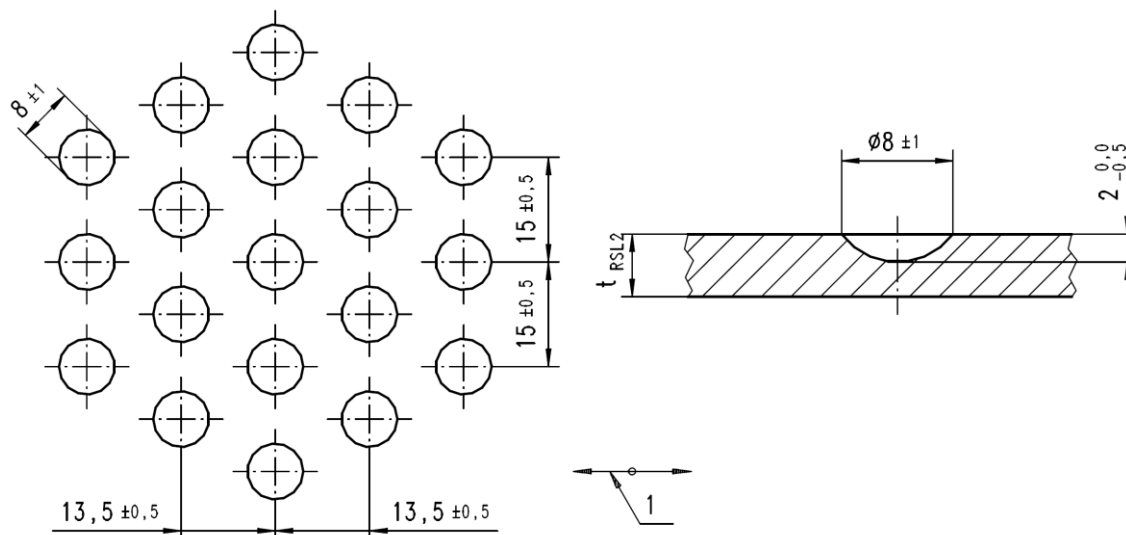


Bild H.4 - Beispiele für gekammerte SMF Platten für Führungen

### H.2 Schmieraschenmuster für Gleitelemente mit SMF

Überschreiten die Pressungen infolge von ständigen charakteristischen Einwirkungen  $G_k$  5 N/mm<sup>2</sup>, so sind Schmieraschen für die Speicherung von Schmierstoff vorzusehen. Form und Anordnung der Schmieraschen im unbelasteten und unbenutzten Zustand und die Ausrichtung nach der Hauptgleitrichtung sind in Bild H.5 dargestellt.

Abmessungen in mm



Legende

1 Hauptgleitrichtung

Bild H.5 - Schmieraschenmuster in gekammerten SMF Platten

## Anhang I Reduzierte Kontaktfläche in kreisförmigen Gleitflächen

Die Koeffizienten  $\lambda$  wurden mittels eines mathematischen Modells berechnet, dem folgende Annahmen zu Grunde liegen:

- 1) Es werden nur Druckspannungen übertragen;
- 2) Die im gedrückten Bereich auftretenden Spannungen sind konstant und gleich dem Bemessungswert  $f_d$  der Druckfestigkeit von SMF Platten (d. h., es wird die Spannungsblock-Theorie zu Grunde gelegt);
- 3) Die Spannungen sind immer normal zur Kontaktfläche gerichtet. Dies ist eine konservative Annahme, die wegen der niedrigen Reibungszahl von SMF im Kontakt mit polierten Metalloberflächen berechtigt ist;
- 4) Die angrenzenden Trägerplatten sind absolut starr.

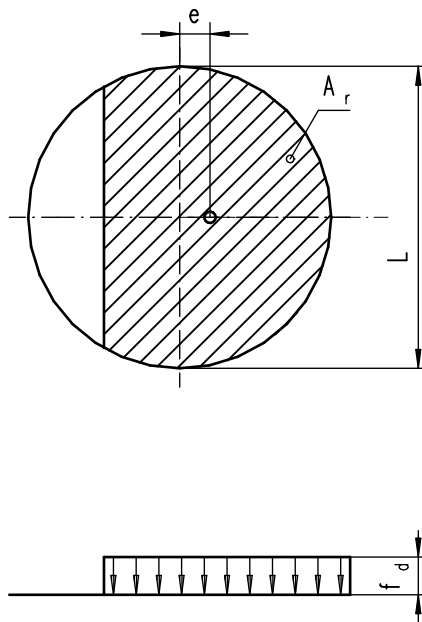


Bild I.1 - Reduzierte Kontaktfläche  $A_r$  in kreisförmigen Gleitflächen

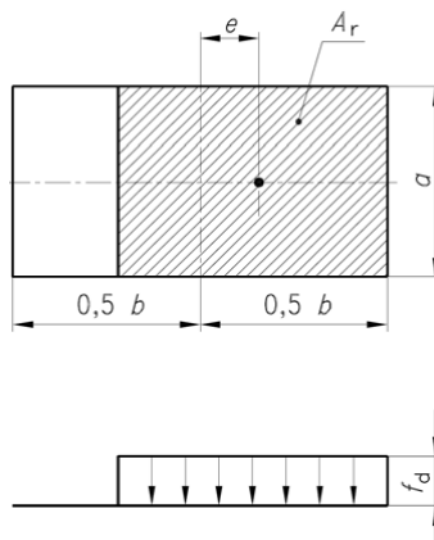


Bild I.2 – Reduzierte Kontaktfläche  $A_r$  in rechteckigen Gleitflächen

$$A_r = \lambda \cdot A$$

Dabei ist:

$\lambda$  der Koeffizient nach Tabelle I.1.

A Kontaktfläche der ebenen Gleitfläche oder die Projektionsfläche der gekrümmten Gleitfläche  $A = \pi L^2/4$

Alternativ zu den exakten Werten der Tabelle I.1 kann folgende Näherungsformel für ebene Gleitflächen von Kalottenlagern verwendet werden:

$$\lambda = 1 - 0,75 \pi e / L$$

Tabelle I.1: Koeffizient  $\lambda = A_r / A$

e / L	eben	Gleitflächen							
		kugelförmig				zylindrisch			
		$\theta$							
		30°	25°	20°	10°	30°	25°	20°	10°
0,0000									
0,0500	0,990	0,991	0,991	0,990	0,990				
0,0100	0,979	0,982	0,981	0,980	0,979	0,984	0,983	0,981	0,980
0,0200	0,957	0,962	0,961	0,960	0,958	0,968	0,965	0,962	0,961
0,0300	0,934	0,942	0,940	0,938	0,936	0,951	0,947	0,943	0,941
0,0400	0,912	0,922	0,919	0,916	0,913	0,934	0,929	0,924	0,921
0,0500	0,888	0,901	0,898	0,894	0,890	0,917	0,911	0,905	0,901
0,0600	0,865	0,880	0,876	0,872	0,867	0,900	0,893	0,886	0,881
0,0700	0,841	0,858	0,853	0,849	0,844	0,882	0,874	0,866	0,862
0,0800	0,818	0,836	0,831	0,826	0,820	0,864	0,855	0,847	0,842
0,0900	0,793	0,814	0,808	0,803	0,796	0,846	0,837	0,827	0,822
0,1000	0,769	0,792	0,786	0,780	0,773	0,828	0,818	0,808	0,802
0,1100	0,745	0,770	0,763	0,757	0,749	0,809	0,799	0,788	0,782
0,1200	0,722	0,747	0,740	0,733	0,724	0,790	0,779	0,768	0,762
0,1255	0,709	0,736	0,729	0,722	0,712	0,780	0,769	0,758	0,752
0,1300	0,697	0,725	0,717	0,710	0,700	0,771	0,760	0,749	0,742
0,1400	0,673	0,702	0,693	0,686	0,676	0,752	0,740	0,729	0,722
0,1500	0,649	0,680	0,670	0,663	0,653	0,733	0,721	0,709	0,702
0,1600	0,625	0,657	0,647	0,639	0,628	0,713	0,701	0,689	0,682
0,1700	0,601	0,635	0,624	0,616	0,604	0,693	0,681	0,669	0,662
0,1800	0,577	0,612	0,601	0,592	0,581	0,673	0,661	0,649	0,642
0,1900	0,552	0,590	0,578	0,569	0,557	0,653	0,641	0,629	0,622
0,2000	0,529	0,567	0,556	0,546	0,533	0,633	0,621	0,609	0,602
0,2100	0,506	0,545	0,533	0,523	0,510	0,612	0,600	0,589	0,582
0,2155	0,500	0,541	0,529	0,518		0,602	0,590	0,579	0,572
0,2200	0,482	0,523	0,511	0,500		0,592	0,580	0,569	0,562
0,2300	0,458	0,501				0,571	0,559	0,548	0,542
0,2400	0,435					0,550	0,539	0,528	0,522
0,2500	0,412					0,529	0,518	0,508	0,502

ANMERKUNG: Zwischenwerte können durch lineare Interpolation ermittelt werden.



## Anhang J

### Berechnungsmethode für Exzentrizitäten in FIP SFEROPOL und CERNOPOL Kalotten- und Zylinderlager

#### J.1 Allgemeines

Reibungskräfte, Kräfte infolge von einwirkenden Horizontallasten und der verdrehte Zustand des Lagers erzeugen eine Exzentrizität der Normalkraft  $N_s$ , die beim Nachweis der SMF Platten, der angrenzenden Bauteile und der Verankerungsmittel zu berücksichtigen ist. Dieser Anhang enthält Angaben zur Berechnung der wesentlichen Exzentrizitäten. Je nach Art der Ausführung können zusätzliche Exzentrizitäten auftreten. Wenn mehrere Exzentrizitäten in einem betrachteten Querschnitt vorkommen, sind diese zu addieren.

#### J.2 Reibungswiderstand

##### J.2.1 Gekrümmte Gleitflächen

Beim Auftreten von Verdrehungsbewegungen tritt ein inneres Moment infolge des Reibungswiderstandes auf. Ungeachtet dessen, ob das Lager eine oder zwei Gleitflächen besitzt, ist die damit verbundene Exzentrizität  $e_1$  wie folgt anzunehmen:

$$e_1 = \mu_{\max} \cdot r$$

Die Reibungszahl  $\mu_{\max}$  ist in Anhang B dieser ETA angegeben.

##### J.2.2 Gleitflächen in Führungen und Arretierungsringen

Für Kalotten- und Zylinderlager der in Bild A.3 c) und d) sowie A.5 c) in Anhang A dieser ETA gezeigten Bauart, bewirken Rotationen eine Exzentrizität, die nur die angrenzenden Bauteile (z. B. Pfeiler, Träger usw.) sowie die Verankerungen betrifft, wobei:

$$e_2 = \frac{V_s}{N_s} \cdot \mu_{\max} \cdot c$$

Für Lager mit Gleiteilen in Führungen gemäß Tabelle 1 dieser ETA wird die Reibungszahl  $\mu_{\max}$  in Anhang B dieser ETA genannt. Bei Arretierungsringen mit Stahl/Stahl-Kontakt wird  $\mu_{\max}$  mit 0,2 zugrunde gelegt.

#### J.3 Verdrehung

Bei allen Lagertypen mit zwei Gleitflächen verursacht der Verdrehungswinkel  $\alpha$  folgende Exzentrizität  $e_3$  der Vertikallast in der gekrümmten Gleitfläche:

$$e_3 = \alpha \cdot (r + b)$$

wobei  $b$  der Abstand des betrachteten Querschnitts von der Gleitfläche ist. Diese Exzentrizität wirkt in jedem Fall in entgegengesetzter Richtung von derjenigen gemäß Anhang E dieser ETA. Das Auftreten von  $e_3$  hängt davon ab, ob die gekrümmte SMF Platte an der konvexen oder konkaven Trägerplatte befestigt ist, ob  $\alpha$  größer oder kleiner als  $\mu$  ist und ob bei geführten Lagern das Lagerspiel seine Funktion wirksam erfüllt. Bei Lagertypen mit nur einer Gleitfläche tritt  $e_3$  nur in der gekrümmten SMF Platte auf, und zwar nur dann, wenn diese Platte an der konvexen Trägerplatte befestigt ist.

#### J.4 Seitliche Kräfte

Seitliche Kräfte werden durch horizontale Einwirkungen und die Reibungswiderstände der anderen Lager erzeugt. Bei Lagern, in denen seitliche Kräfte durch Außenführungen oder Arretierungsringe übertragen werden, erzeugen diese Kräfte keine Exzentrizität in den Gleitflächen. In festen Lagern mit nur einer Gleitfläche bzw. mit Innenführung erzeugt die Horizontalkraft  $V_s$  folgende Exzentrizität:

$$e_4 = \frac{V_s}{N_s} \cdot (r + b)$$

In allen Fällen, in denen die Wirkungslinien der Querkraft und der zugehörigen Reaktionskraft nicht zusammenfallen, erzeugt das sich ergebende Kräftepaar eine Exzentrizität, die ebenfalls zu berücksichtigen ist.

## Anhang K Trägerplatten

### K.1 Allgemeines

In Bild K.1 sind Grenzabmessungen für Trägerplatten mit konkaver Oberfläche angegeben.

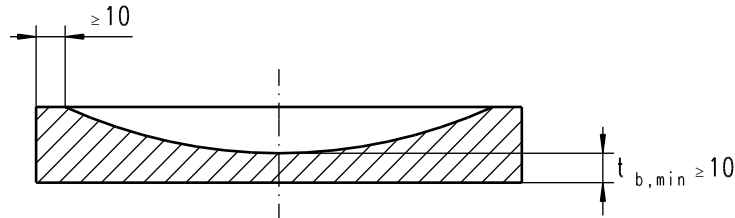


Bild K.1 – Grenzabmessungen der Trägerplatte mit konkaver Oberfläche

### K.2 SMF Kammerung

Der obere Rand der Vertiefung (Kammerung) ist scharfkantig und rechtwinklig auszuführen um das Fließen des SMF Gleitwerkstoffs einzuschränken (siehe Bild H.1 in Anhang H dieser ETA). Im Bereich des Übergangs zwischen Wandung und Boden der Kammerung darf der Radius der Ausrundung 1 mm nicht überschreiten. Die Tiefe der Kammerung ist auf die Maße der SMF Platte nach Anhang H dieser ETA zu beziehen. Grundsätzlich muss die SMF Platte die Kammerung ohne Spiel ausfüllen. Bereichsweise vorkommende Spalten zwischen dem Rand der SMF Platte und der Wandung der Kammerung dürfen bei Raumtemperatur die Werte der Tabelle K.1 nicht überschreiten.

Tabelle K.1: Passung gekammerter SMF Platten.

Maß L [mm]	Spalt [mm]
$75 \leq L \leq 600$	0,6
$600 < L \leq 1200$	0,9
$1200 < L \leq 1500$	1,2

Dabei ist

L nach Anhang H dieser ETA

### K.3 Ebenheit

Oberflächen von Trägerplatten, die Gleitmaterialien stützen oder an Anker- oder Futterplatten anschließen, sind so zu bearbeiten, dass die größte Abweichung  $\Delta z$  von der theoretisch ebenen Oberfläche nicht größer als  $0,0003 \cdot d$  oder 0,2 mm ist. Der größere Wert ist maßgebend.

### K.4 Passung der Gleitflächen

Die größte Abweichung  $\Delta z$  der ebenen oder der gekrümmten Oberflächen von der theoretischen Oberfläche darf innerhalb der anliegenden SMF Platte nicht größer als  $0,0003 \cdot L$  oder 0,2 mm sein. Der größere Wert ist maßgebend.

### K.5 Verfahren zur Berechnung der Verformung von an Beton anschließenden Trägerplatten

Für runde Stahlplatten, die an Bauteilen aus Beton mindestens der Festigkeitsklasse C20/25 nach EN 206-1 und Mörtelschichten mit entsprechender Festigkeit anschließen, kann die größte, auf den Durchmesser L bezogene Relativverformung  $\Delta w$  anhand folgender Gleichung ermittelt werden:

$$\Delta w = \frac{0.55}{L} \cdot k_c \cdot \alpha_c \cdot k_b \cdot \alpha_b$$

mit

$$k_c = 1,1 + (1,7 - 0,85 \cdot d_b / L) \cdot (2 - d_b / L_0) \quad \text{wenn } L_0 \leq d_b \leq 2 \cdot L_0$$

$$k_c = 1,1 \quad \text{wenn } d_b > 2 \cdot L_0$$

$$\alpha_c = \frac{N_{Qd}}{E_{cd}} + \frac{N_{Gd}}{E_{crd}}$$

$$k_b = 0,30 + 0,55 \cdot d_b / L$$

$$\alpha_b = \left( \frac{L}{L + 2 \cdot t_b} \right)^2 \cdot \left( \frac{3 \cdot L_0}{d_b} \right)^{0,4}$$

dabei ist

$d_b$  der Durchmesser der Trägerplatte

$t_b$  die Dicke der Trägerplatte; bei Trägerplatten mit konkaver Oberfläche darf der Berechnung die konstante Ersatzdicke  $t'_b = t_{b,\min} + 0,6 (t_{b,\max} - t_{b,\min})$  zu Grunde gelegt werden

L der Durchmesser der SMF Platte

$L_0$  der Bezugsdurchmesser = 300 mm

$N_{Qd}$  die Druckkraft infolge von Bemessungswerten der veränderlichen Einwirkungen

$N_{Gd}$  die Druckkraft infolge von Bemessungswerten der ständigen Einwirkungen

$E_{cd}$  der Bemessungswert des Elastizitätsmoduls des Betons

$E_{crd}$  der Bemessungswert des reduzierten Elastizitätsmoduls des Betons zur Erfassung des Kriechens unter Bemessungswerten der ständigen Einwirkungen  $N_{Gd}$  ( $E_{crd} \cong 1/3 E_{cd}$ )

Das vorstehende Näherungsverfahren darf auch auf quadratische oder rechteckige Platten angewendet werden, wenn sie zu runden Platten mit dem Durchmesser

$$d_b = 1,13 a_b$$

idealisiert werden, wobei  $a_b$  den Seiten der quadratischen Platte oder der kleineren Seite der rechteckigen Platte entspricht.