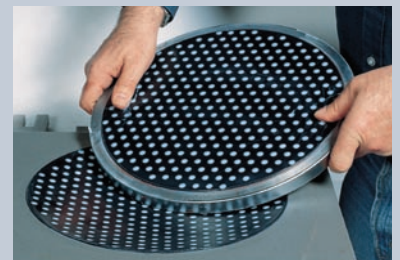
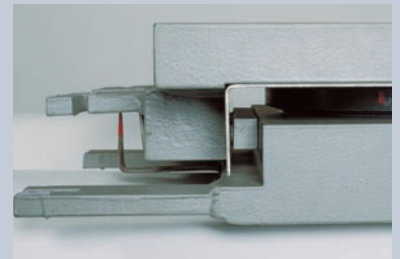




MAURER MSM[®]-Gleitlager



MAURER MSM[®] – der innovative Gleitwerkstoff

Was ist MSM®?

MSM® ist ein innovativer und patentierter Gleitwerkstoff für Brückengleitlager. MSM® eignet sich ebenso für andere Anwendungen, zum Beispiel Taktschiebelager, Erdbebenvorrichtungen oder Gleitlager im Hochbau.

MSM® ist ein modifiziertes Polyethylen, dessen Gleit- und Tragfähigkeit durch verschiedene Additive verbessert wurde.

MSM® enthält keine Füllstoffe oder Regenerate.

MSM® ist ein chemisch und alterungsbeständiger Thermoplast ohne umweltkritische Bestandteile wie zum Beispiel Fluor oder Chlor.

MSM® ist die Abkürzung für MAURER Sliding Material. Der Name ist als eingetragene Marke geschützt.

MSM® wird ausschließlich für Maurer Söhne hergestellt.

MSM®-Gleitlager müssen nur halb so groß dimensioniert werden wie herkömmliche PTFE-Lager.

MSM®-Scheiben (schwarz) werden wie PTFE (weiß) in einer Trägerplatte in ca. der Hälfte ihrer Dicke gekamert.

Die Schmierung erfolgt über

Schmieraschen, die mit dem gängigen Silikonfett gefüllt werden.



Werkstoffeigenschaften

MSM® ist besonders geeignet für hohe Verschiebegeschwindigkeiten. [Im Vergleich zu PTFE zeigt es bei 7,5facher Verschiebegeschwindigkeit weniger Verschleiß.]

MSM® erträgt hohe Belastungen. [Im Vergleich zu PTFE doppelt so hohe Pressungen.]

MSM® ist für den Einsatz bei hohen Temperaturen bis 70 °C geeignet. [PTFE 48 °C bei ab 30 °C linear abnehmender Tragfähigkeit.]

MSM® verursacht geringe Reibungen. Bei Einsatztemperaturen bis -35 °C beträgt der Bemessungswert der Reibung 2 % [PTFE: 3 %].

MSM® ist verwendbar für Einsatztemperaturen bis -50 °C bei Bemessungswerten der Reibung von weniger als 3 % [PTFE nicht einsetzbar].

MSM® erreicht höchste Lebensdauerwerte. [5fache Gleitwegsummen im Vergleich zu PTFE ohne sichtbaren Verschleiß.]

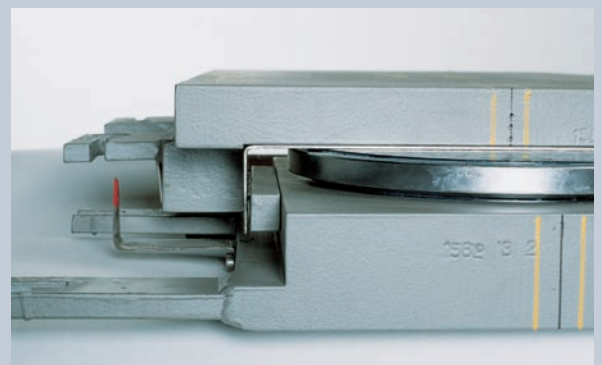
MSM® gleicht durch seine Verformbarkeit Setzungsmulden und Ebenheitsabweichungen aus [starre Gleitwerkstoffe führen zu lokalen Überbeanspruchungen und Verschleiß].

Die Entwicklung von MSM® wurde angestoßen durch Versuche für die geplanten Transrapid-Anwendungsstrecken. Am Anfang stand die Forderung nach einem Brückenlager, das hohe Verschiebegeschwindigkeiten verkraftet und eine lange Lebensdauer erreicht. Am Ende steht mit MSM® ein Gleitwerkstoff, der in allen relevanten Leistungsmerkmalen [gegenüber dem herkömmlichen PTFE] in neue Leistungsdimensionen vordringt.

MSM® entfaltet die ganze Bandbreite seiner Vorteile in Kalottenlagern und macht diese damit kostengünstiger als (notwendigerweise größere) Topf- oder Verformungsgleitlager.



MSM® eignet sich auch für den Einsatz in der seitlichen Lagerführung.



Was kann MSM®?

MSM® bietet ein enormes Einsparpotenzial und eröffnet neue Möglichkeiten für den Brückenbau.

■ Unerreicht bei hohen Anforderungen

Bei extremen Belastungen (hohe Verschiebegeschwindigkeiten, hohe Pressungen, hohe Gleitwegsummen, tiefe oder hohe Temperaturen) ist MSM® der einzige Gleitwerkstoff, der den Anforderungen gerecht wird. Damit schließt MSM® eine Lücke speziell bei Hochgeschwindigkeitstrassen, weichen Konstruktionen und Brücken mit hohem Verkehrsaufkommen oder großen Spannweiten.

■ Geringere Abmessungen

Aufgrund der doppelt so hohen Pressungen, die MSM® im Vergleich zu PTFE erträgt, müssen MSM®-Kalottenlager nur halb so groß dimensioniert werden.

■ Kalottenlager statt Topflager

Weil das MSM®-Kalottenlager kleiner ist, ist es in vielen Fällen auch kostengünstiger als ein (notwendigerweise größeres) Topf- oder Verformungsgleitlager.

■ Wirtschaftlichere Bauweise

Die geringeren Abmessungen erlauben schlankere und damit wirtschaftlichere Bauwerke aufgrund enormer Materialeinsparungen.

■ 40fach erhöhte Lebensdauer

Unter Einbeziehung aller Materialeigenschaften und Vorteile hat MSM® gegenüber PTFE eine mindestens 40fach erhöhte Lebensdauer. Das bedeutet durch die Vermeidung von Wartungsaufwand auf lange Sicht eine enorme Kostenersparnis. Da MSM®-Kalottenlager in der Regel die Lebensdauer des Bauwerks mindestens aber 50 Jahre erreichen, kann auf stationäre Hilfseinrichtungen wie Pressenansatzpunkte verzichtet werden. Dies führt in Kombination mit den geringeren Lagerabmessungen zu weiteren Einsparungen und eröffnet architektonische Freiheiten.

Fazit: Der neue Gleitwerkstoff MSM® bietet gegenüber PTFE viele Vorteile und ist selbst bei Nichtausnutzung seiner zusätzlichen Leistungsmerkmale kostenneutral.



REFER, E.P.

Tejo Brücke 25. April Lissabon/Portugal:
MSM®-Kalottenlager für 10 km Gleitweg/Jahr
bei 15 mm/s



Horst-Peter Krause

Wuppertaler Schwebebahn: Testanwendung von MSM®-
Elementen für 7 km Gleitweg pro Jahr bei ca. 30 mm/s



Eiffage TP

Viadukt Millau/Frankreich: Taktschiebesystem aus
64 synchron gesteuerten MSM®-Vorschubeinrichtungen



ALLIANZ Arena München Stadion GmbH

Allianz Arena
München: MSM®-
Kalottenlager
zur Auflagerung der
Dachkonstruktion

Referenzen

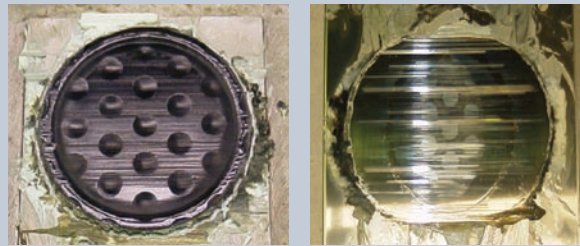
Aufgrund der hohen Anforderungen, die MSM® erfüllt, wurde es beispielsweise bei folgenden Projekten eingebaut:

- Neues Akropolis Museum Athen
- Allianz Arena München
- Hochgeschwindigkeits-Eisenbahnen
AVE in Spanien
TGV in Frankreich
- Taktschiebelager Viaduc de Millau
- Rügenbrücke Stralsund
- Schwebebahn Wuppertal
- Svinesund-Brücke Norwegen/Schweden
- Talbrücke Enzenstetten Füssen
- Tejo-Brücke Lissabon
- Transrapid-Teststrecke Lathen
- „Sarkophag“ Tschernobyl
- Tsing Ma Brücke Hongkong
- U-Bahn Moskau

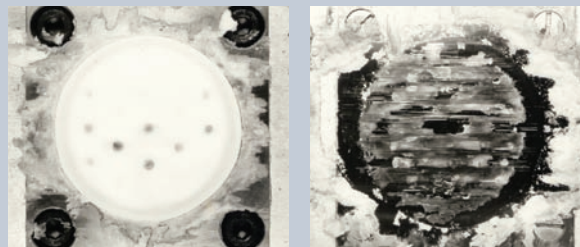
MSM® im Test

MSM® wurde bei der Staatlichen Materialprüfanstalt der Universität Stuttgart (MPA) ausführlich auf seine Eigenschaften getestet. Die Versuchsanordnungen waren so, wie für Gleitreibungsprüfungen nach der EN 1337 für die Qualifizierung der Komponenten für Lager im Bauwesen vorgeschrieben. Bisher konnte bei den Langzeitversuchen kein Verschleiß festgestellt werden. Die Angaben auf diesen beiden Seiten beschreiben also das Verhalten im geprüften Bereich, der Grenzbereich von MSM® ist dabei noch nicht erreicht worden.

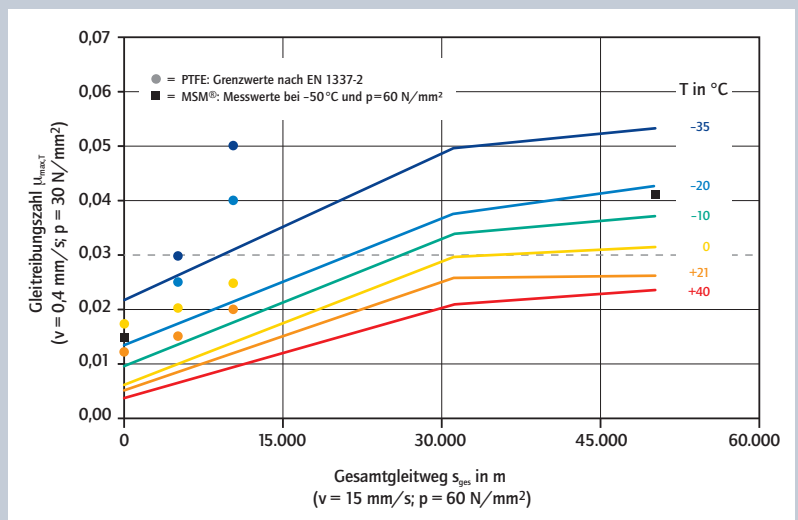
Das Fazit der MPA Stuttgart lautet wörtlich:
 „Zusammenfassend ist festzustellen, dass gegen den MAURER-Gleitwerkstoff MSM® bei Zugrundelegung der in den Regelwerken für die Verwendung von PTFE weiß spezifizierten Anforderungen für die Anwendung als Komponente in Lagern im Bauwesen keine Bedenken bestehen. Darüber hinaus können damit Beanspruchungsbedingungen abgedeckt werden, unter denen Gleitkomponenten aus PTFE weiß nachweislich versagt haben und die deshalb von den Regelwerken nicht vorgesehen sind. Auch bei relativ hoher Beanspruchung (Flächenpressung p bis 200 N/mm^2 statisch bzw. 60 N/mm^2 dynamisch, Gleitgeschwindigkeit v bis 15 mm/s) sind begrenzte Kriechverformungen, relativ niedrige Reibungszahlen und praktisch keine verschleißbedingten oder sonstigen relevanten Schädigungen in der Kontaktzone zu erkennen.“



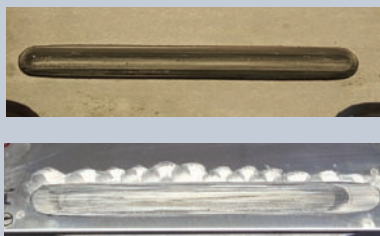
Fotos von MSM®-Scheibe (links) und Gleitblech (rechts), entstanden nach dem Öffnen eines Modelllagers nach Abschluss des 50-km-Versuchs. Erkennbar sind Riefen (auch am Boden der Schmieraschen), aber kein Abrieb.



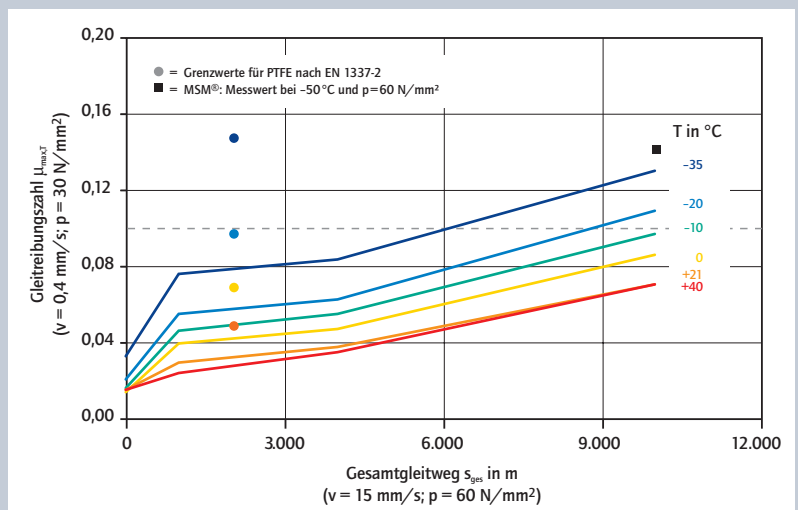
Dagegen zeigen die Fotos von PTFE deutlich den Abrieb des Materials. Die PTFE-Aufnahmen entstanden ebenfalls bei der MPA Stuttgart, nach Abschluss des 10-km-Langzeitversuchs gemäß EN 1337-2.



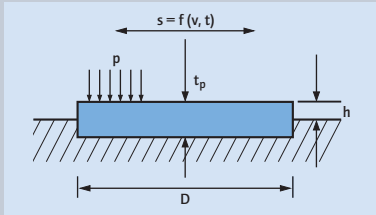
Grafik A: MSM®-Scheiben im Langzeit-Gleitversuch (mit Schmieraschen)



Der Zustand von MSM®-Streifen und Gleitblech nach dem 10-km-Versuch an der MPA Stuttgart: Es ist keinerlei Abrieb erkennbar.



Grafik B: MSM®-Streifen im Langzeit-Gleitversuch (ohne Schmieraschen)



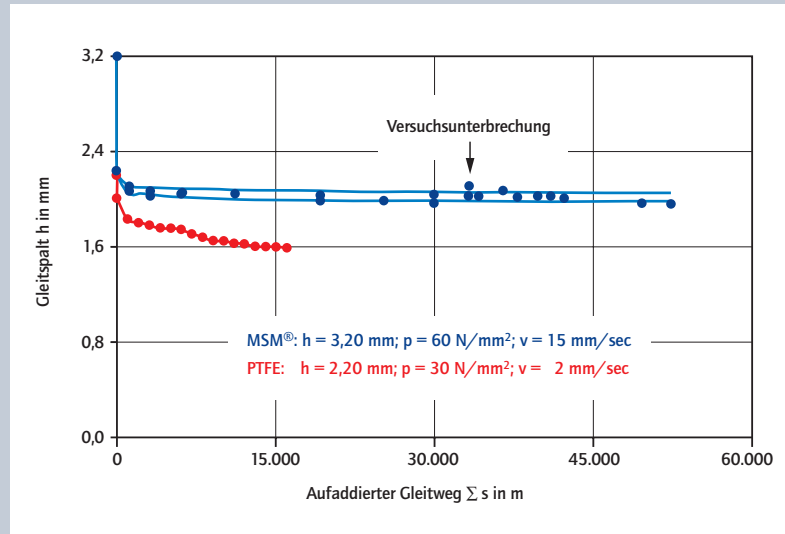
Durchgeführt wurden Lang- und Kurzzeitversuche unter statischer Belastung sowie unter Gleitbeanspruchung. Bei allen Versuchen wurden als konstante Komponenten in den Modellagern Gleitblech und Silikonfett jeweils in Brückenlagerqualität verwendet.

Grafik A

Getestet wurden MSM[®]-Scheiben im Langzeitversuch unter Gleitbeanspruchung. Die Grafik zeigt, dass die Gleitreibungszahl von MSM[®] unter den PTFE-Grenzwerten bleiben, die in der EN 1337-2 festgeschrieben sind. Selbst nach 50 km Gesamtgleitweg überschreitet MSM[®] den 10-km-Wert von PTFE nur unwesentlich. Dabei wurde der aufaddierte Gleitweg bei Raumtemperatur einer mittleren Pressung von 60 N/mm² und einer konstanten Geschwindigkeit von 15 m/sec ausgesetzt. (Für die PTFE-Versuche nach EN 1337-2 sind 30 N/mm² und sinusförmig 2 m/sec aufzubringen.) Die Reibbeiwerte wurden, wie bei PTFE üblich, temperaturabhängig bei einer Pressung von 30 N/mm² und einer Geschwindigkeit von 0,4 m/sec bestimmt. Grafik A zeigt auch, dass MSM[®] auch für dauerhafte Tieftemperaturen geeignet ist. Auch bei Temperaturen von -50°C liegen die Reibbeiwerte unterhalb der für PTFE bei -35°C gemessenen Werte. PTFE ist dagegen für einen Langzeiteinsatz bei Tieftemperaturen nicht geeignet.

Grafik B

Getestet wurden MSM[®]-Streifen mit Initialschmierung. Die Versuche waren analog A angelegt, mit entsprechend höheren Pressungen und Geschwindigkeiten für MSM[®] im Vergleich zu PTFE. Da die Seitenführungen niedrigere Gleitwegsummen erreichen, wurde jeweils nur ein Fünftel der Strecke getestet: Die Reibbeiwerte liegen für MSM[®] nach 10 km noch unter denen, die PTFE nach 2 km erreicht. Auch hier zeigt sich die Eignung von MSM[®] für Temperaturen bis -50°C.

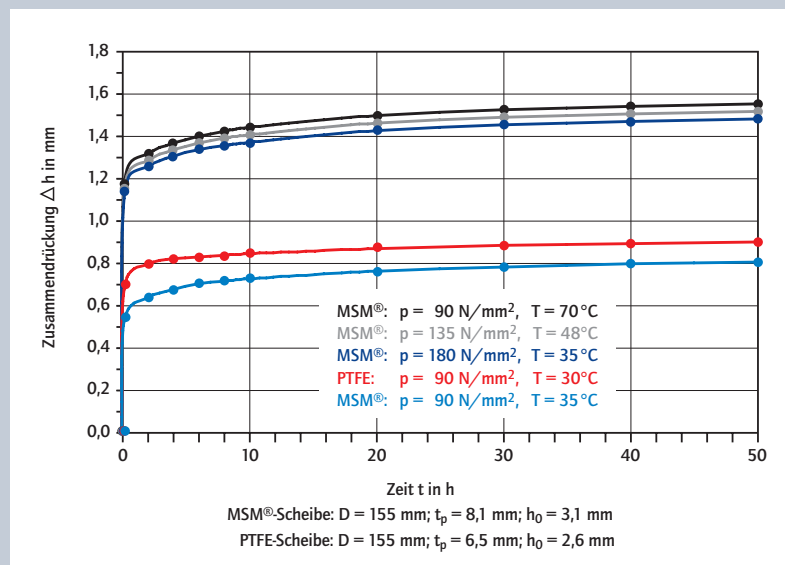


Grafik C: Verschleiß im selben Langzeitversuch wie Grafik A

Grafik C

Die Grafik zeigt die Verringerung des Gleitspalts beim beschriebenen Langzeitversuch. Deutlich sichtbar ist, dass sich der Gleitspalt mit Ausnahme der elastisch-plastischen Anfangssetzung über den Gesamtweg kaum verändert.

Die Abnahme des Gleitspalts ist auf die Schmieraschen-Rückbildung und die Wulstbildung zurückzuführen, doch die stabile Kurve beweist, dass MSM[®] keinen Verschleiß zeigt.



Grafik D: Statischer Langzeit-Verformungsversuch mit konstanter Pressung

Grafik D

Die statischen Belastungsversuche bei einer wirksamen Lagertemperatur von 35°C zeigen eine pressungsabhängige, elastisch-plastische Anfangsverformung und darauf folgend ein Langzeitkriechen, welches auch bei der charakteristischen Pressung von 180 N/mm² nach ca. 48 Stunden ausklingt (dunkelblaue Kurve). Zunehmende Lagertemperaturen führen zu einer Reduzierung der aufnehmbaren Pressung, die graue bzw. schwarze Linie zeigt das Zeitverformungs-

verhalten bei 135 N/mm² und 48°C bzw. 90 N/mm² und 70°C. Ein ähnliches Langzeitverhalten zeigt PTFE bei einer Pressung von maximal 90 N/mm² (rote Kurve) und 30°C bzw. 67 N/mm² und 48°C. Das Verformungsverhalten von PTFE und MSM[®] bei gleichen Pressungen ist ähnlich, d. h., durch die Verwendung von MSM[®] geht das von PTFE bekannte ausgleichende Bettungsverhalten nicht verloren (hellblaue und rote Kurve im Vergleich).

Bemessung und Konstruktion

Das Deutsche Institut für Bautechnik hat im Auftrag der europäischen Organisation für technische Zulassungen EOTA für MAURER MSM®-Kalottenlager eine europäische Zulassung erteilt (ETA 06/0131). Die Zertifizierung zur Führung des CE-Zeichens erfolgte durch die Gütegemeinschaft Konstruktiver Stahlbau e.V. MAURER MSM®-Kalottenlager werden von der MPA Stuttgart fremdüberwacht. Die europäische Zulassung beruht auf den Vorgaben der Europäischen Norm EN 1337 Lager für Ingenieurbauten.



In der Zulassung wird die Eignung von MSM® hervorgehoben „... 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“. Der Werkstoff MSM® ist patentiert. Die zugehörigen Angaben sind beim Institut für Bautechnik und der MPA Stuttgart vertraulich hinterlegt.

Aufnehmbare Pressungen

Charakt. aufnehmbare Pressung f_t in N/mm^2 [$T \leq 35^\circ C$]	Hauptgleitfläche ständige u. veränderliche Einwirkungen	180
	Führungen veränderliche Einwirkungen	
	Führungen ständige Einwirkungen, Einwirkungen aus Temperatur, Kriechen und Schwinden	60
Teilsicherheitsbeiwert γ_m nach EN 1990		1,4

Charakteristische Werte der aufnehmbaren Pressungen von MSM®

Die charakteristischen Werte der aufnehmbaren Pressung von MSM® betragen das Doppelte der Werte für PTFE, für ständige Einwirkungen in Führungen sogar das 6fache.

Die pressungsabhängigen Reibungszahlen für MSM®-Scheiben mit Schmieraschen werden je nach Einsatztemperaturbereich nach den folgenden Formeln ermittelt [PTFE-Werte in Klammern]:

$$T \geq -50^\circ C: 0,027 \leq \mu_{max} = \frac{2,8}{30 + p} \leq 0,08$$

$$T \geq -35^\circ C: 0,020 \leq \mu_{max} = \frac{1,6}{15 + p} \leq 0,08$$

$$[0,030 \leq \mu_{max} = \frac{1,2}{10 + p} \leq 0,08]$$

$$T \geq -5^\circ C: 0,015 \leq \mu_{max} = \frac{1,2}{15 + p} \leq 0,06$$

$$[0,020 \leq \mu_{max} = \frac{0,8}{10 + p} \leq 0,06]$$

Dabei ist hervorzuheben, dass die Reibungszahlen nach Beaufschlagung mit extrem hohen Geschwindigkeit von 15 N/mm^2 und einem enormen Gesamtgleitweg von 50 km ermittelt wurden. Für MSM®-Streifen mit Anfangsschmierung in Führungen wurde pressungsunabhängig je nach Temperaturbereich die folgende Reibungszahl festgeschrieben:

$$T \geq -50^\circ C \quad \mu = 12\%$$

$$T \geq -35^\circ C \quad \mu = 10\%$$

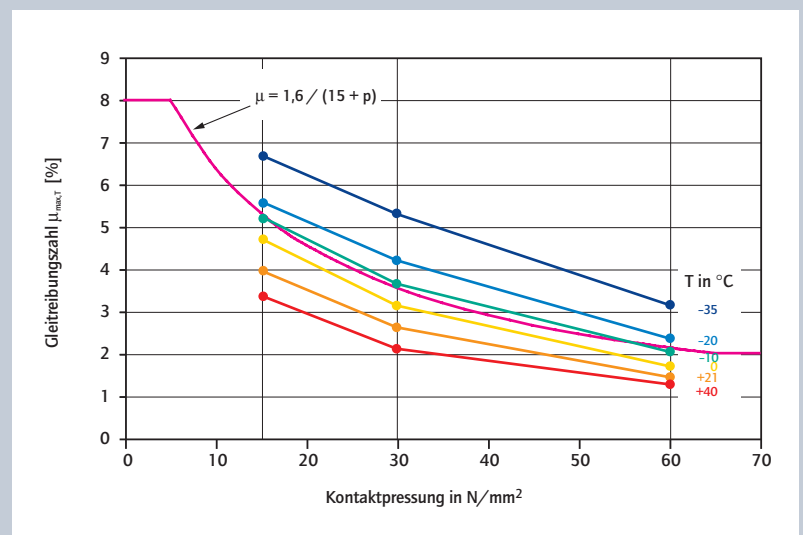
$$T \geq -5^\circ C \quad \mu = 7\%$$

Auch diese gilt für Extremgeschwindigkeiten von 15 mm/s und einem Gleitweg von 10 km bei häufigen Tieftemperaturen von $-10^\circ C$. Für PTFE wird in den Vorschriften ein Wert von 8 % festgeschrieben, doch wie Grafik B zeigt, gilt dieser Wert nur für Wege von 2 km, Geschwindigkeiten von 2 mm/sec und Temperaturen über $-35^\circ C$. Bei diesen Beanspruchungen liegt der MSM®-Wert unter 5 %.

Grafik E: Pressungsabhängigkeit der Reibungszahl von MSM®-Scheiben mit Schmieraschen

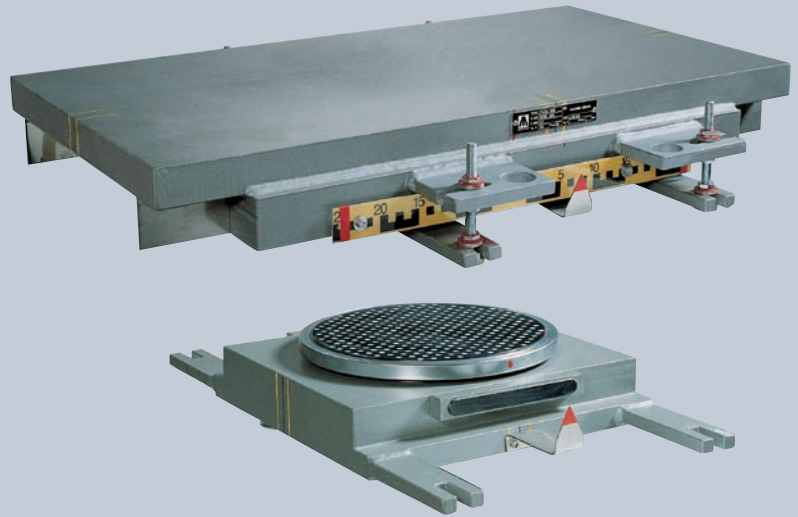


MAURER MSM®-Kalottenlager mit Führung: konkaves Unterteil (oben) und mit eingelegter Kalotte (unten).



Lagerabmessungen

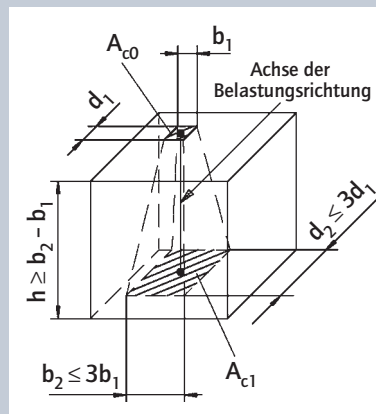
Infolge der hohen aufnehmbaren Pressungen von MSM® können Brückenlager insbesondere dann klein und wirtschaftlich gebaut werden, wenn Kalottenlager zum Einsatz kommen und die anschließenden Bauteile hohe Kontaktpressungen weiterleiten können. Dies ist in der Regel bei Stahlüberbauten und höherfesten Betonen der Fall. Durch Zwischenelemente wie Stahlplatten, hochfeste Mörtel oder Sockel, sowie durch spezielle Bewehrungsführungen oder Krafteinleitungsrichtungen kann dieses Ziel auch bei Beton niedrigerer Güte erreicht werden. Hierbei ist der Nachweis der Teilflächenpressung nach DIN-Fachbericht 102:2003 gemäß folgender Formel zu führen.



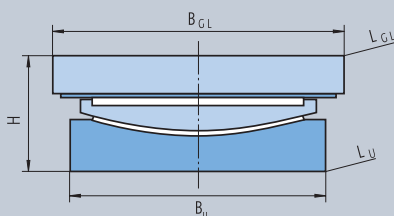
$$F_{Rdu} = A_{c0} \times f_{cd} \times \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} \leq 3,0 \times A_{c0} \times f_{cd}$$

$$f_{cd} = \alpha \times f_{ck} \times \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 0,85 \times \frac{f_{ck}}{1,5}$$

(für die Grundkombination und bei Langzeiteinwirkung)



Pressungsverteilung für den Teilflächenpressungsnachweis



Die folgenden Tabellen geben Richtwerte für die Hauptabmessungen von MAURER MSM®-Kalottenlagern in Abhängigkeit von der vorhandenen Beton-Festigkeitsklasse wieder.

Annahmen:
 $\tan \varphi \leq 0,01$
 $e_y = \pm 10 \text{ mm}$

Beton-Festigkeitsklasse C35/45											
MSM® Lagertyp	Auflast V* kN	H mm	B _U mm	L _U mm	B _{GL} mm	ex = 50 mm		ex = 100 mm		ex = 150 mm	
						L _{GL} mm	Gew. kg	L _{GL} mm	Gew. kg	L _{GL} mm	Gew. kg
KGa - 1	1000	110	170	200	310	35	420	45	530	55	
KGa - 5	5000	115	330	360	470	110	580	125	690	140	
KGa - 10	10000	130	450	480	590	210	700	230	810	250	
KGa - 25	25000	170	690	730	840	650	950	690	1060	730	
KGa - 50	50000	290	990	1020	1130	2200	1240	2300	1350	2400	

Beton-Festigkeitsklasse C40/50											
MSM® Lagertyp	Auflast V* kN	H mm	B _U mm	L _U mm	B _{GL} mm	ex = 50 mm		ex = 100 mm		ex = 150 mm	
						L _{GL} mm	Gew. kg	L _{GL} mm	Gew. kg	L _{GL} mm	Gew. kg
KGa - 1	1000	110	170	200	310	35	420	45	530	55	
KGa - 5	5000	115	320	350	460	100	570	115	680	125	
KGa - 10	10000	130	440	470	580	200	690	220	800	240	
KGa - 25	25000	165	670	700	810	600	920	640	1030	680	
KGa - 50	50000	280	960	990	1100	2050	1210	2150	1320	2250	

* Bemessungswert der Grundkombination nach EN 1990

MAURER MSM®-Gleitlager

Bildabdruck mit freundlicher Genehmigung von Transrapid International

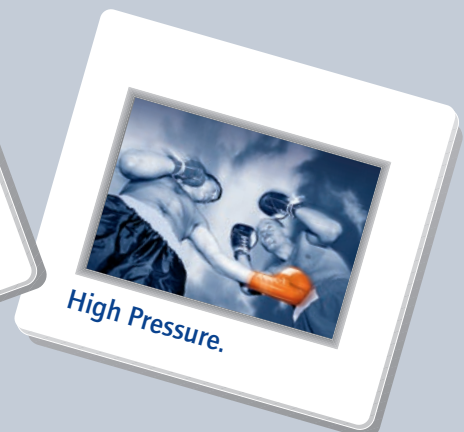


Transrapid-Projekt
Flughafen München,
Innenstadt

MSM® ist ein neu entwickelter, innovativer Gleitwerkstoff. **MAURER MSM®-Gleitlager im Brückenbau** überzeugen im Vergleich zu herkömmlichen PTFE-Lagern durch mindestens:

- 7,5fache Geschwindigkeit
- doppelt so hohe Pressungen
- 5fache Gleitwegsummen
- Reibbeiwerte unter 3 % auch bei Temperaturen bis -50 °C

Daraus resultieren eine mindestens **40fach erhöhte Lebensdauer**, **geringere Abmessungen** und eine **wirtschaftlichere Bauweise**.



Maurer Söhne Stammhaus
Frankfurter Ring 193, 80807 München
Postfach 44 01 45, 80750 München
Telefon (0 89) 3 23 94-0
Telefax (0 89) 3 23 94-3 06
ba@maurer-soehne.de
www.maurer-soehne.de

Maurer Söhne Niederlassung
Zum Holzplatz 2, 44536 Lünen
Postfach 63 40, 44520 Lünen
Telefon (02 31) 4 34 01-0
Telefax (02 31) 4 34 01-11

Maurer Söhne Zweigwerk
Kamenzer Str. 4-6, 02992 Bernsdorf
Postfach 55, 02992 Bernsdorf
Telefon (03 57 23) 2 37-0
Telefax (03 57 23) 2 37-20