



MOVING POSSIBILITIES FORWARD

Costenoble Anti-Friction-Coatings

Allgemein

Anti-Friction-Coatings sind Schmierstoffe, die als Beschichtung auf einer Oberfläche aufgebracht werden. Dort bilden sie fest haftende, trockene Schmierfilme mit einer hohen Wirksamkeit.

Sie bestehen aus Festschmierstoffen und organischen oder anorganischen Bindern sowie einem Lösemittel. Neben den Hauptbestandteilen können sie noch funktionelle Additive wie Korrosionsinhibitoren oder UV-Zusätze enthalten. Als Festschmierstoff kommen am häufigsten MoS₂, PTFE oder andere synthetische Schmierstoffe zum Einsatz.



Anti-Friction-Coatings von Costenoble

Costenoble bietet mit den Anti-Friction-Coatings der Molykote® Serie, den PTFE-Coatings aus dem Hause DuPont® sowie den Eigenentwicklungen der OSIXO® Reihe eine umfassende Serie hochwertiger Beschichtungen für eine Vielzahl von Anwendungen. Diese werden zum Teil seit Jahrzehnten in fast allen Bereichen der industriellen Produktion eingesetzt. Hier überzeugen sie durch Zuverlässigkeit und Qualität. Sie bieten weitreichende Möglichkeiten der Konstruktions- und Prozessoptimierung.

Einsätze

Anti-Friction-Coatings kommen in allen Bereichen der Industrie zum Einsatz. Durch die zunehmende Automatisierung in Fertigung und Montage steigt ihre Bedeutung stetig. Nicht selten ersetzt der Einsatz von Anti-Friction-Coatings verschiedene Schmierungsprozesse in einem Arbeitsablauf. So können zum Beispiel zu montierende Bauteile mit einem Gleitlack vor Korrosion und Verschmutzung geschützt transportiert werden. Bei der Montage ersetzt das verwendete Anti-Friction-Coating dann einen flüssigen oder festen Montageschmierstoff oder eine mechanische Montagehilfe.

Auch zur Unterstützung der Einlaufprozesse von Maschinenelementen kommen Anti-Friction-Coatings immer häufiger zum Einsatz. Sie bieten einen zusätzlichen Schutz vor Verschleiß, einen definierten Reibungskoeffizienten und machen den gesamten Prozess berechenbarer und sicherer.

Anti-Friction-Coatings ermöglichen in vielen Fällen eine Lebensdauerschmierung und erlauben im Vergleich zur konventionellen Schmierung einfachere Konstruktionen.

Dank ihrer Vielseitigkeit, einfachen Handhabung und Anwendung kommen Anti-Friction-Coatings in zahlreichen Fertigungsprozessen in fast allen Industriebereichen zum Einsatz. Die Anwendungen umfassen Dichtlippen, Schließsysteme und Zylinder, Federn, Nockenwellen, Getriebe, Spindeln, Gleitlager, O-Ringe, Tür-, Fenster- und Kofferraumdichtungen, Armaturen, Scharniere, Schalter, Schrauben, Bolzen, Kettenelemente, Sintermetallbuchsen, Lagerschalen, Linearführungen, Zahnstangen, Ventile, Vergaser, Pumpen, Muttern, Schrauben und Bolzen, Kolben und viele Weitere.

Vorteile

- Trockene und saubere Schmierung
- Verminderung von Reibung und Verschleiß
- Konstante und definierte Reibwerte mit sehr geringer Streuung
- Einsatz unter extremen Bedingungen wie Hoch-/Tieftemperatur, Vakuum und Staub möglich
- Lebensdauerschmierung möglich
- Vereinfachung von Montage und Demontage
- Minimierung des Wartungsaufwandes
- Ersatz, Unterstützung oder Ergänzung von Öl- oder Fettschmierung
- Verbesserter Einlauf von Maschinenelementen
- Zusätzliche Notlaufeigenschaften
- Geeignet für nahezu alle Werkstoffe wie Metalle, Kunststoffe, Elastomere und Holz
- Sehr guter Korrosionsschutz
- Lange Lagerungszeiten
- Resistent gegen Verschmutzung
- Mineralöl- und chemikalienbeständige Beschichtungen möglich
- Sauber in der Anwendung – keine Verschmutzung von Reibstelle und Umgebung
- Verminderung von Passungsrost
- Sehr dünne Beschichtung möglich
- Hohe Ergiebigkeit
- Teilweise überlackierbar
- Keine Wasserstoffversprödung
- Vermeiden von „Stick-Slip-Effekten“
- Geräuschreduzierung

Wirkung

Anti-Friction-Coatings gleichen die Unebenheiten der Oberfläche aus und bilden einen glatten Film. Dadurch wird der Reibungskoeffizient selbst bei hohen Belastungen und widrigen Bedingungen optimiert.

Sie gewähren eine trockene und saubere Schmierung und können unter Umständen den Einsatz von Fetten oder Ölen überflüssig machen. Sie können aber auch in Kombination mit diesen eingesetzt werden. In diesen Fällen unterstützen Gleitlacke die Schmierung in Grenzbereichen und gewähren Notlaufeigenschaften.

Applikation

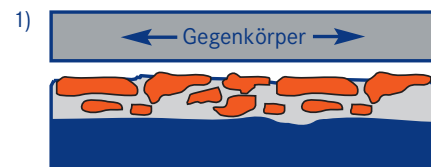
Auch hier ähneln die Anti-Friction-Coatings eher Industrielacken als klassischen Schmierstoffen. Sie können mithilfe üblicher Lackierverfahren wie Sprüh-, Tauch- oder Pinselverfahren aufgetragen werden.

Anti-Friction-Coatings können auch durch Spritztrommeln oder Zentrifugen sowie durch elektrostatische bzw. automatische Sprühverfahren oder durch Druck- oder Walzbeschichtungsverfahren angewendet werden.

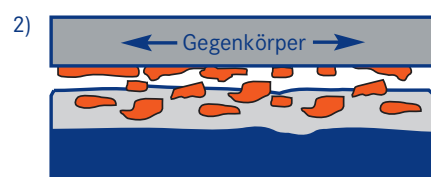
Funktion

Nach dem Trocknen und Aushärten bilden die Anti-Friction-Coatings einen trockenen und nur wenige Mikrometer dünnen Schmierfilm, der auf dem Untergrund fest haftet. Dieser Film wirkt als Reibung und Verschleiß mindernde Trenn- und Schmier-schicht zwischen den Reibpartnern.

Bei der Relativbewegung der Kontaktpartner erfolgt zunächst eine Einglättung der Gleitlackoberfläche. Durch einen Übertrag schmierwirksamer Komponenten aus der Gleitlackschicht auf den Gegenkörper kommt es zur Bildung eines Transferfilms. Der Aufbau dieses Schmierstofffilms zwischen den Gleitpartnern führt zu einer Verringerung der Reibwerte.



Einglättung der Oberfläche und teilweise Abtrag des Festschmierstoffes aus dem Gleitlack durch den Gegenkörper.



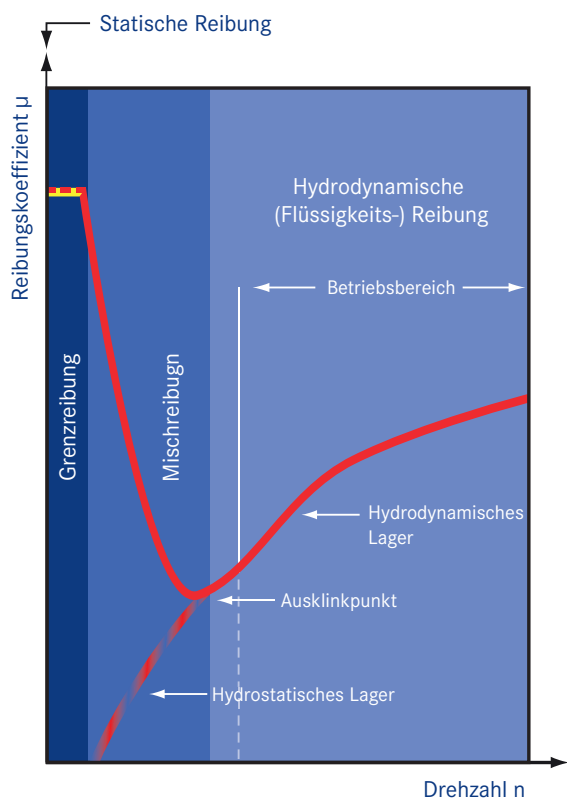
Übertragen von einzelnen Partikeln des Festschmierstoffes auf den Gegenkörper.



Bildung des Transferfilms - Aufbau eines Schmierstofffilms zw. den Reibpartnern.

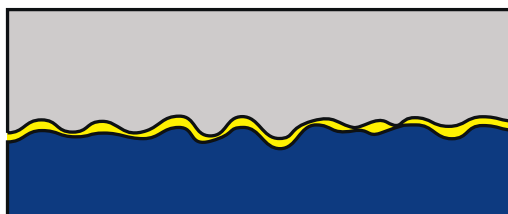
Anti-Friction-Coatings sind in Grenz- und Mischreibungszuständen besonders wirksam. Da in beiden Fällen eine hydrodynamische Schmierung nicht möglich ist führt der direkte Kontakt der Reibpartner zu einem Verschleiß. Der Einsatz eines Anti-Friction-Coatings verhindert diesen direkten Kontakt. So sind die Flächen selbst bei sehr niedriger Geschwindigkeit, oszillierenden Bewegungen oder hoher Belastung immer durch einen schmierwirksamen Film voneinander getrennt.

Anti-Friction-Coatings können außerdem die hydrodynamische Schmierung beim Einlauf wirksam unterstützen und Notlaufschmierung gewähren.

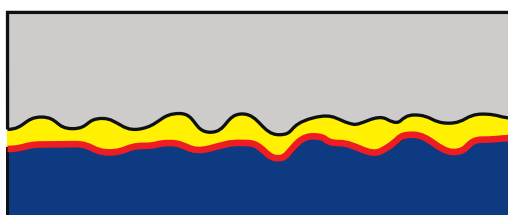


Aufgetragene Anti-Friction-Coatings enthalten einen Festschmierstoffanteil von bis zu 70 %. Festschmierstoffe mit einer Lamellenstruktur „schwimmen“ zunächst in einem nassen Film, richten sich aber während der Trocknung waagrecht aus. Sie lagern sich in einzelnen Schichten ab und gleichen die Unebenheiten in der Oberfläche des Trägermaterials aus. Bei Belastung wird die Filmstruktur komprimiert. So bildet sich eine äußerst glatte Oberfläche.

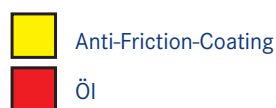
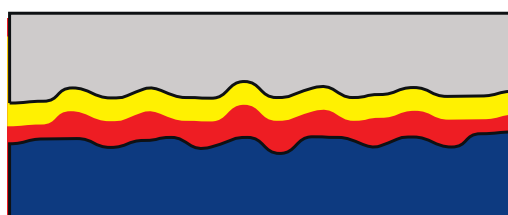
1. Grenzreibung



2. Mischreibung



3. Hydrodynamische Reibung



Grundstoffe und Unterscheidungen

Maßgeblich für die Leistung und Qualität von Anti-Friction-Coatings ist der verwendete Festschmierstoff und dessen Volumenkonzentration. Doch auch die anderen Komponenten – Bindemittel,

Lösemittel und Additive – sind entscheidende Faktor für die Leistungsfähigkeit. Die folgende Übersicht vergleicht die gängigsten Festschmierstoffe und Bindemittel.

Festschmierstoffe

Art	Stärken	Potentielle Schwächen
MoS₂ (Molybdändisulfid)	+ Hohes Lasttragevermögen + Breiter Temperaturbereich + Überlackierbar + Ausgezeichnete Haftung + Niedriger Reibungskoeffizient bei hoher Belastung + Schutz vor Tribokorrosion + Verlängert die Lebensdauer + Elektrischer Isolator	- Starke Reibung bei geringer Belastung - Einlauf bei hoher Belastung - Hoher Reibungskoeffizient bei Feuchtigkeit
Graphit	+ Hohe Temperaturbeständigkeit + Trennwirkung (Metallumformung) + Guter Schmierstoff bei Feuchtigkeit	- kürzere Lebensdauer bei Raumtemperatur - Elektrisch leitfähig - Nur schwarz
PTFE	+ Farb-und geruchlos + Gute Trennwirkung und Korrosionsschutz + Einsatz unter extremen Bedingungen + Niedriger Reibungskoeffizient + Elektrischer Isolator + Gute chemische Beständigkeit + Lebensdauerschmierung möglich + Sehr geringe Schichtdicke möglich + Konstante Reibungszahlen	- Geringes Lasttragevermögen - Nicht überlackierbar
Synthetische Festschmierstoffe	+ Farblos/einfärbbar + Extrem niedriger Reibungskoeffizient bei geringer Belastung (Aushärtungstemperatur) + Gute chemische Beständigkeit + Guter Tribokorrosionsschutz + Niedrige Aushärtungstemperatur + Elektrischer Isolator	- Geringes Lasttragevermögen - Begrenzter Temperaturbereich

Bindemittel

Art	Chemische Beständigkeit	Temperaturbeständigkeit	Lufthärtung	Korrosionsbeständigkeit	Anmerkungen
Epoxydharz	+++	+++	-	+++	Hohe Härte, Wasserbasis möglich
Polyamidimid	+++	+++	-	++	Selbstschmierend – schwierige Applikation
Phenolharz	++	+++	-	+	Wasserbasis möglich
Acrylat	++	++	+++	-	Wasserbasis möglich
Titanat	-	+++	+++	-	Begrenzte Filmbildung

Vorteile gegenüber klassischen Schmierstoffen

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Vorteile von Anti-Friction-Coatings gegenüber herkömmlichen – „klassischen“ – Schmierstoffen.

		„Klassische“ Schmierstoffe					
		Mineralölfett	Synthetisches Fett	Siliconfett	Fettpaste	Gewindepaste	MoS ₂ -Paste
Anti-Friction-Coating (AFC)	AFC – MoS ₂	+ Lasttragevermögen + Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Chemische Beständigkeit + Korrosionsschutz	+ Lasttragevermögen + Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Chemische Beständigkeit* + Korrosionsschutz	+ Lasttragevermögen + Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Niedriger Reibungskoeffizient	+ Lasttragevermögen + Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Korrosionsschutz + Anhaftung	+ Anhaftung + Korrosionsschutz	+ Korrosionsschutz + Anhaftung
	AFC – PTFE	+ Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Chemische Beständigkeit + Trennwirkung + Farblos + Korrosionsschutz	+ Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Chemische Beständigkeit + Trennwirkung + Korrosionsschutz	+ Lasttragevermögen + Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Chemische Beständigkeit + Farblos + Korrosionsschutz	+ Korrosionsschutz + Anhaftung + Trennwirkung + Chemische Beständigkeit + Farblos	+ Anhaftung + Korrosionsschutz + Trennwirkung + Chemische Beständigkeit + Farblos	+ Korrosionsschutz + Anhaftung + Trennwirkung + Chemische Beständigkeit + Farblos
	AFC – Graphit	+ Lasttragevermögen + Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Chemische Beständigkeit + Ölbeständigkeit + Lösemittelbeständigkeit	+ Lasttragevermögen + Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Chemische Beständigkeit* + Ölbeständigkeit* + Lösemittelbeständigkeit*	+ Lasttragevermögen + Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Niedriger Reibungskoeffizient + Korrosionsschutz + Lösemittelbeständigkeit*	+ Lasttragevermögen + Korrosionsschutz + Anhaftung + Trennwirkung + Öl- und Lösemittelbeständigkeit	+ Anhaftung + Korrosionsschutz + Trennwirkung + Öl- und Lösemittelbeständigkeit	+ Korrosionsschutz + Anhaftung
	AFC – synthetische Festschmierstoffe	+ Lasttragevermögen + Einsatztemperaturbereich + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Chemische Beständigkeit + Trennwirkung + Farbe	+ Lasttragevermögen + Einsatztemperaturbereich* + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Chemische Beständigkeit* + Trennwirkung + Farbe	+ Lasttragevermögen + Anhaftung + Tribokorrosion + Festkörperreibung + Niedriger Reibungskoeffizient + Farbe	+ Lasttragevermögen + Korrosionsschutz + Anhaftung + Trennwirkung + Farbe	+ Anhaftung + Korrosionsschutz + Farblos + Niedriger Reibungskoeffizient	+ Korrosionsschutz + Anhaftung + Trennwirkung + Farbe

* Gilt nur bedingt oder mit Einschränkungen



MOLYKOTE® Anti-Friction-Coatings

Die Anti-Friction-Coatings der Molykote® Serie nehmen unter den Schmierstoffen aus dem Hause Dow Corning® einen hohen Stellenwert ein. Der Schwerpunkt liegt auf lastbeständigen und zuverlässigen Gleitlacken mit MoS₂ als Festschmierstoff. Aus diesem Bereich kommen die meisten der bereits seit Jahrzehnten bewährten Molykote® Anti-Friction-Coatings. Doch auch Produkte mit anderen Festschmierstoffen sind in der Molykote® Serie verfügbar.

So bietet Dow Corning® mit seinen Molykote® Anti-Friction-Coatings ein umfangreiches Sortiment hochwertiger Gleitlacke für eine Vielzahl von Anwendungen.

MOLYKOTE® Produktreihe

Mit farblicher Unterscheidung nach wärmehärtenden (**rot**) und lufttrocknenden (**blau**) Anti-Friction-Coatings.

Produkt	Schmierstoff	Bindemittel	Lösemittel
MOLYKOTE® D-321R	MoS ₂	Titanat	MOLYKOTE® L-13
MOLYKOTE® 3402-C LF	MoS ₂	Spezialprodukt	MOLYKOTE® L-13
MOLYKOTE® D-3484	MoS ₂	Phenolharz	MOLYKOTE® L-13
MOLYKOTE® 3400A LF / Aero	MoS ₂	Epoxydharz	MOLYKOTE® L-13
MOLYKOTE® 106	MoS ₂	Epoxydharz	MOLYKOTE® L-13
MOLYKOTE® D-7409 / D-7620	MoS ₂	Polyamidimid	MOLYKOTE® 7415
MOLYKOTE® D-106	MoS ₂	Epoxydharz	Wasser
MOLYKOTE® 7400	MoS ₂	Acrylat	Wasser
MOLYKOTE® PTFE-N UV	PTFE	Acrylat	MOLYKOTE® L-13
MOLYKOTE® D-708	PTFE	Epoxydharz	MOLYKOTE® L-13
MOLYKOTE® D-96 / D-9610	PTFE	PU	Wasser
MOLYKOTE® D-7405	Synthetischer Festschmierstoff	Polyamidimid	MOLYKOTE® 7415
MOLYKOTE® D-10 NMP frei	Graphit	Polyamidimid	MOLYKOTE® 7415
MOLYKOTE® D-88	Spezialpigmente	Polyamidimid	MOLYKOTE® 7415

Bei MOLYKOTE® L-13 handelt es sich um eine Mischung organischer Lösemittel, MOLYKOTE® 7415 ist ein organisches Lösemittel mit einem Flammpunkt von >90 °C.

Anti-Friction-Coatings auf Basis von PTFE und synthetischen Festschmierstoffen – Stärken im Vergleich*

	MOLYKOTE® PTFE-N UV	MOLYKOTE® D-708	MOLYKOTE® D-96/ D-9610	MOLYKOTE® D-7405
MOLYKOTE® PTFE-N UV		Farblos, Lufttrocknung, Aerosol	Temperaturbeständigkeit, Anhaftung, Aerosol	Farblos, Lufttrocknung, Aerosol
MOLYKOTE® D-708	Lasttragevermögen, Chemische Beständigkeit, Korrosionsschutz, Anhaftung		Temperaturbeständigkeit, Lasttragevermögen, Chemische Beständigkeit, Korrosionsschutz, Anhaftung	Chemische Beständigkeit, Korrosionsschutz
MOLYKOTE® D-96/D-9610	Wasserbasis, Niedrige Reibung	Farblos/schwarz, Lufttrocknung, Wasserbasis		Farblos/schwarz, Lufttrocknung, Wasserbasis
MOLYKOTE® D-7405	Lasttragevermögen, Niedrige Reibung, Chemische Beständigkeit, Korrosionsschutz	Niedrige Reibung, Höherer Flammpunkt	Temperaturbeständigkeit, Lasttragevermögen, Chemische Beständigkeit, Korrosionsschutz, Anhaftung	

* Stärken der Anti-Friction-Coatings in der Zeile verglichen mit den Anti-Friction-Coatings in der Spalte

Anti-Friction-Coatings auf MoS₂-Basis –Stärken im Vergleich*

	MOLYKOTE® D-321R	MOLYKOTE® D-3484	MOLYKOTE® 3400A LF / Aero	MOLYKOTE® 3402-C LF	MOLYKOTE® 106	MOLYKOTE® D-7409 / MOLYKOTE® D-7620	MOLYKOTE® D-106	MOLYKOTE® 7400
MOLYKOTE® D-321R		Temperaturbeständigkeit, Extreme Belastung, Aerosol, Lufthärtung	Niedrige Reibung, Lufttrocknung, Aerosol, Höherer Flammpunkt,	Temperaturbeständigkeit, Niedrige Reibung, Aerosol, Höherer Flammpunkt, Ungiftig	Temperaturbeständigkeit, Gute Haftung, Lufttrocknung, Aerosol	Lufttrocknung, Aerosol	Temperaturbeständigkeit, Lufttrocknung, Aerosol	Temperaturbeständigkeit, Gute Anhaftung, Aerosol
MOLYKOTE® D-3484	Keine Kreidung, Chem. Beständigkeit, Korrosionsschutz		Niedrige Reibung, Rasche Aushärtung, Höherer Flammpunkt	Niedrige Reibung, Höherer Flammpunkt, Ungiftig	Niedrige Reibung, Korrosionsschutz, Rasche Aushärtung	Rasche Aushärtung	Niedrige Reibung, Rasche Aushärtung	Temperaturbeständigkeit, Korrosionsschutz
MOLYKOTE® 3400A LF / Aero	Korrosionsschutz, Chem. Beständigkeit, Keine Kreidung	Temperaturbeständigkeit, Korrosionsschutz		Temperaturbeständigkeit, Korrosionsschutz	Temperaturbeständigkeit, Korrosionsschutz	Temperaturbeständigkeit, Korrosionsschutz	Temperaturbeständigkeit, Chem. Beständigkeit, Korrosionsschutz	Temperaturbeständigkeit, Chem. Beständigkeit, Korrosionsschutz
MOLYKOTE® 3402-C LF	Keine Kreidung, Korrosionsschutz, Mil. Spezifikation	Temperaturbeständigkeit, Lufttrocknung, Mil. Spezifikation	Lufttrocknung		Temperaturbeständigkeit, Korrosionsschutz, Lufttrocknung, Mil. Spezifikation	Lufttrocknung, Mil. Spezifikation	Lagerstabilität, Niedrigere Aushärtungstemperatur, Mil. Spezifikation	Temperaturbeständigkeit, Chem. Beständigkeit, Korrosionsschutz, Mil. Spezifikation
MOLYKOTE® 106	Chem. Beständigkeit, Keine Kreidung	Mil. Spezifikation	Niedrige Reibung und Aushärtungstemperatur, Höherer Flammpunkt	Niedrige Reibung, Höherer Flammpunkt, Ungiftig		Niedrigere Aushärtungstemperatur, Mil. Spezifikation	Lagerstabilität, Niedrigere Aushärtungstemperatur, Mil. Spezifikation	Temperaturbeständigkeit, Chem. Beständigkeit, Mil. Spezifikation
MOLYKOTE® D-7409 / MOLYKOTE® D-7620	Chem. Beständigkeit, Korrosionsschutz, Keine Kreidung	Temperaturbeständigkeit, Chem. Beständigkeit, Korrosionsschutz	Niedrige Reibung, Chem. Beständigkeit, Höherer Flammpunkt	Temperaturbeständigkeit, Niedrige Reibung, Chem. Beständigkeit, Korrosionsschutz, Höherer Flammpunkt, ungiftig	Temperaturbeständigkeit, Chem. Beständigkeit, Korrosionsschutz		Temperaturbeständigkeit, Chem. Beständigkeit, Korrosionsschutz, Lagerstabilität	Temperaturbeständigkeit, Chem. Beständigkeit, Korrosionsschutz
MOLYKOTE® D-106	Korrosionsschutz, Keine Kreidung, Wasserbasis	Wasserbasis	Niedrige Reibung, Wasserbasis	Niedrige Reibung, Wasserbasis, Ungiftig	Korrosionsschutz, Wasserbasis	Wasserbasis		Temperaturbeständig., Korrosionsschutz, Chem. Beständigk.
MOLYKOTE® 7400	Wasserbasis, Kein Flammpunkt	Lufttrocknung, Wasserbasis, Kein Flammpunkt	Niedrige Reibung, Lufttrocknung, Wasserbasis, Kein Flammpunkt	Niedrige Reibung, Wasserbasis, Kein Flammpunkt, Ungiftig	Lufttrocknung, Wasserbasis, Kein Flammpunkt	Lufttrocknung, Wasserbasis, Kein Flammpunkt	Lufttrocknung, Kein Flammpunkt	

* Stärken der Anti-Friction-Coatings in der Zeile verglichen mit den Anti-Friction-Coatings in der Spalte

Typische Eigenschaften von MOLYKOTE® Anti-Friction-Coatings

	Festschmierstoff	Verdüner/ verträgliches Lösemittel	Farbe	Einsatztemperaturbereich in °C	Lasttragvermögen (Falex-Test, ASTM D 2625)[N]	Lebensdauer (LFW-1-Test, ASTM D 2714) [Umdrehung in 1000]	Oszillation in 1000	Beständigkeit gegen Tribokorrosion (Deyber-Test) [Oszillationen]	Typische Korrosionsschutzwerte (*) (ISO R 1456) [h]	Aushärtungsbedingungen in min/°C	Flammpunkt in °C	Oberflächenbedeckungsvermögen in m ² /kg
MOLYKOTE® D-321R	MoS ₂	Molykote® L 13	Grau	-180/450	15.000	s=480	s=210	14 x 10 ⁶	-	5/20	23	7
MOLYKOTE® 3402-C LF	MoS ₂	Molykote® L 13	Grau	-200/315	15.500	s=150	s=15	5 x 10 ⁶	p+sp=120	120/20	12	15
MOLYKOTE® D-3484	MoS ₂	Molykote® L 13	Grau	-70/250	15.500	p=300	p=350	28 x 10 ⁶	p+sp=24	10/170	23	10
MOLYKOTE® 3400A LF/ Aero	MoS ₂	Molykote® L 13	Grau	-200/430	20.000	p=100	p> 50	7 x 10 ⁶	p+sp=500 p+dp=240	30/200	< 21	15
MOLYKOTE® 106	MoS ₂	Molykote® L 13	Grau	-70/250	15.500	p=380	p=280	24 x 10 ⁶	-	60/150	24	15
MOLYKOTE® D-7409	MoS ₂	Molykote® 7415	Grau	-70/380	15.800	p=350	p=100	> 36 x 10 ⁶	p+sp=300 p+dp=96	30/220	28	12
MOLYKOTE® D-7620	MoS ₂	Molykote® 7415	Grau	-70/380	15.800	p=400	p=100	> 36 x 10 ⁶	p+sp=300	20/220	28	14
MOLYKOTE® 7400	MoS ₂	Wasser	Grau	-70/200	13.000	p=200	p=100	9 x 10 ⁶	-	40/20	-	16
MOLYKOTE® D-106	MoS ₂	Wasser	Grau	-70/250	13.500	p=300	p=180	24 x 10 ⁶	p+sp=24	60/200	84	15
MOLYKOTE® PTFE-N UV	PTFE	Molykote® L 13	Trans- parent	-180/240	4.000	p=15	p=36	24 x 10 ⁶	p+sp=24	120/20	-19	18
MOLYKOTE® D-708	PTFE	Molykote® L 13	Schwarz	-180/240	1.220	p=9	p=13	1 x 10 ⁶	p+sp=500 p+dp=360	20/200	0	18
MOLYKOTE® D-96 / D-9610	PTFE	Wasser	Trans- parent	-40/80	-	-	-	-	-	120/20	>100	-
MOLYKOTE® D-7405	Synth. Fest- schmierstoff	Molykote® 7415	Gelblich- transp.	-70/200	15.000	p=150	p=100	> 36 x 10 ⁶	p+sp=200 p+dp=96	60/120	41	16
MOLYKOTE® D-10	Graphit	Molykote® 7415	Schwarz	-70/380	13.600	p=6	p=1	> 36 x 10 ⁶	-	30/180	63	8
MOLYKOTE® D-88	Spezial	Molykote® 7415	Silber- grau	-70/380	-	-	-	-	p+sp=300 p+dp=120	20/210	63	-

dp = Applikation durch Tauchzentrifugieren - sp = Applikation durch Spritzen p = phosphatierte Oberfläche - s = sandgestrahlte Oberfläche

MOLYKOTE® Anti-Friction-Coating - Lösungen für Maschinenelemente

Lösungen für	Einlaufschäden	Verschweißen, Riefenbildung, Fressen	Hoher Verschleiß, Lochfraß	Kurze Lebensdauer auf Grund hoher Belastung	Tribokorrosion	Ruckgleiten (Stick-Slip)	Wechselnder Reibungskoeffizient	Kurze Schmierintervalle	Verunreinigung, Kreidung	Unbefriedigende Oberflächenqualität	Kurze Lebensdauer auf Grund extremer Temperaturen	Versagen der Schmierung durch den aggressiven Einfluss von Chemikalien	Umweltbezogene Applikationsprobleme	Korrosion
Scharniere, Federn, Schlösser, Schalter, Schrauben, Bolzen, Sicherheitsgurte, Schibindungen	D-321R	D-3484, 3402-C LF, 3400A LF, 3400A Aero, D-7409, D-106	3400A LF, 3400A Aero, D-7409, 106	D-3484, 3400A LF, 3400A Aero, D-106	106, D-7409	D-3484, 3400A LF, 3400A Aero, D-7409, D-106	PTFE-N UV, D-7405	D-3484, 3400A LF, 3400A Aero	D-7405, D-7409, D-708	D-321R, D-3484, 3400A LF, 3400A Aero	D-321R, D-7409, 3400A LF, 3400A Aero	D-7409, 3400A LF, 3400A Aero, D-708, D-10	7400, D-106	3400A LF, 3400A Aero, D-7409, D-708
Bremsteile, Kupplungen, Magnetspulen	D-321R, 7400	106, D-7409, 3400A LF, 3400A Aero	D-106, D-7409	3400A LF, 3400A Aero, D-106, D-7409	106	D-106, D-7405, D-7409	D-7405	106	D-7405, D-7409, D-708	D-321R, 106	D-321R, 3400A LF, 3400A Aero, D-7409	D-7409, 3400A LF, 3400A Aero, D-708, D-10	7400, D-106	D-7409, 3400A LF, 3400A Aero, D-708
Gleitlager, Kettenelemente, Pendellager, Sintermetallbuchsen, Lager-schalen	D-321R	106, 3400A LF, 3400A Aero	106, D-7409	3400A LF, 3400A Aero, D-106, D-7409	106	D-321R, D-7409	D-7405	106	D-7405, D-7409	D-321R, 106	D-321R, 3400A LF, 3400A Aero, D-7409	3400A LF, 3400A Aero, D-7409	7400, D-106	D-7409, 3400A LF, 3400A Aero, D-708
Linearführungen, Spindeln, Wellen, Gleitbahnen, Justierkeile, Zahnstangen	D-321R	D-321R, 106, D-106	3400A LF, 3400A Aero, 106, D-7409, D-106	D-321R, 106, D-106	106	D-321R, 106, D-106	D-321R, 106, D-7405	D-3484, 3400A LF, 3400A Aero, 106	D-7409	D-321R, D-106	D-321R, D-7409, 3400A LF, 3400A Aero	D-7409, 3400A LF, 3400A Aero	7400, D-106	D-7409, 3400A LF, 3400A Aero, D-708
Ventile, Vergaser, Pumpen	D-7409	D-7409	D-7409	D-7409	D-7409	D-7409	D-7409	D-7409	D-7409	3400A LF, 3400A Aero	D-7409	D-7409	D-7409	D-7409
Muttern, Schrauben und Bolzen		D-708, D-7405		3402-C LF	3402-C LF	D-7405, D-708	D-7405, D-708		D-7405, D-708	D-7405	D-321R	D-7405, D-708	7400, D-7405	D-7405, D-708
Elastomerdichtungen/-profile, Kunststoffteile	D-96, D-9610			D-96, D-9610		D-96, D-9610	PTFE-N UV, D-96, D-9610	D-96, D-9610		D-96, D-9610		D-96, D-9610		
Flugzeuge, Raketen, Helikopter, Weltraumstationen	D-321R	3402-C LF, D-7409	3402-C LF, D-7409, 3400A LF, 3400A Aero	3402-C LF, 3400A LF, 3400A Aero, D-7409	106, D-7409	3402-C LF, D-321R, 3400A LF, 3400A Aero	3402-C LF, D-7409	3402-C LF, 3400A LF, 3400A Aero	D-7409	D-321R, 3402-C LF	D-321R, 3400A LF, 3400A Aero, D-7409	D-7409, 3400A LF, 3400A Aero	D-321R	D-7409, 3400A LF, 3400A Aero
Kolben, hydraulische Teile, Nockenwellen, Getriebe	7400, D-10, D-88, D-7409	D-10, D-7409, D-88	D-7409, D-10, D-88	D-7409	D-7409	D-7409	D-7409	D-7409, D-10, D-88		3400A LF, 3400A Aero	D-7409	D-7409, D-10, D-88	7400, D-7409, D-10	D-10, D-7409, D-88
Wehrtechnik	3402-C LF	3402-C LF, D-7409, 3400A LF, 3400A Aero	3402-C LF, 3400A LF, 3400A Aero	3402-C LF, 3400A LF	-	3402-C LF, 3400A LF, 3400A Aero	D-7409, D-708	D-7409, 3400A LF, 3400A Aero	D-7409	3402-C LF	D-7409, 3400A LF, 3400A Aero	D-7409, D-708		3400A LF, 3400A Aero, D-7409, D-708

Beständigkeit der ausgehärteten Filmschicht

	Kraftstoffe	Bremsflüssigkeit	Säuren	Alkalische Medien	Aromaten	Alkohole	Deionisiertes Wasser	Keton	Schneidflüssigkeiten	Mineralöle	Synthetische Öle	Wasserverdränger	Reinigungsmittel	Strahlung	Durchschlagfestigkeit	Überlackierbarkeit
MOLYKOTE® D-321R	≈	≈	≈	+	≈	+	++	≈	≈	≈	≈	≈	+	++	≈	+
MOLYKOTE® 3402-C LF	++	+	+	+	++	≈	++	≈	++	+	+	++	+	+	+	+
MOLYKOTE® D-3484	++	++	+	≈	++	++	++	++	++	++	++	++	+	-	≈	+
MOLYKOTE® 3400A LF / Aero	++	++	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++
MOLYKOTE® 106	++	+	+	≈	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	≈	++
MOLYKOTE® D-7409 / D-7620	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++
MOLYKOTE® D-106	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	+	-	-	++
MOLYKOTE® 7400	+	+	≈	≈	≈	+	+	≈	+	≈	+	+	+	-	-	+
MOLYKOTE® PTFE-N UV	+	+	+	+	≈	++	++	≈	+	++	+	+	++	-	+	≈
MOLYKOTE® D-708	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-	++	≈
MOLYKOTE® D-96 / D-9610	+	≈	≈	≈	≈	+	+	≈	-	+	+	-	-	-	+	≈
MOLYKOTE® D-7405	+	≈	+	≈	+	++	++	++	++	++	++	+	++	-	++	≈
MOLYKOTE® D-10 NMP frei	++	++	++	+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	-	++	+
MOLYKOTE® D-88	++	++	++	+	++	++	+	++	++	++	++	++	++	-	-	+

Eignung für verschiedene Beschichtungsmethoden

	Zentri-fugieren	Spritz-trommeln	Tauchver-fahren	Sprühver-fahren	Pinselver-fahren	Druckver-fahren	Coil-Coating
MOLYKOTE® D-321R	+	≈	++	++	++	≈	-
MOLYKOTE® 3402-C LF	+	+	++	++	++	+	++
MOLYKOTE® D-3484	+	++	+	++	+	≈	++
MOLYKOTE® 3400A LF / Aero	++	++	+	++	++	+	++
MOLYKOTE® 106	+	+	+	++	+	≈	++
MOLYKOTE® D-7409 / D-7620	+	++	++	++	+	+	++
MOLYKOTE® D-106	+	+	+	++	+	≈	++
MOLYKOTE® 7400	+	≈	+	++	++	≈	≈
MOLYKOTE® PTFE-N UV	≈	≈	≈	++	+	≈	≈
MOLYKOTE® D-708	++	+	++	++	+	+	++
MOLYKOTE® D-96 / D-9610	+	≈	+	++	+	++	≈
MOLYKOTE® D-7405	+	+	++	+	++	++	++
MOLYKOTE® D-10 NMP frei	+	+	≈	≈	≈	++	++
MOLYKOTE® D-88	+	+	≈	≈	≈	++	++

++ = ausgezeichnet + = gut ≈ = eingeschränkt - = nicht zutreffend

DryFilm® Anti-Friction-Coatings

DryFilm® ist eine Serie von Anti-Friction-Coatings auf Basis von Polytetrafluorethylen (PTFE). Sie sind in unterschiedlichen Konzentrationen in speziellen Lösemitteln oder Wasser dispergiert.

Die Produkte der DryFilm® Serie sind chemisch inert und damit resistent gegenüber aggressiven Chemikalien und Sauerstoff. Sie sind thermisch sehr stabil, haben einen niedrigen Reibungskoeffizienten und gute Anti-Haft-Eigenschaften.





Einsatz und Anwendung

DryFilm® ist bei Anwendungen mit niedrigen Geschwindigkeiten und geringen Belastungen am wirksamsten. Es kann auch als Additiv für verschiedene Produkte wie Farben, Fette, Harze und Papierbeschichtungen verwendet werden. Hier wird DryFilm® unter Anderem zur Verbesserung der Schmiereigenschaft und Verzögerung des Fouling-Effektes eingesetzt.

Mit ihren hervorragenden Produkteigenschaften und Einsatztemperaturen von über 300 °C sind sie für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet. Dazu zählen auch spezielle Anwendungen wie die Beschichtung von Industriemessern und Rasierklingen. Die DryFilm® Produkte werden auch als Trennmittel bei Gummi- und Kunststoff-Formprozessen verwendet. Ihre hohe Stabilität und lange Lebensdauer gewährleistet optimale Ergebnisse und eine hohe Effizienz.

Die folgende Aufzählung zeigt eine kleine Auswahl an Einsatzmöglichkeiten für die DryFilm® Produkte:

- Beschichtung für Gleitflächen und Gleitelemente
- Lager, Dichtungen, Kettenantriebe und Getriebe
- Kunststofflamine und laminiertes Holz
- Förderbänder
- Trennmittel für Gummi oder Kunststoffteile
- Papier, selbstklebende Etiketten
- Tanks und Behälter
- Messer- und Klingenbeschichtung
- Imprägnierung von Leder
- Beschichtung von Gewebe, Fäden und Garnen aus natürlichen oder synthetischen Fasern
- Herstellung von Maschinenteilen und Fittings
- Audiovisuelle Präzisionsgeräte und Zubehör wie Musikinstrumente, magnetische Aufnahmebänder, Kameraverschlüsse und Filme

Eigenschaften der Lösungsmittel

	Decafluorpentan	Isopropanol	Wasser
Formel	C ₅ H ₂ F ₁₀	CH ₃ CH(OH)CH ₃	H ₂ O
CAS-Nr.	138495-42-8	67-63-0	7732-18-5
Siedepunkt	55 °C	82 °C	100 °C
Gefrierpunkt	-80 °C	-89 °C	0 °C
Dichte	1,58 g/cm ³	0,79 g/cm ³	1,0 g/cm ³
Dampfdruck	226 psia	33 mmHg	24 mmHg
Geruch	geruchlos	alkoholisch	geruchlos
Farbe	farblos	farblos	farblos
Flammpunkt	Keiner	11 °C	Keiner
Entflammbarkeit - LEL	Keine	2,0 %	Keine
Entflammbarkeit - UEL	Keine	12,7 %	Keine
Bestrahlungslimit - AEL	200 ppm, 8 und 12 Std. TWA	400 ppm , 8 und 12 Std. TWA	-
Bestrahlungslimit - PEL	nicht bekannt	400 ppm, 8 Std.TWA	-
Bestrahlungslimit - TLV	nicht bekannt	400 ppm, 8 Std. TWA/ 500 ppm STEL	-
Bestrahlungslimit - WEEL	400 ppm, 8 Std. TWA	-	-
TSCA Status	gelistet	-	-
DOT	Nicht festgelegt	entflammbare Flüssigkeit	-



Typische Anwendungen

Verwendung als Trennmittel

DryFilm® Produkte basieren auf chemisch inertem PTFE. Sie werden weder durch den Formprozess selbst noch durch die behandelten Materialien in ihren Produkteigenschaften beeinflusst oder verändert. Die Übertragung von DryFilm® auf die geformten Teile ist vernachlässigbar. Die Einwirkung auf das Produkt beschränkt sich auf ein Minimum.

Bei Heißschmelzformprozessen wird DryFilm® RA/W verwendet. Diese wässrige Formulierung kann zusätzlich mit Wasser bis zum gewünschten Grad verdünnt werden. DryFilm® RA/W kommt vorwiegend bei Formprozessen mit Temperaturen von 66 °C bis 177 °C zum Einsatz.

Bei luftgetrockneter Beschichtung sind – selbst bei schwer trennbarem Epoxidharz – im Regelfall acht bis zehn Trennungen möglich. Die luftgetrocknete Beschichtung gewährt besonders bei Laminaten eine gute Trennung. Noch zahlreichere Trennungen erlaubt aufgesintertes DryFilm®. Bei dieser Anwendungsmethode sind in der Regel sogar mehr als 25 Trennungen möglich.

DryFilm® Produkte sind erstklassige Trennmittel für zahlreiche industrielle Anwendungen. Sie bieten eine wesentlich höhere Formtrennleistung als herkömmliche Öle oder Silicone.

Verwendung als Additiv

Die DryFilm® Produkte können zur Verbesserung der Schmierfähigkeit, als Verdicker oder zur Verzögerung des Fouling-Effektes flüssigen und halbfesten Formulierungen zugegeben werden. Als Additiv findet DryFilm® Verwendung bei:

- Farben- und Schlussanstrichen, Papier und Kohlepapierbeschichtungen, Druck- und Schreibtinten
- Elastomere- und Harzverbindungen, Schleif- bzw. Schleifscheibenmischungen und Kohlebürsten
- Wachsen und Poliermitteln für Autos, Geräte, Möbel, Schuhe und Leder sowie Skier, Fahrräder, Rollerblades und andere Sportartikel
- Feststoffschmiermitteln

Typische Eigenschaften der DryFilm® Produkte

	DryFilm® RA	DryFilm® RA/IPA	DryFilm® LXE/IPA	DryFilm® 2000/IPA	DryFilm® RA/W
Feststoffanteil	15 %	25 %	10 %	20 %	20 %
Schmelzpunkt	295 °C-305 °C	295 °C-305 °C	320 °C-330 °C	320 °C-330 °C	295 °C-305 °C
Lösemittel	Decafluor-pentan	Isopropanol	Isopropanol	Isopropanol	Wasser
Telomerdichte					
Molekulargew.	3.000	3.000	30.000	40.000	3.000
Dichte	2,2 g/cm ³	2,2 g/cm ³	2,16 g/cm ³	2,16 g/cm ³	2,2 g/cm ³
Partikelgröße					
Durchschnitt	2,5	2,5	2,5	4-12	2,5
Spanne	1-15	1-15	1-15	1-20	1-15
Dispersion					
Flüchtigkeit	80 %	80 %	70 %	80 %	80 %
Geruch	alkoholisch	alkoholisch	alkoholisch	alkoholisch	leicht süß
Form	Alle DryFilm® Produkte sind flüssige Dispersion				
Farbe	durchsichtig, weißlich	durchsichtig, weiß	durchsichtig	durchsichtig	cremig
Spezifisches Gewicht	0,9	0,94	0,86	0,89	1,1
Dichte	1,63 g/cm ³	0,96 g/cm ³	0,84 g/cm ³	0,99 g/cm ³	1,09 g/cm ³

Verwendung zur Fetteindickung

DryFilm® sorgt als Verdicker in synthetischen Ölen und anderen flüssigen Schmierstoffen für außergewöhnliche Produkteigenschaften. Es verbessert die Schmier- und Antihalt-Eigenschaften. Darüber hinaus sorgt es für Stabilität unter Temperaturbelastungen von mehr als 360 °C.

Die Vorteile bei der Verwendung von DryFilm® gegenüber anderen PTFE-Verdickern liegen in der Form und der Größe der Partikel. Die große Oberfläche der Partikel erhöht die Verdickungswirkung. Durch den geringeren Feststoffanteil werden im Vorfeld bereits Reibungsprobleme und Temperaturschwankungen verhindert und langfristig bessere Ergebnisse erzielt. Auf Grund ihres geringen Molekulargewichtes kommt es bei der Verwendung von DryFilm® für die Lagerschmierung auch unter extrem hohen Belastungen nicht zu Ablagerungen. Dies verringert Lagergeräusche und verhindert vorzeitigen Lagerausfall.

Verwendung zur Beschichtung von Messern und Klingen

DryFilm® sorgt als Beschichtung von Rasier-, Industriemesserklingen und Schneidwerkzeugen für deutlich verbesserte Gleit-, Schneid- und Trennergebnisse. Es verhindert den Slip-Stick-Effekt und die Anhaftung des Schneidgutes an der Klinge. Bei Rasierklingen hat sich gezeigt, dass mit DryFilm® behandelte Klingen deutlich besser gleiten. Namhafte Hersteller von Rasierklingen setzten heute auf die zusätzliche Beschichtung mit DryFilm®. Dabei wird DryFilm® auf die Schneidekante aufgesprüht und eingeschmolzen. Bei den meisten Anwendungen ist für das Einschmelzen eine Temperatur von 329 °C erforderlich.

Verdünnung und Löslichkeit von DryFilm®

DryFilm® LXE/IPA ist in einer 10 prozentigen Lösung, DryFilm® RA in einer 15 prozentigen Lösung, DryFilm® RA/W, DryFilm® 2000/IPA in einer 20 prozentigen Lösung und DryFilm® RA/IPA in einer 25 prozentigen Lösung verdünnt. Es kann je nach Anwendung beliebig verdünnt werden. Grundsätzlich sind DryFilm® Trockenschmierstoffe in allen nicht fluorierten Lösungsmitteln unlöslich. Auf Grund der verschiedenen Molekulargewichte der PTFE Basis sind jedoch etwa 10 % der Fraktionen mit den niedrigsten Molekulargewichten in fluorierten Lösungsmitteln löslich.

DuPont DryFilm® Verdünnungstabelle

	Lösemittel	Feststoffanteil	Endkonzentration	Anteil DryFilm®	Anteil Lösemittel
DryFilm® RA	Decafluor-pentan	15 %	10,0 %	2	1
			5,0 %	1	2
			2,5 %	1	5
			1,0 %	1	14
DryFilm® RA/IPA	IPA	25 %	10,0 %	2	3
			5,0 %	1	4
			2,5 %	1	9
			1,0 %	1	24
DryFilm® LXE/IPA	IPA	10 %	5,0 %	1	1
			2,5 %	1	3
			1,0 %	1	9
DryFilm® 2000/IPA	IPA	20 %	10 %	1	1
			5 %	1	3
			2,5 %	1	7
			1,0 %	1	19
DryFilm® RA/W	H ₂ O*	20 %	10,0 %	1	1
			5,0 %	1	3
			2,5 %	1	7
			1,0 %	1	19

* Entionisiertes, warmes bis heißes Wasser.

A man with dark hair and a light beard, wearing a blue button-down shirt, stands in a kitchen. He is holding a white mug in his right hand and looking towards the right. In the foreground, a large, professional-style coffee grinder is visible, filled with dark coffee beans. The background shows white kitchen cabinets and a window with light coming through.

OSIXO® Anti-Friction-Coatings

Die Produkte der OSIXO® Anti-Friction-Coatings ergänzen die bestehenden Produktreihen der Hersteller DuPont® und Dow Corning®. Stabilität auch unter hohen Belastungen und eine lange Lebensdauer sorgen für einen effizienten Einsatz. Die OSIXO® Produkte sind für eine Vielzahl von Anwendungen geeignet und haben sich in zahlreichen Einsätzen bewährt.

Allgemein

Die Produktserie besteht aus PTFE-Dispersionen auf Wasser- oder Alkoholbasis. Die ausgehärtete Gleitbeschichtung ist nicht entflammbar, nicht brennbar und sorgt zuverlässig für konstante Reibwerte. Sie eignet sich unter Anderem für Einsätze in Umgebungen, bei denen starke Verunreinigungen nicht ausgeschlossen werden können.

Durch den Zusatz spezieller Additive sorgen die OSIXO® Produkte für einen nachhaltigen Schutz vor Korrosion. Auch bereits angegriffene Oberflächen können durch den Einsatz der OSIXO® Produkte wieder geglättet werden.

Anwendung

Ob als Montagehilfe, Trennmittel oder Schmierstoff, Flüssigkeit abweisende Imprägnierung oder zur Vermeidung von Quietsch- und Knarzgeräuschen: Die OSIXO® Anti-Friction-Coatings erzielen zuverlässig und konstant bestmögliche Ergebnisse.

So kann beispielsweise die Beschichtung von Heizelementen Schäden durch Kalkablagerungen in Kaffeemaschinen oder Warmwasseraufbereitern sowie in Wasch- und Spülmaschinen verhindern. Auch in vielen industriellen Anwendungen wie Kühlwasserleitungen können sie Schäden durch Kalkablagerungen verhindern. Sie eignen sich für Maschinen- oder Anlagenkomponenten, bei denen eine Nachschmierung nicht gewünscht oder nicht möglich ist. Sie verbinden Schutz vor Verkalkung, Korrosion und Verschleiß mit herausragenden Gleiteigenschaften.

Einige der OSIXO® Anti-Friction-Coatings wurden speziell für die Verwendung als Basis universeller PTFE-Sprays entwickelt. Sie geben Abfüllern und Herstellern einen großen Spielraum ihre Produkte auf Kundenwunsch oder Anwendung hin abzustimmen.

OSIXO® Anti-Friction-Coatings können zur Beschichtung von Gleitelementen, Lagern und Getrieben verwendet werden. Sie können als Trennmittel eingesetzt und zur Messer- und Klingenbeschichtung verwendet werden.

Sie kommen in der Metallbearbeitung ebenso zum Einsatz wie im Bergbau, der Automobil- und Schifffahrtindustrie, der Papier- und Textilverarbeitung sowie in Wind- und Wasserkraftwerken.

Die Anwendungen der OSIXO® Gleitlacke sind dabei so vielseitig wie die Materialien, die mit ihnen behandelt werden können:

- Metalle und Metalllegierungen
- Kunststoffe, Holz und Lamine
- Keramik und Glas
- Gummi
- Leder und Gewebe

Spezielle Produkte

Die Serie der OSIXO® Anti-Friction-Coatings wächst mit dem Anspruch der Kunden, immer bessere und genauer auf eine Anwendung abgestimmte Produkte zu bekommen. Doch neben der kunden- und anwendungsspezifischen Entwicklung haben einige Produkte bereits seit Jahren ihren festen Platz in der Industrie. Sie zeichnen sich durch hohe Qualität und Zuverlässigkeit aus.

OSEXO® Orange Aerosol beispielsweise ist eine speziell in Aerosoldosen abgefüllte, wachsartige PTFE-Dispersion. Die Basis ist ein hochwertiges, kurzkettiges Polytetrafluorethylen. Als Lösemittel wird Isopropanol verwendet. Zur besseren Anhaftung ist OSEXO® Orange Aerosol mit einem Haftvermittler versetzt. Anders als herkömmliche PTFE-Sprays besitzt OSEXO® Orange Aerosol ein hohes Feststoffvolumen und einen besonders leistungsstarken Haftvermittler.

OSIXO® KM ist eine wachsartige Dispersion mit kurzkettigem Polytetrafluorethylen. Es ist in Isopropanol gelöst und verwendet einen speziellen Haftvermittler. OSIXO® KM lässt sich auf eine Vielzahl von Oberflächen auftragen und zeichnet sich durch einen niedrigen Reibungskoeffizienten und ausgezeichnete Löse- und Antihafteigenschaften aus. OSIXO® KM wurde ursprünglich als Basis-Dispersion für PTFE-haltige Aerosole entwickelt.

Verarbeitung

Vorbereitung

Bei der Verwendung von Anti-Friction-Coatings spielt die Vorbereitung der Oberflächen eine besondere Rolle. Gute Anhaftung und lange Lebensdauer lassen sich nur mit einer abgestimmten Vorbehandlung erreichen. Die Entfernung von Staub, Schmutz und Rost sowie das gründliche Entfetten ist dabei immer der erste Schritt. Selbst wenn Korrosionsspuren mithilfe von Säure entfernt wurden, ist anschließend eine gründliche Entfettung erforderlich. Nur dadurch kann eine gleichmäßige Benetzung des Werkstückes gewährleistet werden.

Das Entfetten gelingt mit organischen Lösemitteln am besten. Aus toxikologischen und Sicherheitsgründen sollte man organische Lösemittel mit sehr geringen aromatischen Anteilen verwenden. Optimal ist die Verwendung einer Dampf-Entfettungsanlage. Ist diese nicht verfügbar können Öl- und Fettrückstände auch durch Waschen entfernt werden.

Das Lösemittel sollte nach dem Verdunsten keine Rückstände hinterlassen. Der Waschvorgang sollte mehrmals mit frischem Lösemittel wiederholt werden. Unter Umständen ist auch die Verwendung eines Ultraschallreinigers möglich.

Vorbereitung von Kunststoffflächen

Das Entfetten von Kunststoffen und Elastomeren kann mit wässrigen Reinigern oder Lösemitteln erfolgen. Bei der Verwendung von Lösemitteln sollte auf die Verträglichkeit geachtet werden. Die Anhaftung des Anti-Friction-Coatings kann durch zusätzliches Aufrauen der Oberfläche erhöht werden. Als Verfahren eignen sich Schleifen sowie Strahlen mit CO₂ oder Sand. Alternativ können zur Vorbehandlung von Kunststoffen physikalische Methoden wie Plasmaaktivierung, Coronabehandlung oder Beflammung eingesetzt werden.

Vorbereitung von Metallflächen

Das Entfetten von Metallen wird in der Regel mit organischen Lösemitteln wie Benzin oder Aceton vorgenommen. Umwelt- und anwenderfreundlicher aber ist die Verwendung alkalischer oder neutraler wässriger Reiniger. Durch die Kombination mit Ultraschall oder einer Wärmebehandlung kann die Wirkung der Reiniger meist noch verstärkt werden.

Besondere Vorbehandlungen

Korrodierte Flächen

Korrodierte Flächen werden mit mechanischen oder chemischen Methoden vorbehandelt. Als mechanische Methode wird Sandstrahlen mit Aluminiumoxid oder Stahlguss (Korngröße: 55 µm) empfohlen. Auf diese Weise wird die Oberfläche zusätzlich aufgeraut und die Haftung der Anti-Friction-Coatings erhöht. Die beim Galvanisieren typischen Säure- und Laugenbehandlungen sind im Allgemeinen ausreichend. Durch das Bad sollte die Korrosion entfernt, das Grundmetall jedoch nicht unnötig angegriffen werden. Alle Spuren von Reinigungschemikalien oder Lösungen müssen entfernt werden. Teile nicht mit bloßen Händen anfassen. Fingerabdrücke sind zu vermeiden.

	Stahl	Galvanisierte Teile	Aluminiumlegierung	Kupferlegierung	Magnesiumlegierung	Titanlegierung	Edelstahl
Entfettung	x	x	x	x	x	x	x
Oxidentfernung:							
- durch Beizen				x			x
- durch Sandstrahlen mit Aluminiumoxid od. Stahlguss (55 µm)	x		x	x		x	
Eloxieren gemäß							
-MIL-A-8625 C			x				
-AMS 2488 (Titanoxid Typ II)						x	
Bichromatbehandlung (MIL-M-3171 C)					x		
Phosphatierung (DOD-P-16 232)	x	x					
Oxalsäurebehandlung							x

Phosphatierung

Die Phosphatierung eignet sich zur Vorbehandlung von Eisen und Stahl (nicht von rostfreiem Stahl) sowie für galvanisierte Eisenteile. Die Manganphosphatierung erhöht das Lasttragevermögen der Beschichtung. Die Zinkphosphatierung verbessert den Korrosionsschutz. Nur Phosphatierbäder verwenden, die sehr feine kristalline Schichten bilden. Bei diesem Vorgang sollte der Aufbau eine maximale Dicke von 3 bis 8 µm erreichen. Dies entspricht einer Gewichtszunahme von 5 bis 15 g/m².

Die Struktur der Phosphatschicht sollte gleichmäßig und homogen und ihre Farbe grau bis schwarz sein. Die Werkstücke sollten keine Flecken – vor allem keine Spuren von eingetrockneter Phosphatierlösung oder Korrosionsspuren – aufweisen. Nach der Behandlung sollten die Teile nicht mit bloßen Händen angefasst werden. In den meisten Fällen müssen Anti-Friction-Coatings innerhalb von 24 Stunden auf die phosphatierten Metallflächen aufgetragen werden, da sonst Korrosion entstehen kann.

Oxalsäurebehandlung von rostfreiem Stahl

Bei rostfreiem Stahl sind aufgrund seiner Korrosionsbeständigkeit spezielle Oxalsäurebäder erforderlich. Hierbei sind die Arbeitsanleitungen des Herstellers zu beachten.

Sandstrahlen (nach der Entfettung)

Für Teile aus Stahl, Titan, Aluminium, Kupfer, Magnesium und deren Legierungen wird Sandstrahlen empfohlen. Aluminiumoxid oder Stahlguss (Korngröße: 55 µm) sind für diesen Zweck am besten geeignet. Damit wird eine Oberflächenrauheit Ra von 0,5 µm bis 1,0 µm erzielt. Bei den meisten Anwendungen ist die dimensionale Veränderung durch das Sandstrahlen von geringer Bedeutung, da sie unter 1,3 µm liegt. Mit trockener, ölfreier Druckluft können anhaftende Sandpartikel entfernt werden. Zur Vermeidung von Korrosion dürfen behandelte Oberflächen nicht mit bloßen Händen angefasst und müssen schnellstmöglich beschichtet werden.

Anodische Oxidation (Eloxierung) von Aluminium und Aluminiumlegierungen

Aluminium und Aluminiumlegierungen sollten mithilfe elektrolytischer Oxidation vorbehandelt werden. Legierungen mit einem Kupfergehalt von 0,5 % oder mehr bzw. einem Gesamtgehalt von Legierungszusätzen von über 7,5 % müssen im Schwefelsäurebad behandelt werden. Aluminium und alle anderen Aluminiumlegierungen können im Chromsäurebad behandelt werden. Dadurch bildet sich ein dünner Oberflächenfilm, der einen guten Korrosionsschutz gewährleistet. Für einen qualitativ guten Oberflächenfilm ist bei allen Bädern hochreines Wasser (geringer Chlorid- und Sulfatanteil) zu verwenden.

- a) Chromsäureverfahren:
 Mindestgewicht des Oberflächenfilms: 2,15 g/m²
 Beschichtungsdicke: 2,5 µm
 Anwendung: Mit heißem Wasser (65 °C) gründlich spülen und lufttrocknen lassen.
- b) Schwefelsäureverfahren
 Mindestgewicht des Oberflächenfilms: 6,5 g/m²
 Beschichtungsdicke: 5 µm
 Anwendung: Teile gründlich mit Wasser spülen und Beschichtung durch Eintauchen in eine fünfprozentige Natrium- oder Kaliumdichromatlösung versiegeln. Spülen und trocknen lassen. Während des Trocknens sollte die Temperatur 102 °C nicht übersteigen. Die Werkstücke danach nicht mit bloßen Händen anfassen.

Säurebeize für Kupfer und Kupferlegierungen

Kupfer und Kupferlegierungen werden mit einer Mischung aus mindestens zwei der folgenden Säuren behandelt: Schwefel-, Phosphor-, Chrom-, Salpeter- und Salzsäure. Mischverhältnis und Konzentrationen sind unterschiedlich. Die Eintauchzeit beträgt zwischen 5 Sekunden und 5 Minuten. Das Grundmetall sollte nicht unnötig angegriffen werden. Wird Salpetersäure eingesetzt, müssen giftige Salpetersäuredämpfe abgesaugt werden. Bei Flachteilen oder Teilen mit komplizierten Formen ist ein langsam wirkendes Beizbad zu verwenden. Nach dem Beizen müssen die Teile gründlich gespült werden, um jegliche Säurerückstände zu entfernen.

Applikation

Je nach Art der zu behandelnden Teile und der erforderlichen Oberflächenbeschaffenheit werden Anti-Friction-Coatings mithilfe eines Sprüh- oder Tauchverfahrens oder unter Verwendung von Spritztrommeln oder Zentrifugen aufgetragen. Die Werkstücke müssen dementsprechend vorbehandelt werden.

Bei partieller Beschichtung der Werkstücke wird empfohlen, Abdeckschablonen oder einen ablösbaren Schutzfilm zu verwenden. Beides ist vor der Aushärtung zu entfernen. Anti-Friction-Coatings sind in der Regel bereits einsatzbereit erhältlich. Eine Verdünnung ist nur notwendig, wenn die Dicke des Films weniger als 5 µm betragen soll. Bei nicht wasserbasierten Anti-Friction-Coatings sind ausschließlich elektrische Mischgeräte mit explosionsgeschützten Motoren zu verwenden. Bei der Applikation solcher Beschichtungen sind stets die örtlichen Sicherheitsvorschriften für die Handhabung von Farben und Lacken zu beachten.

Sprühverfahren

Sollte der Sprühvorgang nicht in Spritzkabinen erfolgen muss für eine gute Entlüftung gesorgt werden. Bei den meisten Produkten hat sich ein Feststoffanteil (nfA: „nicht flüchtiger Anteil“) von 20 % bis 30 % bewährt. Der Feststoffanteil entspricht dem Trockenrückstand nach Verdunsten des Lösemittels. Es können alle handelsüblichen Sprühpistolen verwendet werden. Der Sprühdruck sollte zwischen 2 und 5 bar liegen.

Bei der Sprühbeschichtung werden in der Regel Schichtdicken von 10 µm bis 30 µm erzielt. Für einen dickeren Film kann das Anti-Friction-Coating in mehreren Schichten aufgetragen werden. Jede Folgeschicht sollte jedoch erst aufgetragen werden, wenn die vorherige Schicht fast trocken ist. Beim Auftragen mehrerer Schichten ist ein extrem dünner und homogener Film wichtig. In vielen Anwendungen ist eine Vorwärmung der zu beschichtenden Teile auf 60 °C bis 80 °C von Vorteil. Hierdurch lassen sich auch größere Schichtdicken ohne Zwischenablüftung applizieren.

Beim Auftragen sollten sich keine Risse oder Tröpfchen bilden. Beim Sprühverfahren muss wasser- und ölfreie Druckluft verwendet werden. Damit das Bindemittel und der Festschmierstoff homogen aufgetragen werden können, muss das Produkt vorher aufgerührt werden. Zusätzlich zum Sprühen mit Druckluft kann auch ein elektrostatisches Verfahren eingesetzt werden. Solange die Beschichtung nicht gehärtet ist, sind die besprühten Teile mit großer Sorgfalt zu behandeln. Anti-Friction-Coatings sollten mindestens 10 Minuten lang an der Luft trocknen, bevor sie angefasst werden können.

Aerosol Sprays

Mit Hilfe von aerosolen Sprays ist ein problemloser, sicherer und sauberer Auftrag möglich. Die Anwendung eignet sich für eine rasche, großflächige Beschichtung von Oberflächen. Die Aerosoldosen sind leicht zu handhaben und gewähren einen relativ gleichmäßigen Auftrag auf die zu behandelnden Oberflächen.

Tauchverfahren und Zentrifugieren

Beim Spin-Dipping hat sich ein nfA von 20 % bis 25 % als günstig erwiesen. Auch ein Vorwärmen auf 80 °C bis 85 °C kann von Vorteil sein. In der Regel führen höhere Temperaturen zu Lackanhäufungen und rauen Oberflächen. Bei geringeren Temperaturen hingegen können sehr dünne Schichten erzeugt werden. Der ideale Befüllungsgrad der Zentrifuge ist anlagenabhängig. Die Materialausbeute kann bei diesem Verfahren bis zu 90 % betragen. Allerdings ist es schwierig, homogene Schichten über 10 µm Dicke zu erzielen.

Beim Tauchzentrifugieren besteht die Gefahr des Verklebens. Daher sollten die Teile – im Idealfall auch während der Trocknung oder des Einbrennens – ständig bewegt werden. Der Tauchzentrifugiervorgang ist stets zweimal durchzuführen, um Defekte (Kontaktpunkte) abzudecken. Bei besonderen Anforderungen (höhere Schichtdicken, verbesserter Korrosionsschutz) sind mehrere Beschichtungsschritte zu empfehlen.

Tauchverfahren bei einzelnen Komponenten

Flachteile und große Schrauben oder Bolzen, Lagerbuchsen, Stangen, Metallprofile und Schläuche können auch in einem Tauchbad beschichtet werden. Um das Eindringen von Luft zu vermeiden ist ein kontrollierter Tauchvorgang erforderlich. Die Auftauchgeschwindigkeit muss so angepasst werden, dass Riss- und Tröpfchenbildung vermieden und die gewünschte Filmdicke erzielt wird. Der Inhalt des Tauchbads sollte zirkulieren. Für Anti-Friction-Coatings mit organischen Lösemitteln ist eine Randabsaugung über dem Maximalniveau anzubringen. Bei einer Unterbrechung sollte der Tauchbehälter abgedeckt werden. So kann die Verdunstung möglichst gering gehalten und eine Verunreinigung vermieden werden.

Wischen oder Pinseln

Dieses Verfahren ist speziell für das Beschichten geschlossener Oberflächen wie Stäbe, Rohre, Platten oder Tafeln geeignet. Wisch- und Pinselverfahren sind überdies optimale Auftragsform für das Beschichten von kleinen Bereichen größerer Teile.

Walz- und Druckbeschichtungsverfahren

Anti-Friction-Coatings können mithilfe von Coil-Coating-Maschinen oder einfacherer Walzbeschichtungsmethoden auf ebenen Flächen aufgetragen werden. Für eine partielle Beschichtung werden Sieb- und Tampondruckmethoden verwendet.

Trommelbeschichtung

Die Beschichtung in Trommeln eignet sich insbesondere für Schüttgutteile mit einfacher Geometrie (zum Beispiel Scheiben, Bolzen, Stifte, O-Ringe). Durch das gegeneinander Reiben der beschichteten Teile in der Trommel erfolgt eine Einglättung der Oberfläche. So kann eine homogene Schichtoberfläche erzeugt werden. Durch Kombination mit einer Spritzbeschichtung kann in so genannten „Sprühtrommeln“ die Menge des Lackauftrags präzise gesteuert werden. Daraus kann eine weitere Verbesserung des Beschichtungsergebnisses resultieren.

Aushärtung und Schmelzbeschichtung

Lufttrocknende Anti-Friction-Coatings trocknen bei Raumtemperatur. Wärmehärtende Anti-Friction-Coatings müssen nach der Aufbringung eingebrannt werden. Die Einbrenntemperaturen liegen im Bereich von 100 °C bis 200 °C. Bei den PTFE-basierten Produkten von DuPont® muss die Einbrenntemperatur wie folgt sein:

Produkt	Temperatur
DryFilm® RA	305 °C bis 316 °C
DryFilm® RA/IPA	305 °C bis 316 °C
DryFilm® RA/W	305 °C bis 316 °C
DryFilm® 2000/IPA	360 °C bis 382 °C

Für die direkte Messung der Oberflächentemperatur sollte ein Thermoelement verwendet werden. Das Aussehen der Beschichtung kann im Trocknungsprozess die Farbe ändern. Die Temperatur der beschichteten Oberfläche (nicht die Temperatur der Umgebungsluft) sollte nun für 5 bis 10 Minuten auf dem korrekten Wert gehalten werden. Rückstände auf der Metalloberfläche können mit einem weichen Tuch poliert werden. Bei der Schmelzbeschichtung muss für eine ausreichende Belüftung gesorgt und alle im Sicherheitsdatenblatt genannten Vorsichtsmaßnahmen beachtet werden.

Faustregel für die Berechnung des Materialbedarfs

Bei einer Schichtdicke von 15 µm benötigt man rund 1 g/100 cm² (100 g/m²) Anti-Friction-Coating. Für 1 Tonne metallische Kleinteile benötigt man rund 10 kg Anti-Friction-Coating.

Qualitätskontrolle

Kriterien bei der Qualitätskontrolle von Anti-Friction-Coatings sind unter Anderem Oberflächengüte, Schichtdicke und Haftung auf dem Grundmaterial. Transparente Anti-Friction-Coatings enthalten oft einen speziellen UV-Indikator zur Beschichtungs-kontrolle. Die weiteren Kontrollmöglichkeiten sind vom Bauteil und der Beschichtung abhängig.



MOVING POSSIBILITIES FORWARD

H. Costenoble GmbH & Co. KG
Rudolf-Diesel-Straße 18
65760 Eschborn
Telefon: 06173/9373-0
Fax: 06173/9373-30
E-Mail: service@costenoble.de
Internet: www.costenoble.de

Hinweise: Alle Angaben und Empfehlungen basieren auf Forschungsergebnissen und Erfahrungen. Sie sind jedoch nicht verbindlich, da sie von spezifischen Verarbeitungs- und Umgebungsbedingungen abhängen, die bei der Ermittlung der typischen Eigenschaften nicht alle berücksichtigt werden konnten. Eigenversuche durch den Anwender sind daher unumgänglich. Ein Rechtsanspruch auf die hier genannten typische Eigenschaften ist ausgeschlossen. Für falschen oder zweckfremden Einsatz trägt allein der Verwender die Verantwortung. Für Schreib- und Übersetzungsfehler wird nicht gehaftet.
® Alle in diesem Dokument gekennzeichneten Markennamen sind eingetragene Warenzeichen und markenrechtlich geschützt.