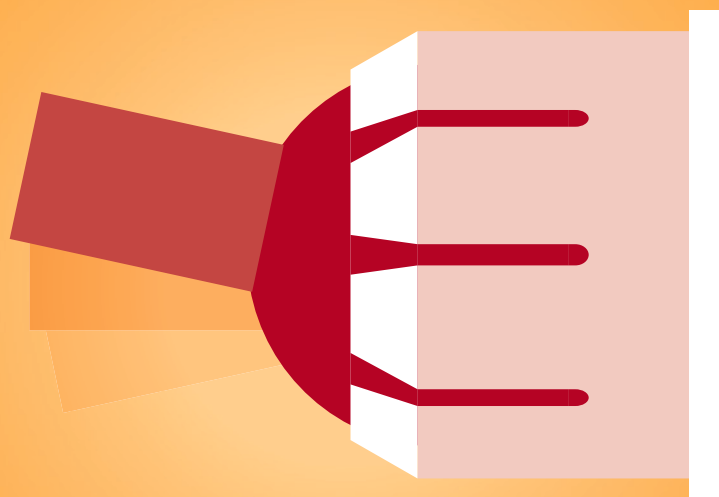
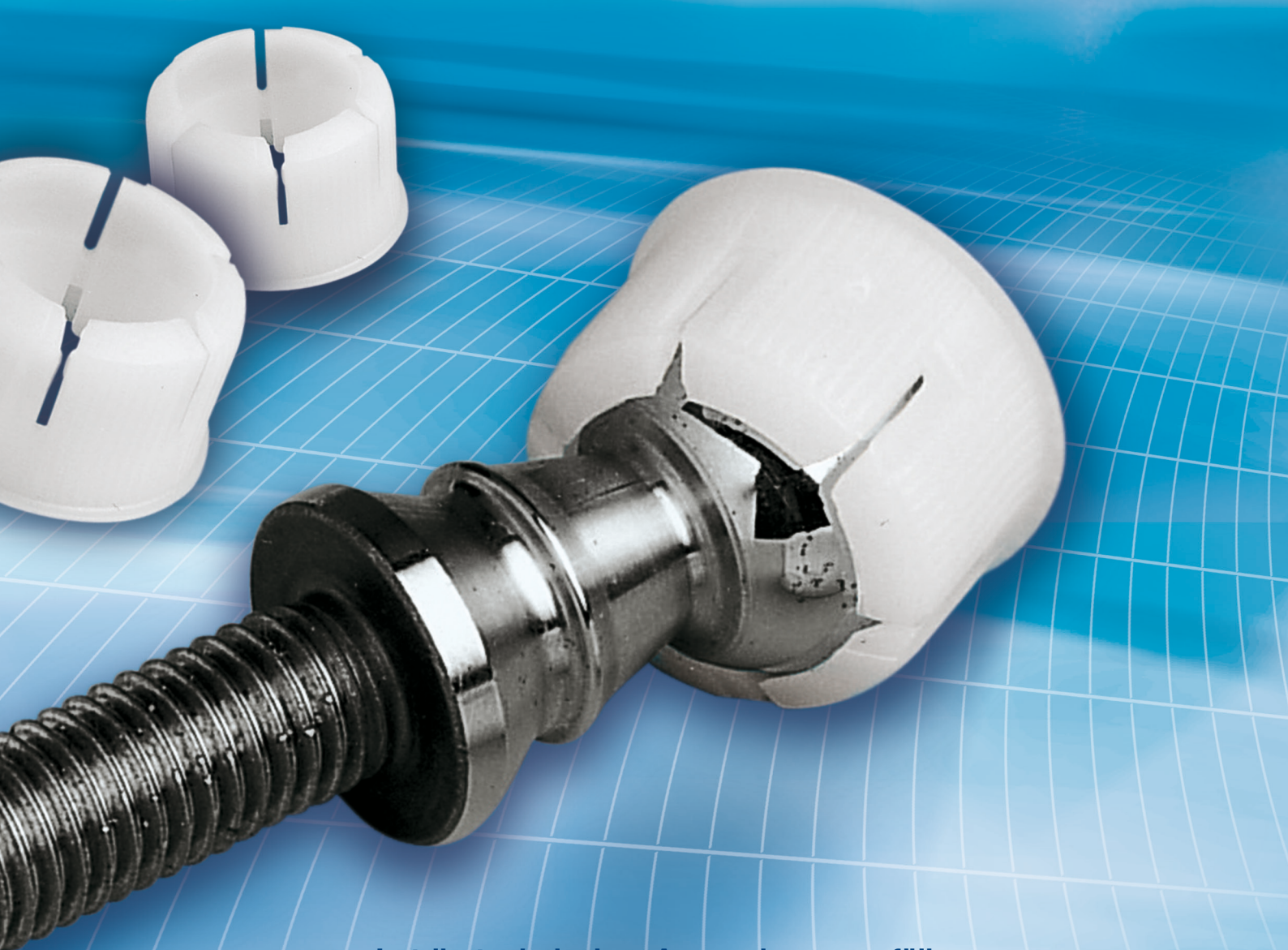


# Reibung und Verschleiß bei Polymerwerkstoffen

Technische Information





- In tribotechnischen Anwendungen erfüllen Polymerwerkstoffe wichtige Funktionen.
- Gleitmodifizierte Werkstoffe ermöglichen in einer Vielzahl von Anwendungen den Verzicht auf konventionelle Schmierstoffe.
- Das Reibungs- und Verschleißverhalten ist keine Werkstoff-, sondern eine Systemeigenschaft und wird sowohl durch die Gleitpartner als auch durch die Einsatzbedingungen bestimmt.
- Das Gleitreibverhalten eines Kunststoffs in einer konkreten Anwendung lässt sich am besten anhand von Versuchsergebnissen beurteilen, die unter vergleichbaren Einsatzbedingungen ermittelt wurden.

Die Einsatzgebiete für Polymerwerkstoffe in Bauteilen mit Reibungs- und Verschleißbeanspruchung haben sich, insbesondere durch die Entwicklung der Hochleistungs-Polymerwerkstoffe, erheblich ausgeweitet. Die Anwendungen erstrecken sich dabei auch auf Konstruktionselemente mit funktionsentscheidender Bedeutung. Tabelle 1 gibt einen Überblick über einige Thermoplaste für Gleitelemente mit Angabe der maximalen Gleitflächentemperatur.

Für den tribotechnischen Einsatz bieten Polymerwerkstoffe besonders dann Vorteile, wenn

- Trockenlauf, Grenz- oder Mischreibung vorliegt,
- spezielle Eigenschaften der Polymerwerkstoffe gefordert werden, wie elektrisches Isoliervermögen, chemische Beständigkeit, Dämpfungsvermögen.

Die Möglichkeiten der Spritzgießverarbeitung bringen außerdem wirtschaftliche Vorteile bei der Herstellung von Gleitelementen mit sich.

### Methodisches Vorgehen bei der Werkstoffvorauswahl für tribotechnische Anwendungen

Da Reibung und Verschleiß keine Stoff-, sondern Systemeigenschaften sind, ist das tribologische Verhalten von Werkstoffen durch materialbezogene Kenngrößen nicht sicher charakterisierbar. Bei der Werkstoffvorauswahl müssen daher zur Beurteilung der tribologischen Eigenschaften systemspezifische Kennwerte aus Modellversuchen

herangezogen werden. Entscheidend hierbei ist zunächst die Kenntnis, von welchen Parametern das tribologische Verhalten eines Werkstoffs beeinflusst wird und in welchem Maß.

Die wesentlichen Einflussgrößen auf das Reibungs- und Verschleißverhalten von Werkstoffen sind in Abbildung 1 dargestellt und sollten als Eingangsgrößen für eine Materialvorauswahl bekannt sein.

Aus den genannten Gründen müssen für eine umfassende Beurteilung der tribologischen Eigenschaften von Polymerwerkstoffen unterschiedliche Tribometer (Abb. 2) eingesetzt werden. In der Regel erfolgt eine erste Beurteilung mit Stift-Scheibe-Tribometern, die eine definierte Variation von Systemparametern, wie Oberflächenrauigkeit, Flächenpressung, Gleitgeschwindigkeit und Temperatur ermöglichen. Untersuchungen mit Ring-Ring- und Gleitlager-Tribometern simulieren bereits den Einsatzfall eines Kunststoff-Gleitlagers, wobei weitere Einflussgrößen wie Bildung und Verbleib von Abrieb, Wärmeabfuhr, Lagerspiel usw. zu berücksichtigen sind.

Tabelle 1: Polymerwerkstoffe für Gleitelemente

Werkstoff	Kurzzeichen	max. Gleitflächentemperatur
Ultramid®	PA	120 °C
Ultraform®	POM	100 °C
Ultradur®	PBT	120 °C
Ultrason® E	PES	140 °C

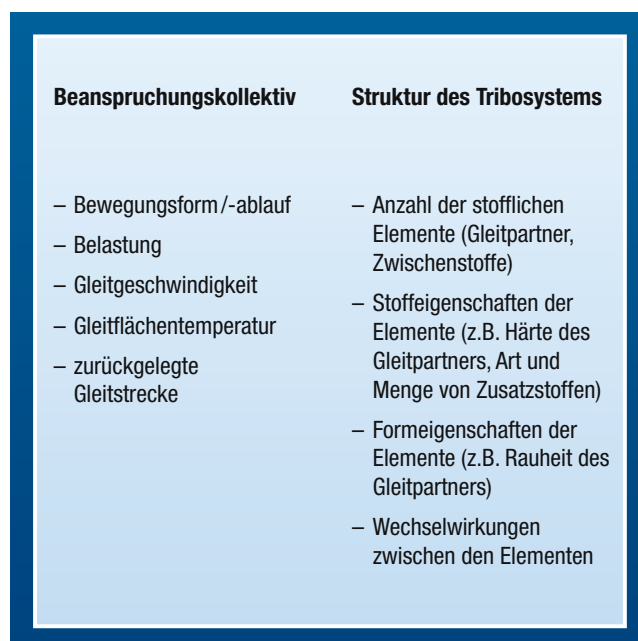


Abb. 1: Wichtige Einflussgrößen auf das Verschleißverhalten von Polymerwerkstoffen

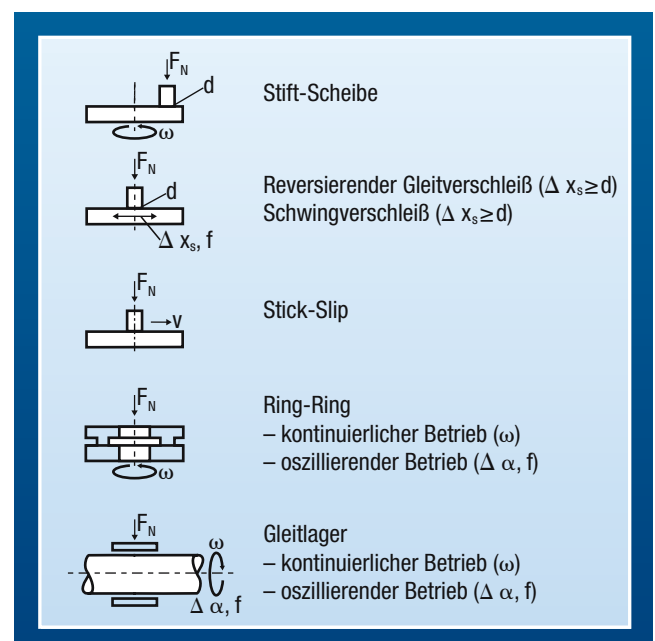


Abb. 2: Prinzipdarstellung verschiedener Tribometer

## 1. Reibung und Verschleiß bei Kunststoff-Stahl-Paarungen

Die Werkstoffpaarung Kunststoff/Metall wird in der Praxis am häufigsten angetroffen, da hierbei – gegenüber Kunststoff-Kunststoff-Paarungen – über den Metallgleitpartner eine bessere Wärmeableitung erfolgt, was zu geringeren Gleitflächentemperaturen führt und damit höhere Flächenbelastungen erlaubt. Abgesehen vom Kunststofftyp wird das tribologische Verhalten insbesondere von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Härte des Metallgleitpartners
- Rauigkeit der Metalloberfläche
- Belastung
- Gleitflächentemperatur

### Einfluss der Härte des Metallgleitpartners

Unabhängig von der Art des Polymerwerkstoffes werden die günstigsten Gleitbedingungen dann erreicht, wenn die Oberflächenhärte des metallischen Gleitpartners größer ist als  $H_{Rc} = 50$ . Weist der Metallpartner eine niedrigere Oberflächenhärte auf, können in größerem Umfang Rauigkeitsspitzen abbrechen, sich in die Polymerwerkstoff-Oberfläche einbetten und wie ein Schleifmittel wirken. Die Folgen sind eine Erhöhung sowohl des Polymerwerkstoff- als auch des Metallverschleißes. Aus diesem Grund wurden die dargelegten Versuche mit gehärtetem Wälzlagerstahl 100 Cr6 mit einer Härte  $H_{Rc} = 60-62$  (entsprechend der Vickers – Härte 700-750 HV 10) durchgeführt. Die gegenüber Stahl zum Teil günstigere Wärmeleitfähigkeit anderer Metalle wiegt deren Nachteil geringerer Härte nicht auf.

### Einfluss der Rauigkeit der Metalloberfläche

Bei sehr glatter Stahloberfläche ( $R_z < 1 \mu m$ ) wird bei Ultramid® (PA), Ultrason® KR 4113 (PES) und Ultraform® (POM) ein hoher Gleitreibungskoeffizient festgestellt, was auf die Wirkung von Adhäsions-

kraften und Klebebrücken zurückzuführen ist. Mit zunehmender Rauigkeit reduzieren sich die realen Kontaktflächen und damit die Bereiche mit adhäsivem Gleitkontakt. Die Reibungszahlen erreichen ein mehr oder weniger stark ausgeprägtes Minimum. Dieser Effekt ist z.B. bei Ultradur® (PBT) aufgrund der geringeren Adhäsionsneigung weniger stark ausgeprägt. Bei Oberflächenrauigkeiten  $R_z > 3 \mu m$  überwiegen deformative Gleitbedingungen, d.h. es setzt dann ein „Zerspanen“ des Kunststoffes ein, was höhere Bewegungskräfte erfordert bzw. zu einem Ansteigen des Gleitreibungskoeffizienten führt (Abb.3).

Unpolare Werkstoffe, wie PTFE, aber auch sehr schwach polare Werkstoffe, wie PE-HD, zeigen im technisch relevanten Rauigkeitsbereich ( $0,3 \mu m \leq R_z \leq 3 \mu m$ ) mit zunehmender Rauigkeit einen stetigen Anstieg des Reibungskoeffizienten.

Der Gleitverschleiß nimmt in der Regel mit zunehmender Rauigkeit stetig zu, was bei rauigkeitsempfindlichen Werkstoffen, wie PTFE, PE-HD sowie POM, besonders stark ausgeprägt ist (Abb.4).

Durch eine Stahlgleitfläche mit geringer Oberflächenrauigkeit kann also der Gleitverschleiß der rauigkeitsempfindlichen Kunststoffe verringert werden. Unter Umständen ist dies mit einem höheren Gleitreibungskoeffizienten verbunden (z.B. bei POM). Bei verschleißfesteren, weniger rauigkeitsempfindlichen Kunststoffen, wie PA, PBT und modifiziertem PES, ist dagegen eine höhere Oberflächenrauigkeit der Metallgleitfläche günstiger (Ausnahme PBT), da hierdurch der Gleitreibungskoeffizient gesenkt wird, der Gleitverschleiß aber nur geringfügig zunimmt (Abb.3 und 4).

Bei der Festlegung der Oberflächenrauigkeit der Stahlgleitfläche ist also zu bedenken, ob die funktionalen Anforderungen an ein Gleitelement primär den Gleitverschleiß oder die Höhe und den Verlauf des Gleitreibungskoeffizienten betreffen. Ebenfalls zu beachten ist, dass

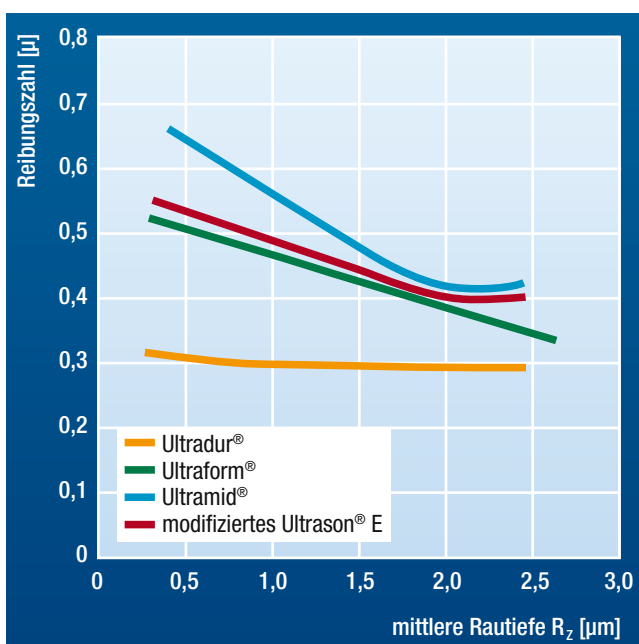


Abb. 3: Qualitativer Verlauf der Reibungszahl als Funktion der mittleren Rautiefe; Werkstoffe unverstärkt

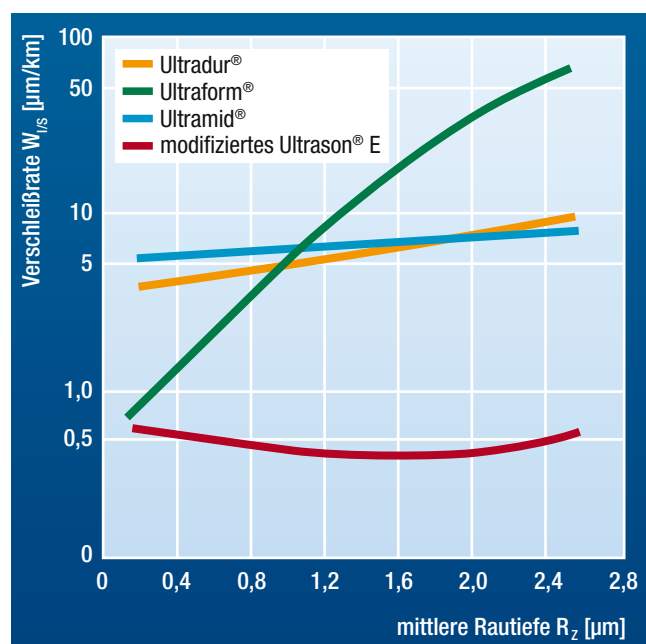


Abb. 4: Qualitativer Verlauf der Verschleißrate als Funktion der mittleren Rautiefe; Werkstoffe unverstärkt



die Oberflächenrauigkeit der Stahlgleitfläche und damit die tribologischen Kenngrößen des Polymerwerkstoffes einem zeitlichen Einfluss unterliegen. So muss insbesondere bei glasfaser- und kohlefaserverstärkten Werkstoffen und/oder bei Flächenpressungen  $p \geq 3$  MPa mit einer allmählichen Glättung der metallischen Oberfläche durch Abtrag der Rauigkeitsspitzen und daher unter Umständen mit einem Anstieg des Gleitreibungskoeffizienten gerechnet werden.

Da die Rauigkeit des Metallgleitpartners auf das Gleitverhalten der Kunststoffe einen wesentlichen Einfluss ausübt, sind in Tabelle 2 die optimalen Oberflächenrauigkeiten zusammengestellt. Die Rauigkeit des Kunststoff-Gleitpartners ist in der Regel von untergeordneter Bedeutung.

### Einfluss der Belastung

Der Einfluss der Belastung kann isoliert nur im Kurzzeitversuch ermittelt werden, da sonst andere Faktoren, wie Erwärmung und zeitliche Veränderung des Oberflächenprofils, das eigentliche Ergebnis verfälschen.

PA gleitet bei Paarung mit einem glatten Metallgleitpartner ( $R_z < 0,3 \mu\text{m}$ ) unter niedriger Flächenpressung praktisch ohne Gleitverschleiß, aber mit hohem Gleitreibungskoeffizienten. Unter höherer Flächenpressung (ab ca. 1 MPa) sind ausgeprägte Stick-Slip-Effekte feststellbar, die neben dem Ruckgleiten auch Geräuschprobleme verursachen können.

Bei der Paarung von Ultramid® (PA) mit einer rauheren Metalloberfläche ( $R_z = 2-3 \mu\text{m}$ ) fällt der Gleitreibungskoeffizient mit steigender Flächenpressung zunächst ab, bis das Verschleißvolumen sein Optimum erreicht. Bei weiterer Erhöhung der Flächenpressung steigt der Gleitreibungskoeffizient wegen der zunehmenden Zerspanungskräfte wieder an. Wie Ultramid® (PA) verhält sich tendenzmäßig auch Ultraform® (POM). Bei Ultradur® (PBT) ist prinzipiell ein ähnliches Verhalten zu beobachten, jedoch mit deutlich schwächerer Ausprägung (Abb.5).

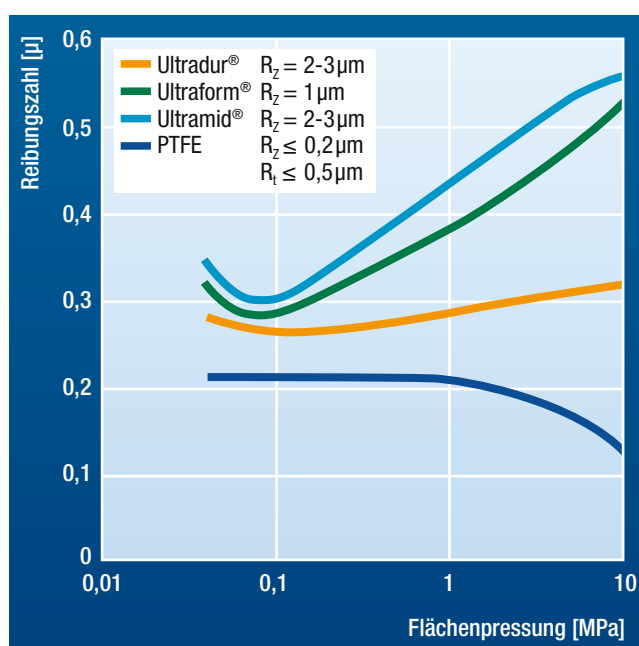


Abb. 5: Qualitativer Verlauf der Reibungszahl als Funktion der Flächenpressung; Werkstoffe unverstärkt

Werkstoff	Kurzzeichen	optimale Rauigkeit $R_z$ ( $\mu\text{m}$ )
Ultramid®	PA	2-3
Ultraform®	POM	1-2
gleitmodifiziertes Ultramid®	PA	1-2
gleitmodifiziertes Ultraform®	POM	1-2
Ultradur®	PBT	2-3
Ultrason®	PSU, PESU	1-2

Die Gleitreibungskoeffizienten von PTFE und PE-HD bleiben über einen weiten Belastungsbereich nahezu konstant. Der absolute Wert der Gleitreibungskoeffizienten ist jedoch bei Paarung mit einem rauen Metallgleitpartner wegen der Zerspanungskräfte höher.

Die Gleitverschleißraten  $W_{1/s}$  ( $\mu\text{m}/\text{km}$ ) steigen proportional mit der Belastung (Abb. 6), weshalb in der Literatur häufig auch spezifische Verschleißraten  $k$  angegeben werden.

Die spezifische Verschleißrate  $k$  beschreibt den volumetrischen Verschleißbetrag des Prüfstiftes in  $\text{mm}^3$  bezogen auf das Produkt aus Normalkraft  $F_N$  in N (Belastung) und Gleitstrecke  $s$  in m, also  $[k] = [\text{mm}^3/(\text{N} \cdot \text{m})]$ .

Die zum Teil geläufigere Angabe der Verschleißrate in Form des Verschleiß-Weg-Verhältnisses  $W_{1/s}$  in  $\mu\text{m}/\text{km}$  lässt sich hieraus unter Kenntnis der Normalkraft  $F_N$  [N] und der Kontaktfläche  $A$  [ $\text{mm}^2$ ] bzw. der mittleren Flächenpressung  $p$  [MPa] wie folgt ermitteln:

$$W_{1/s} = k \frac{F_N}{A} 10^6 \text{ } [\mu\text{m}/\text{km}] = k \cdot p 10^6 \text{ } [\mu\text{m}/\text{km}]$$

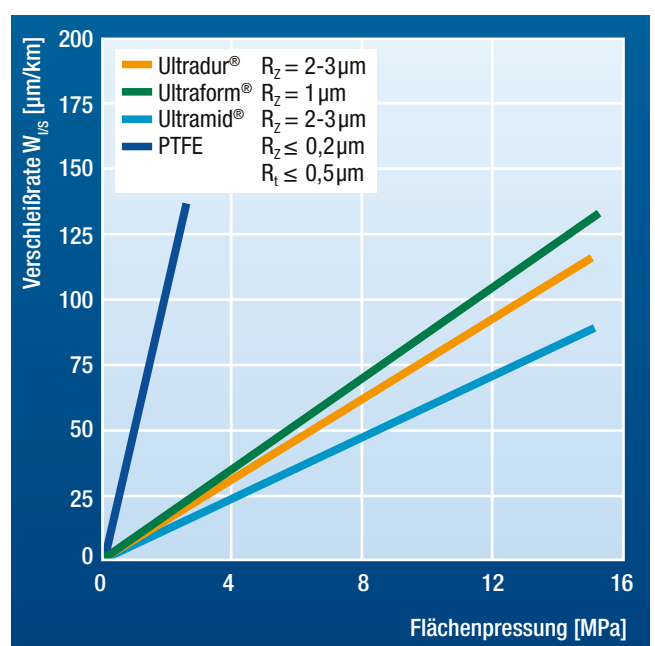


Abb. 6: Qualitativer Verlauf der Verschleißrate als Funktion der Flächenpressung; Werkstoffe unverstärkt

## Einfluss der Gleitflächentemperatur

Für das Gleitreibungsverhalten ist die Gleitflächentemperatur maßgebend, d.h. es muss zwischen der Gleitflächentemperatur und der niedrigeren mittleren Gleitelementtemperatur unterschieden werden.

Die Gleitverschleißrate ist je nach Polymerwerkstoff bis zu einem kritischen Punkt der Gleitflächentemperatur nahezu konstant. Der dann folgende progressive Anstieg ist zu erklären durch thermische Schädigung verbunden mit verminderter Verschleißfestigkeit. Diese thermische Schädigung kann z.B. schon bei einer mittleren Lagertemperatur von ca. 80 °C beginnen (Beispiel: PA). Die tatsächlich schädigende Temperatur (Gleitflächentemperatur) liegt dabei wesentlich höher (ca. 120 °C).

## 2. Reibung und Verschleiß bei Kunststoff-Kunststoff-Paarungen

Die beim Festkörperkontakt von Kunststoff-Kunststoff-Gleitpaarungen gebildeten Adhäsivkontakte werden bei Relativbewegung wieder getrennt und entsprechend ihrer Sprungweite ständig neu gebildet. Hiermit sind Energieverluste verbunden, die mit den Oberflächenenergien der beteiligten Kunststoffe in Beziehung stehen. Die Oberflächenenergien können daher zur Beurteilung des Gleitverhaltens von Kunststoff-Kunststoff-Gleitpaarungen herangezogen werden.

Die Zusammenhänge zwischen der Arbeit zur Trennung von Adhäsivkontakten und dem Gleitverhalten unter adhäsiven Bedingungen werden durch entsprechende Reibungsexperimente bestätigt. Abweichungen von den theoretisch berechneten Werten treten dann auf, wenn Verschleiß beobachtet wird, da durch Abriebpartikel in der Gleitfläche der adhäsive Gleitmechanismus gestört wird. Weitere Abweichungen werden durch Reibwärmeentwicklung verursacht, die vom Beanspruchungskollektiv (Belastung, Gleitgeschwindigkeit, Umgebungstemperatur etc.) abhängt.

Aus diesem Grunde wurden zur qualitativen Abschätzung des Gleitreibverhaltens in den Tabellen 3 und 4 Bandbreiten von Ergebnissen aus Reibungsexperimenten verschiedener Kunststoff-Kombinationen zusammengestellt, die diese Sachverhalte berücksichtigen.

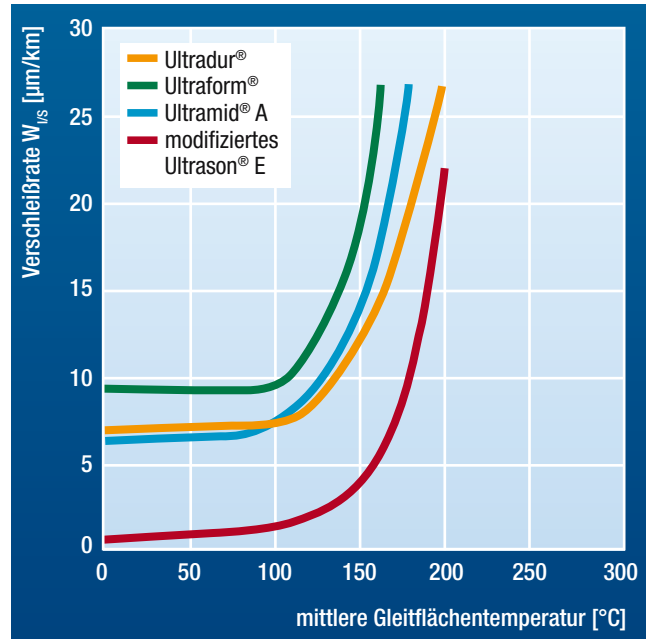


Abb. 7: Qualitativer Verlauf der Verschleißrate als Funktion der mittleren Gleitflächentemperatur; Werkstoffe unverstärkt

Es ist zu beachten, dass das Gleitverhalten durch die Wahl speziell gleitmodifizierter Kunststofftypen zum Teil erheblich verbessert werden kann.

Das Verschleißverhalten von Kunststoff-Kunststoff-Gleitpaarungen wird von der Bindungsenergie der jeweiligen Werkstoffe bestimmt. Es ist zu erwarten, dass – gleiche Morphologie der Gleitpartner (kristallin/amorph, spritzgegossen/gesintert) vorausgesetzt – der Gleitpartner mit der größeren Kohäsion (Bindungsenergie) und damit in der Regel auch höheren thermischen Stabilität weniger verschleißt.

Das Verschleißverhalten hängt sehr stark von der Reibwärmeentwicklung ab. Im Vergleich zu Kunststoff-Stahl-Paarungen werden bei gleicher Belastung zum Teil erheblich höhere Gleitflächentemperaturen und damit geringere Verschleißfestigkeiten festgestellt.



**Tabelle 3: Verschleiß-Weg-Verhältnisse und Gleitreibwerte für verschiedene Kunststoff-Kunststoff-Gleitpaarungen**  
**(p = 0,1 MPa; v = 0,15 m/s; Ring-Ring-Tribometer); \* = nicht untersucht**

	Ultradur® B (PA6)		Ultradur® B mit GF (PA6-GF)		Ultradur® A3R (PA66 mod.)		Ultradur® A mit GF (PA66-GF)		Ultradur® (PBT)		Ultradur® mit GF (PBT-GF)		Ultraform® (POM)		Ultraform® mit GF (POM-GF)		Ultraform® (POM mod.)	
	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]
Ultradur® B (PA6)	1 - 1,5	0,65 - 0,85																
Ultradur® B mit GF (PA6-GF)	1,5 - 2	0,45 - 0,55	≤0,1	0,35 - 0,45														
Ultradur® A3R (PA66 mod.)	0,1 - 0,2	0,5 - 0,7	0,5 - 1	0,35 - 0,45	0,2 - 0,5	0,15 - 0,2												
Ultradur® A mit GF (PA66-GF)	0,2 - 0,5	0,55 - 0,75	0,1 - 0,2	0,46 - 0,6	0,2 - 0,5	0,2 - 0,26	≤0,1	0,32 - 0,44										
Ultradur® (PBT)	0,2 - 0,5	0,7 - 0,9	0,5 - 1	0,65 - 0,85	≤0,1	0,42 - 0,57	0,5 - 1	0,6 - 0,8	2 - 5	0,6 - 0,8								
Ultradur® mit GF (PBT-GF)	0,2 - 0,5	0,65 - 0,85	* - *	* - *	0,2 - 0,5	0,23 - 0,3	0,5 - 1	0,3 - 0,37	1 - 1,5	0,4 - 0,55	1 - 1,5	0,36 - 0,48						
Ultraform® (POM)	0,1 - 0,2	0,5 - 0,7	0,5 - 1	0,35 - 0,5	≤0,1	0,2 - 0,3	0,2 - 0,5	0,22 - 0,3	0,1 - 0,2	0,4 - 0,6	0,2 - 0,5	0,36 - 0,48	1 - 1,5	0,3 - 0,5				
Ultraform® mit GF (POM-GF)	2 - 5	0,6 - 0,7	* - *	* - *	* - *	* - *	0,2 - 0,5	0,38 - 0,52	* - *	* - *	1 - 1,5	0,48 - 0,64	* - *	* - *	0,5 - 1	0,48 - 0,64		
Ultraform® (POM mod.)	≤0,1	0,25 - 0,4	0,5 - 1	0,15 - 0,25	≤0,1	0,13 - 0,17	≤0,1	0,17 - 0,28	0,2 - 0,5	0,21 - 0,28	0,2 - 0,5	0,31 - 0,41	0,5 - 1	0,34 - 0,45	* - *	* - *	0,5 - 1	0,2 - 0,28

**Tabelle 4: Max. Flächenpressung und zugehörige Verschleiß-Weg-Verhältnisse und Gleitreibwerte für verschiedene Kunststoff-Kunststoff-Gleitpaarungen**  
**(v = 0,15 m/s; Ring-Ring-Tribometer); \* = nicht untersucht**

	Ultradur® B (PA6)			Ultradur® B mit GF (PA6-GF)			Ultradur® A3R (PA66 mod.)			Ultradur® A mit GF (PA66-GF)			Ultradur® (PBT)			Ultradur® mit GF (PBT-GF)			Ultraform® (POM)			Ultraform® mit GF (POM-GF)			Ultraform® (POM mod.)		
	p max. [MPa]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	p max. [MPa]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	p max. [MPa]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	p max. [MPa]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	p max. [MPa]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	p max. [MPa]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	p max. [MPa]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	p max. [MPa]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]	p max. [MPa]	W <sub>is</sub> [µm/km]	µ [-]
Ultradur® B (PA6)	0,2	1,8 - 2,5	0,55 - 0,7																								
Ultradur® B mit GF (PA6-GF)	0,3	2 - 3	0,3 - 0,4	0,17	2,2 - 2,8	0,38 - 0,5																					
Ultradur® A3R (PA66 mod.)	0,41	3,5 - 4,5	0,4 - 0,55	0,29	0,7 - 1	0,22 - 0,28	0,57	2,6 - 3,5	0,15 - 0,2																		
Ultradur® A mit GF (PA66-GF)	*	*	*	0,25	9 - 12	0,7 - 0,9	1	0,8 - 1,20	0,1 - 0,28	0,17	1,4 - 2	0,3 - 0,4															
Ultradur® (PBT)	0,21	1,7 - 2,3	0,6 - 0,8	0,25	2 - 2,5	0,55 - 0,75	0,7	0,5 - 0,7	0,15 - 0,2	0,25	10 - 15	0,45 - 0,6	0,25	30 - 40	0,42 - 0,57												
Ultradur® mit GF (PBT-GF)	0,5	20 - 30	0,5 - 0,7	*	*	*	0,8	0,8 - 1,2	0,15 - 0,2	0,49	9 - 12	0,27 - 0,35	0,25	20 - 29	0,47 - 0,63	0,6	16 - 20	0,25 - 0,3									
Ultraform® (POM)	0,29	3,4 - 4,6	0,3 - 0,4	0,37	3 - 4	0,3 - 0,38	0,25	0,1 - 0,2	0,24 - 0,32	0,33	0,7 - 1	0,25 - 0,34	0,15	0,4 - 0,6	0,5 - 0,7	0,2	2 - 3	0,4 - 0,55	0,1	0,3 - 0,5	0,25 - 0,34						
Ultraform® mit GF (POM-GF)	0,17	17 - 23	0,6 - 0,7	*	*	*	*	*	*	0,28	10 - 14	0,36 - 0,48	*	*	*	0,28	18 - 26	0,41 - 0,55	*	*	*	*	*	*			
Ultraform® (POM mod.)	0,4	0,8 - 1	0,18 - 0,23	0,6	4,2 - 5,8	0,15 - 0,2	0,9	10 - 20	0,15 - 0,2	0,5	10 - 15	0,15 - 0,25	0,25	0,3 - 0,6	0,23 - 0,3	0,37	1,2 - 1,8	0,2 - 0,25	0,26	4,5 - 6,5	0,4 - 0,53	*	*	*	0,25	10 - 14	0,24 - 0,32

## Ausgewählte Produktliteratur:

- Ultramid® – Hauptbroschüre
- Ultramid® – Sortimentsübersicht
- Ultradur® – Hauptbroschüre
- Ultradur® – Sortimentsübersicht
- Ultraform® – Hauptbroschüre
- Ultraform® – Sortimentsübersicht
- Ultrason® – Hauptbroschüre
- Ultrason® – Sortimentsübersicht
- Ultramid®, Ultradur® und Ultraform® – Verhalten gegenüber Chemikalien
- Ultrason® – Verhalten gegenüber Chemikalien

### Zur Beachtung

Die Angaben in dieser Druckschrift basieren auf unseren derzeitigen Kenntnissen und Erfahrungen. Sie befreien den Verarbeiter wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei Verarbeitung und Anwendung unseres Produktes nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen. Eine Garantie bestimmter Eigenschaften oder die Eignung des Produktes für einen konkreten Einsatzzweck kann aus unseren Angaben nicht abgeleitet werden. Alle hierin vorliegenden Beschreibungen, Zeichnungen, Fotografien, Daten, Verhältnisse, Gewichte u. Ä. können sich ohne Vorankündigung ändern und stellen nicht die vertraglich vereinbarte Beschaffenheit des Produktes dar. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Empfänger unseres Produktes in eigener Verantwortung zu beachten. (Mai 2014)

### Besuchen Sie auch unsere Internetseiten:

[www.plasticsportal.com](http://www.plasticsportal.com) (Welt)

[www.plasticsportal.eu](http://www.plasticsportal.eu) (Europa)

### Die einzelnen Produktauftritte finden Sie unter:

[www.plasticsportal.eu/Produktname](http://www.plasticsportal.eu/Produktname)

z.B. [www.plasticsportal.eu/ultramid](http://www.plasticsportal.eu/ultramid)

### Broschürenanforderung:

PM/K, F204

Fax: +49 621 60-49497

### Bei technischen Fragen zu den Produkten

wenden Sie sich bitte an den Ultra-Infopoint:

