

# 1. iglidur®



# .plastics

# Das passende Gleitlager für Ihre Anwendung

**Kostengünstige Allrounder**



**iglidur® G**  
Das Universallager mit mehr als 650 Abmessungen ab Lager.

► Seite 2.1  
[www.igus.de/de/g](http://www.igus.de/de/g)

**iglidur® J**  
Niedrige Reibwerte im Trockenlauf, bestes Verhalten mit weichen Wellen.

► Seite 3.1  
[www.igus.de/de/j](http://www.igus.de/de/j)

**Hochtemperaturmaterialien**



**iglidur® X**  
Für Betriebstemperaturen von dauerhaft  $-100^{\circ}\text{C}$  bis  $+250^{\circ}\text{C}$ , sehr gute Chemikalienbeständigkeit.

► Seite 6.1  
[www.igus.de/de/x](http://www.igus.de/de/x)

**iglidur® Z**  
Der Hochtemperaturwerkstoff für extreme Belastungen, Temperaturen, Druck.

► Seite 22.1  
[www.igus.de/de/z](http://www.igus.de/de/z)

**Geringe Reibung**



**iglidur® J**  
Niedrige Reibwerte im Trockenlauf, bestes Verhalten mit weichen Wellen.

► Seite 3.1  
[www.igus.de/de/j](http://www.igus.de/de/j)

**iglidur® Z**  
Der Hochtemperaturwerkstoff für extreme Belastungen, Temperaturen, Druck.

► Seite 22.1  
[www.igus.de/de/z](http://www.igus.de/de/z)

**Für hohe Lasten bis 150 MPa**



**iglidur® X**  
Für Betriebstemperaturen von dauerhaft  $-100^{\circ}\text{C}$  bis  $+250^{\circ}\text{C}$ , sehr gute Chemikalienbeständigkeit.

► Seite 6.1  
[www.igus.de/de/x](http://www.igus.de/de/x)

**iglidur® Z**  
Der Hochtemperaturwerkstoff für extreme Belastungen, Temperaturen, Druck.

► Seite 22.1  
[www.igus.de/de/z](http://www.igus.de/de/z)

**Beständig gegen Chemikalien**



**iglidur® X**  
Für Betriebstemperaturen von dauerhaft  $-100^{\circ}\text{C}$  bis  $+250^{\circ}\text{C}$ , sehr gute Chemikalienbeständigkeit.

► Seite 6.1  
[www.igus.de/de/x](http://www.igus.de/de/x)

**iglidur® A500**  
Entspricht den Anforderungen der FDA. Höchste Chemikalienbeständigkeit, Temperaturen bis  $250^{\circ}\text{C}$ .

► Seite 10.1  
[www.igus.de/de/a500](http://www.igus.de/de/a500)

**Einsatz unter Wasser**



**iglidur® UW**  
Für schnelle Rotationen unter Wasser (z. B.: Pumpen) bei niedriger Radiallast.

► Seite 20.1  
[www.igus.de/de/uw](http://www.igus.de/de/uw)

**iglidur® H370**  
Hohe Verschleißfestigkeit unter Wasser. Bis  $200^{\circ}\text{C}$ .

► Seite 15.1  
[www.igus.de/de/h370](http://www.igus.de/de/h370)

**Lebensmittel-tauglich**



**iglidur® A180**  
Entspricht den Anforderungen der FDA. Für niedrige und mittlere Belastungen. Ideal für den Nassbereich.

► Seite 7.1  
[www.igus.de/de/a180](http://www.igus.de/de/a180)

**iglidur® A200**  
Entspricht den Anforderungen der FDA. Hohe mechanische Festigkeit. Für niedrige und mittlere Belastungen.

► Seite 8.1  
[www.igus.de/de/a200](http://www.igus.de/de/a200)

**Low Cost**



**iglidur® GLW**  
Kostengünstig bei hohen Stückzahlen. Für hohe Lasten.

► Seite 26.1  
[www.igus.de/de/glw](http://www.igus.de/de/glw)

**iglidur® R**  
Besonders kostengünstiges Gleitlager mit niedrigem Reibwert.

► Seite 19.1  
[www.igus.de/de/r](http://www.igus.de/de/r)



## **iglidur® M250**

Dickwandig, robust, schwingungsdämpfend, schmutzunempfindlich.

► Seite 4.1  
[www.igus.de/de/m250](http://www.igus.de/de/m250)

## **iglidur® W300**

Für besonders hohe Standzeiten, auch für weiche Wellen geeignet.

► Seite 5.1  
[www.igus.de/de/w300](http://www.igus.de/de/w300)

## **iglidur® P**

Höhere Präzision bei Feuchtigkeit und mittleren Temperaturen.

► Seite 17.1  
[www.igus.de/de/p](http://www.igus.de/de/p)

## **iglidur® V400**

Extrem verschleißfest bei weichen Wellen, hohe Elastizität.

► Seite 21.1  
[www.igus.de/de/v400](http://www.igus.de/de/v400)

## **iglidur® A500**

Entspricht den Anforderungen der FDA. Höchste Chemikalienbeständigkeit, Temperaturen bis 250°C.

► Seite 10.1  
[www.igus.de/de/a500](http://www.igus.de/de/a500)

## **iglidur® H4**

Für Anwendungen im Motorraum, gute Temperatur- und Chemikalienbeständigkeit, kostengünstig und vielseitig.

► Seite 14.1  
[www.igus.de/de/h4](http://www.igus.de/de/h4)

## **iglidur® L250**

Beste Reibwerte bei schnellen Rotationen und niedriger Last, empfohlen für V2A.

► Seite 16.1  
[www.igus.de/de/l250](http://www.igus.de/de/l250)

## **iglidur® Q**

Für hohe Belastungen, empfohlen speziell für hartverchromte Wellen.

► Seite 18.1  
[www.igus.de/de/q](http://www.igus.de/de/q)

## **iglidur® H1**

Hohe Verschleißfestigkeit und geringe Reibwerte unter extremen Umgebungsbedingungen.

► Seite 13.1  
[www.igus.de/de/h1](http://www.igus.de/de/h1)

## **iglidur® Q**

Für hohe Belastungen, empfohlen speziell für hartverchromte Wellen.

► Seite 18.1  
[www.igus.de/de/q](http://www.igus.de/de/q)

## **iglidur® F**

Bei höchsten statischen Belastungen und wenn das Lager elektrisch leitend sein soll.

► Seite 11.1  
[www.igus.de/de/f](http://www.igus.de/de/f)

## **iglidur® H1**

Hohe Verschleißfestigkeit und geringe Reibwerte unter extremen Umgebungsbedingungen.

► Seite 13.1  
[www.igus.de/de/h1](http://www.igus.de/de/h1)

## **iglidur® V400**

Hohe Chemikalienbeständigkeit, sehr verschleißfest auch im Kontakt mit weichen Wellen.

► Seite 21.1  
[www.igus.de/de/v400](http://www.igus.de/de/v400)

## **iglidur® Z**

Der Hochtemperaturwerkstoff für extreme Belastungen, Temperaturen, Druck.

► Seite 22.1  
[www.igus.de/de/z](http://www.igus.de/de/z)

## **iglidur® H**

Für den Unter-Wassereinsatz, Anwendungen bis 200°C, gute Chemikalienbeständigkeit.

► Seite 12.1  
[www.igus.de/de/h](http://www.igus.de/de/h)

## **iglidur® A290**

Entspricht den Vorgaben des BfR. Gleitlager mit hoher mechanischer Festigkeit, Temperaturen bis 140°C.

► Seite 9.1  
[www.igus.de/de/a290](http://www.igus.de/de/a290)

## **iglidur® A500**

Entspricht den Anforderungen der FDA. Höchste Chemikalienbeständigkeit, Temperaturen bis 250°C.

► Seite 10.1  
[www.igus.de/de/a500](http://www.igus.de/de/a500)

# Inhalt iglidur®

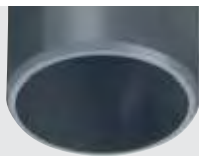
## Konstruieren mit iglidur®

### Auswahlhilfen

- nach Kerneigenschaften ▶ S. 1.8
- nach Flächenpressung, Temperatur, Reibwert und Verschleiß ▶ S. 1.10
- Werkstofftabelle** ▶ S. 1.12
- Gleitlager aus Hochleistungspolymeren** ▶ S. 1.16
- Eigenschaften von iglidur®-Gleitlagern ▶ S. 1.17
- Der Selbstschmiereffekt ▶ S. 1.18

Flächenpressung	▶ S. 1.20	Einsatz im Lebensmittelbereich	▶ S. 1.33
Gleitgeschwindigkeit	▶ S. 1.22	Energieriche Strahlung	▶ S. 1.33
p x v-Wert	▶ S. 1.24	UV-Beständigkeit	▶ S. 1.33
Schmierung	▶ S. 1.24	Vakuum	▶ S. 1.34
Temperaturen	▶ S. 1.25	Elektrische Eigenschaften	▶ S. 1.34
Thermischer Ausdehnungskoeffizient	▶ S. 1.26	Toleranzen und Messsystem	▶ S. 1.34
Reibwerte	▶ S. 1.26	Ursachen für Maßabweichungen	▶ S. 1.35
Verschleißfestigkeit	▶ S. 1.28	Spanende Bearbeitung	▶ S. 1.36
Wellenwerkstoffe	▶ S. 1.30	Montage	▶ S. 1.37
Chemikalienbeständigkeit	▶ S. 1.32	Kleben	▶ S. 1.37

## iglidur® – Standard-Gleitlager, ab Lager



### iglidur® G

Der Alleskönner

▶ Seite 2.1

- wartungsfreier Trockenlauf
- hohe Abriebfestigkeit
- über 650 Abmessungen ab Lager lieferbar



ab Lager

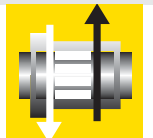


### iglidur® J

Der Fast-and-slow-motion-Spezialist

▶ Seite 3.1

- niedriger Verschleiß mit vielen Wellenwerkstoffen
- niedrige Reibwerte im Trockenlauf
- bestes Verhalten mit weichen Wellen



ab Lager



### iglidur® M250

Dick und robust

▶ Seite 4.1

- hervorragende Schwingungsdämpfung
- unempfindlich gegen Kantenpressung
- hohe Schlagzähigkeit



ab Lager



### iglidur® W300

Der Dauerläufer

▶ Seite 5.1

- für besonders hohe Standzeiten
- niedriger Reibwert
- auch für weiche Wellen geeignet



ab Lager



### iglidur® X

Der High-Tech-Problemlöser

▶ Seite 6.1

- temperaturbeständig von –100°C bis 250°C
- hohe universelle Chemikalienbeständigkeit
- sehr geringe Feuchtigkeitsaufnahme



ab Lager

## iglidur® – Spezialisten, ab Lager



### iglidur® A180

Zum Anbeißen

▶ Seite 7.1

- Entspricht den Anforderungen der FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA)
- für den Nassbereich



ab Lager

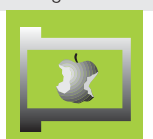


### iglidur® A200

Zum Anbeißen

▶ Seite 8.1

- Entspricht den Anforderungen der FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA)
- für niedrige Geschwindigkeiten



ab Lager

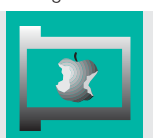


### iglidur® A290

Zum Anbeißen

▶ Seite 9.1

- Entspricht den Anforderungen des BfR
- geeignet für den direkten Kontakt mit Lebens- und Arzneimitteln
- physiologisch völlig unbedenklich



ab Lager

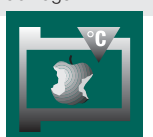


### iglidur® A500

Zum Anbeißen

▶ Seite 10.1

- Entspricht den Anforderungen der FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA)
- universelle Chemikalienbeständigkeit
- temperaturbeständig von –100°C bis +250°C



ab Lager

# iglidur® – Spezialisten, ab Lager



## iglidur® F

Der Blitzableiter

► Seite 11.1

- elektrisch leitend
- hohe Druckfestigkeit
- gute Chemikalienbeständigkeit



ab Lager



## iglidur® H

Für den Nassbereich

► Seite 12.1

- unter Wasser verwendbar
- für hohe Temperaturen
- chemikalienbeständig



ab Lager

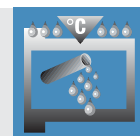


## iglidur® H1

Der Dauerläufer bei hohen Temperaturen

► Seite 13.1

- sehr verschleißfest unter Temperatur
- geringe Reibwerte auf vielen Wellen
- gute Chemikalienbeständigkeit



ab Lager

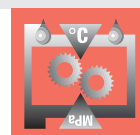


## iglidur® H4

Für Anwendungen im Motorraum

► Seite 14.1

- gute Abriebfestigkeit
- niedrige Reibwerte
- hohe Temperaturbeständigkeit von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+200^{\circ}\text{C}$



ab Lager



## iglidur® H370

Die Besten für den Nassbereich

► Seite 15.1

- für den Einsatz unter Wasser
- verschleißfest
- chemikalienbeständig



ab Lager



## iglidur® L250

Für schnelle Rotationen

► Seite 16.1

- speziell für schnell rotierende Anwendungen
- sehr geringe Reibwerte
- sehr gute Verschleißfestigkeit



ab Lager



## iglidur® P

Präzise und kostengünstig

► Seite 17.1

- niedrige Feuchtigkeitsaufnahme
- niedrige Verschleißraten
- kostengünstig



ab Lager



## iglidur® Q

Fit für hohe Belastungen

► Seite 18.1

- sehr gute Abriebfestigkeit
- geeignet für extreme  $p \times v$ -Werte
- hohe Druckfestigkeit



ab Lager

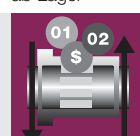


## iglidur® R

Geringe Reibwerte, geringe Kosten

► Seite 19.1

- niedrige Reibwerte im Trockenlauf
- geringe Feuchtigkeitsaufnahme
- sehr kostengünstig



ab Lager



## iglidur® UW

Unter-Wasser-Gleitlager

► Seite 20.1

- speziell für den Einsatz unter Wasser
- für schnelle und dauernde Rotationen
- niedrige Verschleißraten



ab Lager

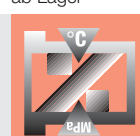


## iglidur® V400

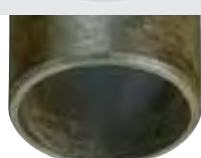
Verschleißfest bei hohen Temperaturen

► Seite 21.1

- sehr hohe Verschleißfestigkeit bei weichen Wellen
- hohe Chemikalienbeständigkeit
- hohe Verschleißfestigkeit bei hohen Temperaturen



ab Lager

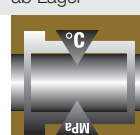


## iglidur® Z

Der Hochtemperaturwerkstoff

► Seite 22.1

- für Hochtemperaturanwendungen
- sehr hohe Verschleißfestigkeit
- für sehr hohe Belastungen



ab Lager

Auftragsbezogene iglidur®-Werkstoffe und iglidur®-Spezialbauformen (Rundtischlager, Clipslager, Flanschlager, Doppelbundlager und Tellerfedern) finden Sie auf der nächsten Seite.



# iglidur® – Spezialisten, auftragsbezogen



## iglidur® B

Höchste Schwingungsdämpfung

► Seite 23.1

- Geräuschkopplung
- extrem hohe Elastizität
- Dichtungsfunktion möglich



auftragsbezogen



## iglidur® C

PTFE- und silikonfrei

► Seite 24.1

- PTFE- und silikonfrei
- gute Abriebfestigkeit
- wartungsfrei



auftragsbezogen



## iglidur® D

Geringe Reibwerte, geringe Kosten

► Seite 25.1

- low cost
- niedrige Reibwerte bei hohen Geschwindigkeiten



auftragsbezogen



## iglidur® GLW

Stark und günstig

► Seite 26.1

- low cost
- vielseitig einsetzbar vor allem bei statischer Belastung



auftragsbezogen



## iglidur® H2

Die wirtschaftliche Lösung bis 200°C

► Seite 27.1

- low cost
- für hohe Temperaturen



auftragsbezogen



## iglidur® J200

Für eloxiertes Aluminium

► Seite 28.1

- extreme Lebensdauer auf eloxiertem Aluminium
- niedrige Reibwerte
- niedriger Verschleiß



auftragsbezogen



## iglidur® T220

Für die Tabakindustrie

► Seite 29.1

- frei von unerwünschten und verbotenen Inhaltsstoffen der Tabakindustrie



auftragsbezogen



## iglidur® UW500

Unter-Wasser-Einsatz bis 200°C

► Seite 30.1

- für den Einsatz unter Wasser bei hohen Temperaturen
- für schnelle und dauernde Bewegungen



auftragsbezogen

# TIPP

## Wellen

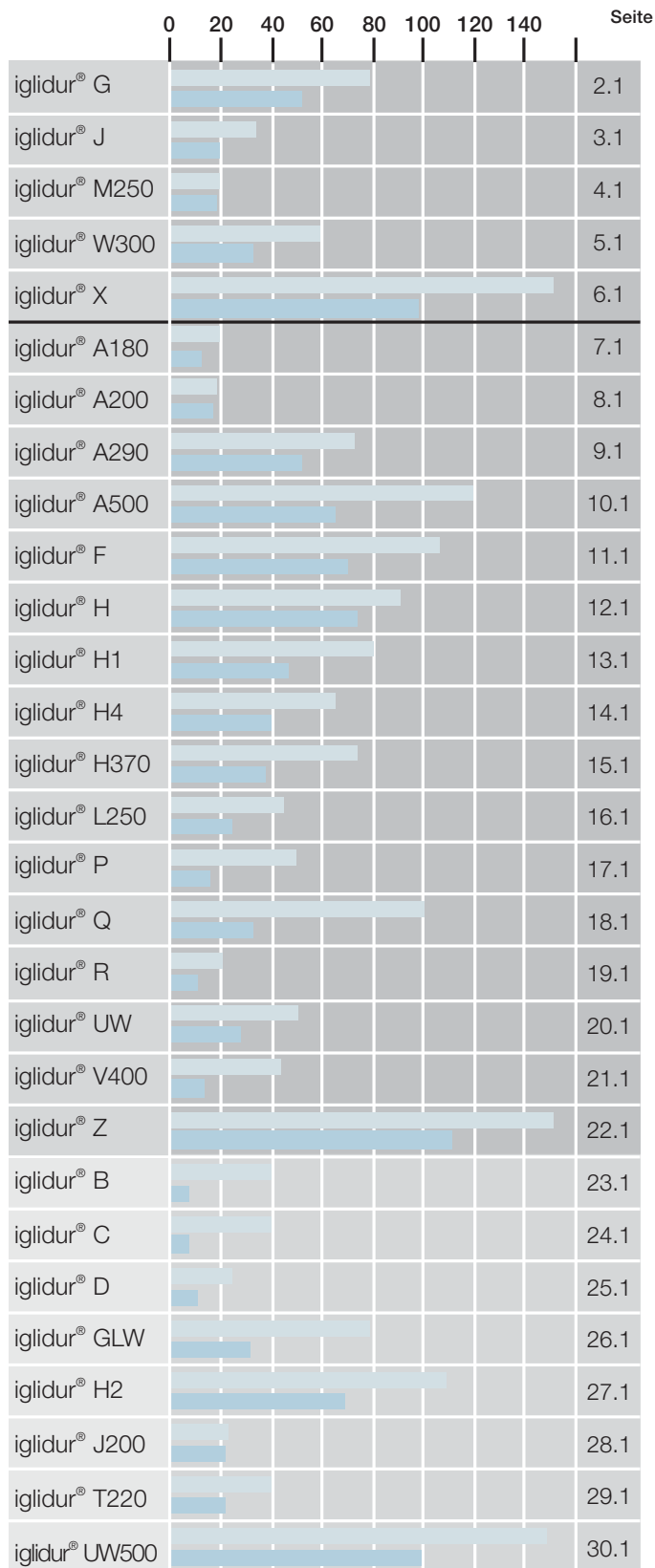
DryLin® ► Seite 65.2

## Kugelkalotten

Kugelkalotten aus iglidur® W300 ► Seite 57.1

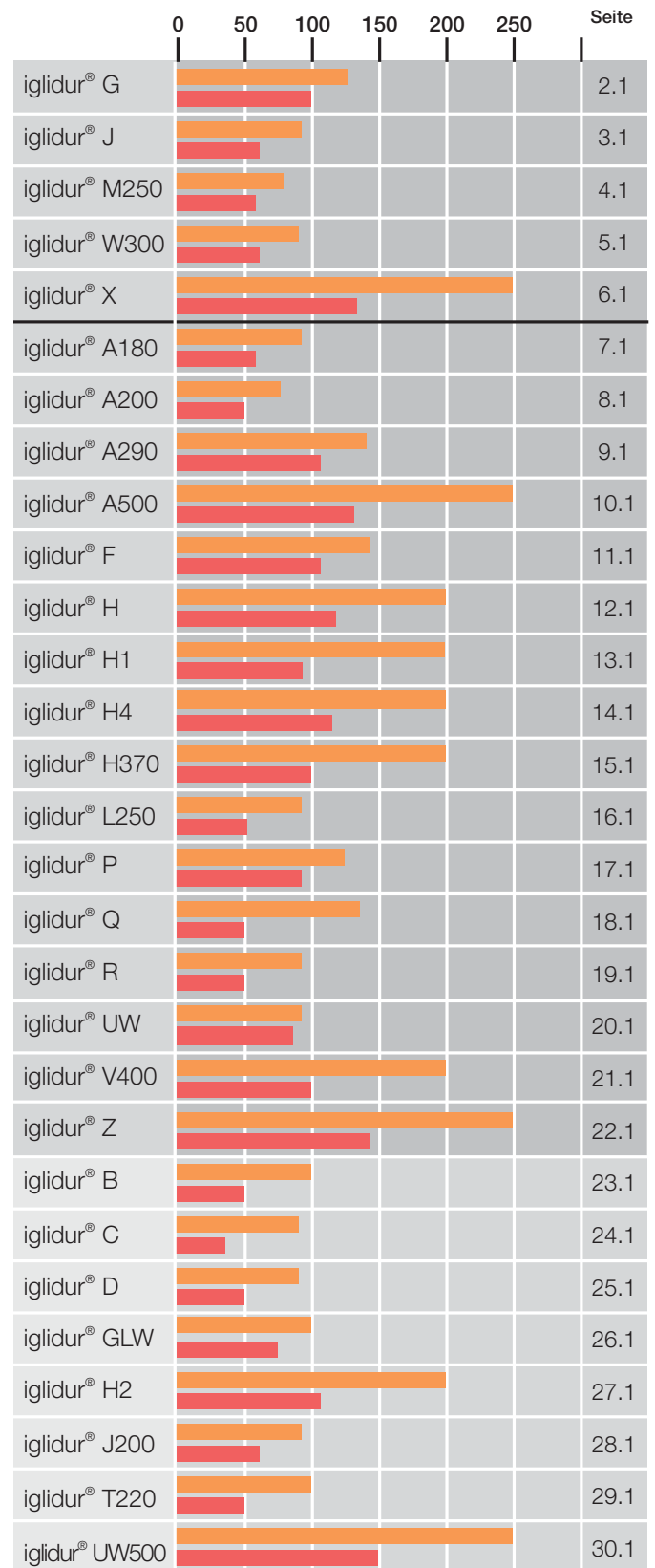


# Auswahl nach vier Hauptkriterien



## Flächenpressung [MPa]

Maximal empfohlene Flächenpressung für iglidur®-Gleitlager  
 bei 20°C (hellblau) bei 120°C (dunkelblau)



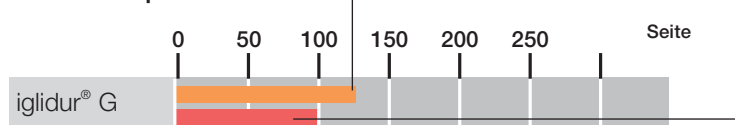
## Temperatur [°C]

Wichtige Temperaturgrenzen der iglidur®-Gleitlager

orange = obere langzeitige Anwendungstemperatur

rot = Temperatur, ab der eine zusätzliche axiale Sicherung der iglidur®-Gleitlager erforderlich ist

### Ablesebeispiel





iglidur® G-Gleitlager besitzen eine obere langzeitige Anwendungstemperatur von 130°C.

iglidur® G-Gleitlager sollten ab 100°C zusätzlich axial gesichert werden.

	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	Seite
iglidur® G	3						2.1
iglidur® J	3						3.1
iglidur® M250	5						4.1
iglidur® W300	7						5.1
iglidur® X	4						6.1
iglidur® A180	4						7.1
iglidur® A200	4						8.1
iglidur® A290	3						9.1
iglidur® A500	4						10.1
iglidur® F	6						11.1
iglidur® H	3						12.1
iglidur® H1	1						13.1
iglidur® H4	3						14.1
iglidur® H370	3						15.1
iglidur® L250	4						16.1
iglidur® P	3						17.1
iglidur® Q	2						18.1
iglidur® R	1						19.1
iglidur® UW	3						20.1
iglidur® V400	2						21.1
iglidur® Z	3						22.1
iglidur® B	6						23.1
iglidur® C	4						24.1
iglidur® D	7						25.1
iglidur® GLW	1						26.1
iglidur® H2	3						27.1
iglidur® J200	6						28.1
iglidur® T220	3						29.1
iglidur® UW500	3						30.1

## Reibwert

Reibwerte der iglidur®-Gleitlager rotierend,  $p = 1,2 \text{ MPa}$ ,  $v = 0,3 \text{ m/s}$

-  = Reibwerte der besten Paarung 1 Cf53 2 hartverchromt
- 3 Alu, hc 4 Automatenstahl 5 St37 6 V2A 7 X90
-  = Mittelwert der Reibwerte aus allen 7 getesteten Gleitpaarungen

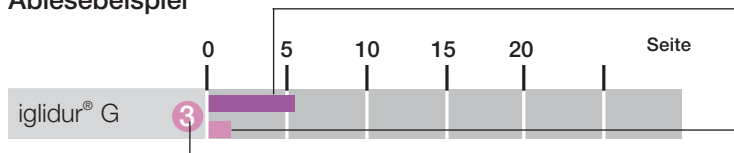
	0	5	10	15	20	Seite	
iglidur® G	3						2.1
iglidur® J	3						3.1
iglidur® M250	3						4.1
iglidur® W300	3						5.1
iglidur® X	4						6.1
iglidur® A180	3						7.1
iglidur® A200	3						8.1
iglidur® A290	2						9.1
iglidur® A500	2						10.1
iglidur® F	1						11.1
iglidur® H	5						12.1
iglidur® H1	3						13.1
iglidur® H4	5						14.1
iglidur® H370	2						15.1
iglidur® L250	1						16.1
iglidur® P	1						17.1
iglidur® Q	3						18.1
iglidur® R	1						19.1
iglidur® UW	6						20.1
iglidur® V400	3						21.1
iglidur® Z	3						22.1
iglidur® B	1						23.1
iglidur® C	7						24.1
iglidur® D	7						25.1
iglidur® GLW	2						26.1
iglidur® H2	4						27.1
iglidur® J200	5						28.1
iglidur® T220	3						29.1
iglidur® UW500	6						30.1

## Verschleiß [ $\mu\text{m}/\text{km}$ ]

Verschleiß der iglidur®-Gleitlager rotierend,  $p = 1 \text{ MPa}$

-  = Verschleiß der besten Paarung 1 Cf53 2 hartverchromt
- 3 Alu, hc 4 Automatenstahl 5 St37 6 V2A 7 X90
-  = gemittelter Verschleiß aller 7 getesteten Gleitpaarungen

### Ablesebeispiel



Im Durchschnitt wurde für iglidur® G gegen sieben verschiedene Wellenmaterialien ein Verschleiß von  $5,5 \mu\text{m}/\text{km}$  getestet.

Bei der besten Lager-Welle-Kombination wurde für iglidur® G ein Verschleiß von  $1,0 \mu\text{m}/\text{km}$  getestet.

Der geringste Verschleiß wurde für iglidur® G mit dem Wellenmaterial Alu, hc getestet.



# Werkstofftabelle

Wenn Sie noch unsicher sind, welches Material Sie bevorzugen, gehen Sie bitte zurück zu den Auswahltabellen auf den Seiten:

- Auswahl nach Kerneigenschaften, Seite 1.8
- Auswahl nach vier Hauptkriterien, Seite 1.10

## Allgemeine Eigenschaften

	iglidur® G	iglidur® J	iglidur® M250	iglidur® W300	iglidur® X
<b>Dichte</b> g/cm <sup>3</sup>	1,46	1,49	1,14	1,24	1,44
<b>Farbe</b>	mattgrau	gelb	anthrazit	gelb	schwarz
<b>max. Feuchtigkeitsaufnahme bei 23°C/50% r. F.</b> Gew.-%	0,7	0,3	1,4	1,3	0,1
<b>max. Wasseraufnahme</b> Gew.-%	4,0	1,3	7,6	6,5	0,5
<b>Gleitreibwert, dynamisch, gegen Stahl (μ)</b>	0,08–0,15	0,06–0,18	0,18–0,40	0,08–0,23	0,09–0,27
<b>p x v-Wert, max. (trocken)</b> gegen Stahlwelle, 20°C, Lagerwanddicke 1 mm MPa x m/s	0,42	0,34	0,12	0,23	1,32

## Mechanische Eigenschaften

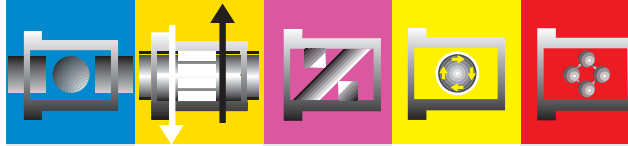
<b>Biege-E-Modul</b> MPa	7800	2400	2700	3500	8100
<b>Biegefestigkeit bei 20°C</b> MPa	210	73	112	125	170
<b>Druckfestigkeit (axial)</b> MPa	78	60	52	61	100
<b>zulässige statische Flächenpressung (20°C)</b> MPa	80	35	20	60	150
<b>Shore-D-Härte</b>	81	74	79	77	85

## Physikalische und thermische Eigenschaften

<b>obere langzeitige Anwendungstemperatur</b> °C	130	90	80	90	250
<b>obere kurzzeitige Anwendungstemperatur</b> °C	220	120	170	180	315
<b>untere Anwendungstemperatur</b> °C	-40	-50	-40	-40	-100
<b>Wärmeleitfähigkeit</b> [W/m x K]	0,24	0,25	0,24	0,24	0,60
<b>Wärmeausdehnungskoeffizient (23°C)</b> [K <sup>-1</sup> x 10 <sup>-5</sup> ]	9	10	10	9	5

## Elektrische Eigenschaften

<b>spezifischer Durchgangswiderstand</b> Ωcm	> 10 <sup>13</sup>	> 10 <sup>13</sup>	> 10 <sup>13</sup>	> 10 <sup>13</sup>	< 10 <sup>5</sup>
<b>Oberflächenwiderstand</b> Ω	> 10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>12</sup>	> 10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>12</sup>	< 10 <sup>3</sup>



iglidur® G	iglidur® J	iglidur® M250	iglidur® W300	iglidur® X
------------	------------	---------------	---------------	------------

## Standard-Gleitlager, ab Lager

<b>Dichte</b> g/cm <sup>3</sup>	1,46	1,49	1,14	1,24	1,44
<b>Farbe</b>	mattgrau	gelb	anthrazit	gelb	schwarz
<b>max. Feuchtigkeitsaufnahme bei 23°C/50% r. F.</b> Gew.-%	0,7	0,3	1,4	1,3	0,1
<b>max. Wasseraufnahme</b> Gew.-%	4,0	1,3	7,6	6,5	0,5
<b>Gleitreibwert, dynamisch, gegen Stahl (μ)</b>	0,08–0,15	0,06–0,18	0,18–0,40	0,08–0,23	0,09–0,27
<b>p x v-Wert, max. (trocken)</b> gegen Stahlwelle, 20°C, Lagerwanddicke 1 mm MPa x m/s	0,42	0,34	0,12	0,23	1,32

## Mechanische Eigenschaften

<b>Biege-E-Modul</b> MPa	7800	2400	2700	3500	8100
<b>Biegefestigkeit bei 20°C</b> MPa	210	73	112	125	170
<b>Druckfestigkeit (axial)</b> MPa	78	60	52	61	100
<b>zulässige statische Flächenpressung (20°C)</b> MPa	80	35	20	60	150
<b>Shore-D-Härte</b>	81	74	79	77	85

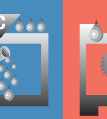
## Physikalische und thermische Eigenschaften

<b>obere langzeitige Anwendungstemperatur</b> °C	130	90	80	90	250
<b>obere kurzzeitige Anwendungstemperatur</b> °C	220	120	170	180	315
<b>untere Anwendungstemperatur</b> °C	-40	-50	-40	-40	-100
<b>Wärmeleitfähigkeit</b> [W/m x K]	0,24	0,25	0,24	0,24	0,60
<b>Wärmeausdehnungskoeffizient (23°C)</b> [K <sup>-1</sup> x 10 <sup>-5</sup> ]	9	10	10	9	5

## Elektrische Eigenschaften

<b>spezifischer Durchgangswiderstand</b> Ωcm	> 10 <sup>13</sup>	> 10 <sup>13</sup>	> 10 <sup>13</sup>	> 10 <sup>13</sup>	< 10 <sup>5</sup>
<b>Oberflächenwiderstand</b> Ω	> 10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>12</sup>	> 10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>12</sup>	< 10 <sup>3</sup>

1.12	Seite 2.1	Seite 3.1	Seite 4.1	Seite 5.1	Seite 6.1
------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------



iglidur® A180

iglidur® A200

iglidur® A290

iglidur® A500

iglidur® F

iglidur® H

iglidur® H1

iglidur® H4

iglidur® H370

iglidur® L250

igus®-Gleitlager

Telefon (0 22 03) 96 49-145  
Telefax (0 22 03) 96 49-334



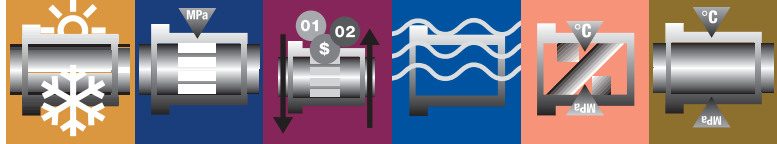
Spezialisten, ab Lager

1,46	1,14	1,41	1,28	1,25	1,71	1,53	1,79	1,60	1,5
weiß	weiß	weiß	braun	schwarz	grau	cremeweiß	braun	grau	beige
0,2	1,5	1,7	0,3	1,8	< 0,1	0,1	0,1	< 0,1	0,7
1,3	7,6	7,3	0,5	8,4	0,3	0,3	0,2	< 0,1	3,9
0,05–0,23	0,10–0,40	0,13–0,40	0,26–0,41	0,10–0,39	0,07–0,20	0,06–0,20	0,08–0,25	0,07–0,17	0,08–0,19
0,31	0,09	0,23	0,28	0,34	1,37	0,8	0,7	0,74	0,4
2300	2500	8800	3600	11600	12500	2800	7500	11100	1950
88	116	250	140	260	175	55	120	135	67
78	54	91	118	98	81	78	50	79	47
20	18	70	120	105	90	80	65	75	45
76	81	88	83	84	87	77	80	82	68
90	80	140	250	140	200	200	200	200	90
110	170	180	300	180	240	240	240	240	180
-50	-40	-40	-100	-40	-40	-40	-40	-40	-40
0,25	0,24	0,24	0,24	0,65	0,60	0,24	0,24	0,50	0,24
11	10	7	9	12	4	6	5	5	10
> 10 <sup>12</sup>	> 10 <sup>13</sup>	> 10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>14</sup>	< 10 <sup>3</sup>	< 10 <sup>5</sup>	> 10 <sup>12</sup>	> 10 <sup>13</sup>	< 10 <sup>5</sup>	> 10 <sup>10</sup>
> 10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>12</sup>	> 10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>13</sup>	< 10 <sup>2</sup>	< 10 <sup>2</sup>	> 10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>11</sup>	< 10 <sup>5</sup>	> 10 <sup>11</sup>

# Werkstofftabelle

Wenn Sie noch unsicher sind, welches Material Sie bevorzugen, gehen Sie bitte zurück zu den Auswahltabellen auf den Seiten:

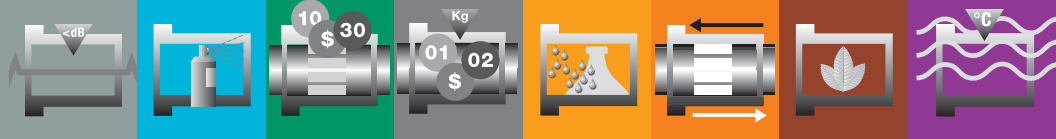
- Auswahl nach Kerneigenschaften, Seite 1.8
- Auswahl nach vier Hauptkriterien, Seite 1.10



## Allgemeine Eigenschaften

### Spezialisten, ab Lager

	iglidur® P	iglidur® Q	iglidur® R	iglidur® UW	iglidur® V400	iglidur® Z
<b>Dichte</b> g/cm <sup>3</sup>	1,58	1,40	1,39	1,56	1,51	1,40
<b>Farbe</b>	schwarz	schwarz	dunkelrot	schwarz	weiß	braun
<b>max. Feuchtigkeitsaufnahme bei 23°C/50% r. F.</b> Gew.-%	< 0,2	0,9	0,2	0,2	0,1	0,3
<b>max. Wasseraufnahme</b> Gew.-%	0,4	4,9	1,1	0,8	0,2	1,1
<b>Gleitreibwert, dynamisch, gegen Stahl (μ)</b>	0,06–0,21	0,05–0,15	0,09–0,25	0,15–0,35	0,15–0,20	0,06–0,14
<b>p x v-Wert, max. (trocken)</b> gegen Stahlwelle, 20°C, Lagerwanddicke 1 mm MPa x m/s	0,39	0,55	0,27	0,11	0,5	0,84
<b>Mechanische Eigenschaften</b>						
<b>Biege-E-Modul</b> MPa	5300	4500	1950	n. b.	4500	2400
<b>Biegefestigkeit bei 20°C</b> MPa	120	120	70	n. b.	95	95
<b>Druckfestigkeit (axial)</b> MPa	66	89	68	70	47	65
<b>zulässige statische Flächenpressung (20°C)</b> MPa	50	100	23	50	45	150
<b>Shore-D-Härte</b>	75	83	77	78	74	81
<b>Physikalische und thermische Eigenschaften</b>						
<b>obere langzeitige Anwendungstemperatur</b> °C	130	135	90	90	200	250
<b>obere kurzzeitige Anwendungstemperatur</b> °C	200	155	110	110	240	310
<b>untere Anwendungstemperatur</b> °C	-40	-40	-50	-50	-50	-100
<b>Wärmeleitfähigkeit</b> [W/m x K]	0,25	0,23	0,25	0,60	0,24	0,62
<b>Wärmeausdehnungskoeffizient (23°C)</b> [K <sup>-1</sup> x 10 <sup>-5</sup> ]	4	5	11	6	3	4
<b>Elektrische Eigenschaften</b>						
<b>spezifischer Durchgangswiderstand</b> Ωcm	> 10 <sup>13</sup>	> 10 <sup>15</sup>	> 10 <sup>12</sup>	< 10 <sup>5</sup>	> 10 <sup>12</sup>	> 10 <sup>11</sup>
<b>Oberflächenwiderstand</b> Ω	> 10 <sup>12</sup>	> 10 <sup>12</sup>	> 10 <sup>12</sup>	< 10 <sup>5</sup>	> 10 <sup>12</sup>	> 10 <sup>11</sup>
<b>1.14</b>	Seite 17.1	Seite 18.1	Seite 19.1	Seite 20.1	Seite 21.1	Seite 22.1



igidur® B

igidur® C

igidur® D

igidur® GLW

igidur® H2

igidur® J200

igidur® T220

igidur® UW500

igus®-Gleitlager

Telefon (0 22 03) 96 49-145  
Telefax (0 22 03) 96 49-334



Spezialisten, auftragsbezogen

1,15	1,1	1,40	1,36	1,69	1,72	1,28	1,49
grau	weißlich	grün	schwarz	braun	dunkelgrau	weiß	schwarz
1,0	1,0	0,3	1,3	< 0,1	0,2	0,3	0,1
6,3	6,9	1,1	5,5	0,2	0,7	0,5	0,5
0,18–0,28	0,17–0,25	0,08–0,26	0,10–0,24	0,07–0,30	0,11–0,17	0,20–0,32	0,20–0,36
0,15	0,1	0,27	0,3	0,58	0,3	0,28	0,35
1750	1900	2000	7700	10300	2800	1800	16000
55	60	72	235	210	58	65	260
20	30	70	74	109	43	55	130
40	40	23	80	110	23	40	140
69	72	78	78	88	70	76	86
100	90	90	100	200	90	100	250
130	130	110	160	240	120	160	315
-40	-40	-50	-40	-40	-50	-40	-100
0,24	0,24	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,60
12	15	11	17	4	8	11	4
> 10 <sup>10</sup>	> 10 <sup>10</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>15</sup>	> 10 <sup>8</sup>	> 10 <sup>10</sup>	< 10 <sup>9</sup>
> 10 <sup>9</sup>	> 10 <sup>9</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>11</sup>	> 10 <sup>14</sup>	> 10 <sup>8</sup>	> 10 <sup>10</sup>	< 10 <sup>9</sup>



Bild 1.1: Der Traum jedes Konstrukteurs: berechenbare Gleitlager aus Hochleistungspolymeren



Bild 1.2: Gleitlagerlabor für tribologische Versuche



Bild 1.3: Prüfung der Eigenschaften von Polymerlagern

## iglidur® – Gleitlager aus Hochleistungspolymeren

Hervorragende Polymere, verbessert durch exakt abgestimmte Zusätze von Verstärkungsstoffen und Festschmierstoffen, tausendfach getestet und millionenfach bewährt – das ist iglidur®.

igus®-Ingenieure entwickeln jedes Jahr mehr als 100 neue Kunststoffcompounds, testen in mehr als 5.000 Versuchen pro Jahr wartungsfreie Gleitlager und bauten so in den letzten Jahren eine umfassende Datenbank über die tribologischen Eigenschaften der Polymere auf.

Diese Datenbank macht es uns heute möglich, die überwiegende Zahl der Anwendungen im Vorfeld besser zu beurteilen, die erwartete Lebensdauer zu berechnen und damit dem Anwender Sicherheit bei der Verwendung zu geben.

### Einbauen und vergessen

Gestützt auf die Ergebnisse von mehreren tausend empirischen Versuchen, können wir heute bei fast allen Anfragen zuverlässige Angaben zur Lebensdauer von iglidur®-Gleitlagern machen. Auch können wir mit den Daten unserer Tests den geeignetsten Wellenwerkstoff empfehlen.

### Erstklassige Werkstoffe im Spritzgussverfahren

Kaum ein anderer Grundwerkstoff lässt sich gleichermaßen gut in den Eigenschaften verändern und anpassen. Thermoplaste können mit Schmierstoffen versehen werden, sie lassen sich durch Hinzufügen von technischen Fasern mechanisch erheblich verstärken oder durch weitere Füllstoffe, insbesondere hinsichtlich Reibung und Verschleißverhalten, stark variieren.

### Gleitlager sollen lange halten und wenig kosten

igus® entwickelt Werkstoffe, die den Anforderungen als wartungsfreie Gleitlager gerecht werden:



### Allgemeine Eigenschaften iglidur®-Gleitlager

- Wartungsfreiheit
- Schmiermittelfreiheit
- Korrosionsbeständigkeit
- sehr unempfindlich gegen Schmutz
- hohe Maßgenauigkeit
- hohe Druckfestigkeiten
- geringe Wärmerelaxierung
- gute Wärmeableitung
- sehr geringe Kriechneigung
- hohe mechanische Dämpfung

1. Gleitlager müssen, teilweise über Jahre hinaus, hohe Lasten aufnehmen.
2. Wartungsfreie Gleitlager sollen niedrige Reibwerte haben.
3. Ihre Verschleißfestigkeit soll den Einsatz für eine lange Zeit sicherstellen.

Sowohl bei der Werkstoffentwicklung als auch bei der Konstruktion der Lager können Nachteile von Kunststoffen stark reduziert werden. So sind iglidur®-Gleitlager dünnwandig, und einige Werkstoffe weisen eine besonders hohe Wärmeleitfähigkeit auf. Beides dient der rascheren Wärmeabfuhr und erhöht damit direkt die Belastbarkeit der Lager.

### Eigenschaften von iglidur®-Gleitlagern

Über die allgemeinen Eigenschaften hinaus besitzt jeder iglidur®-Lagerwerkstoff eine Reihe besonderer Eigenschaften, die seine besondere Eignung für bestimmte Anwendungen und Anforderungen ausmachen. Die ausführliche Beschreibung der Werkstoffe finden Sie in den jeweiligen Kapiteln vor den Tabellen der lieferbaren Abmessungen.



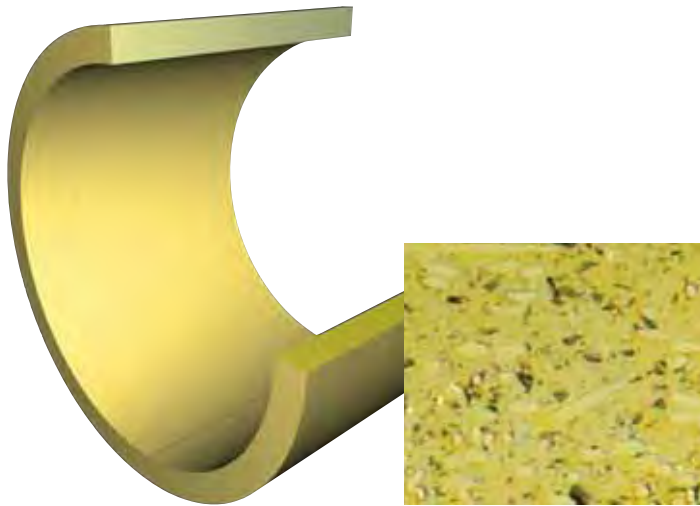


Abb. 1.1: iglidur®-Gleitlager sind homogen aufgebaut. Basispolymer, Verbundstoffe und Festschmierstoffe ergänzen sich gegenseitig.

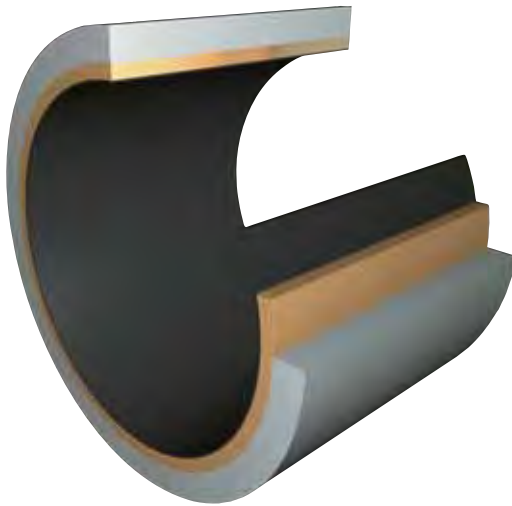


Abb. 1.2: Die traditionelle Lösung, schichtweise aufgebaute Lagerschale mit Schmierstoff bzw. Beschichtung



Bild 1.4: iglidur®-Gleitlager: für jede Anwendung genau das richtige Lager, hier: FDA-konformes iglidur® A180-Gleitlager für den Nassbereich

## Der Selbstschmiereffekt

Die Hochleistungspolymere der iglidur®-Gleitlager setzen sich zusammen aus:

- Basispolymer
- Fasern und Füllstoffen
- Festschmierstoffen

Diese Komponenten sind **nicht schichtweise aufgetragen**, sondern homogen miteinander vermischt. Der Vorteil dieses Aufbaus wird besonders deutlich, wenn man sich einmal die Anforderungen an die Oberfläche eines Lagers verdeutlicht:

1. Der Reibwert, der besonders durch die Oberfläche des Lagers bestimmt wird, soll möglichst gering sein.
2. Die Oberfläche darf sich unter den Kräften, die auf das Lager wirken, nicht wegdrücken.
3. Die Verschleißkräfte wirken besonders auf die Oberfläche der Lager, hier muss das Lager besonders widerstandsfähig sein.

Den einen universellen Werkstoff, der all diese Aufgaben gleich gut erfüllen kann, gibt es nicht.

## Die traditionelle Lösung heißt:

Harte Schale mit weicher Beschichtung. Jedes geschmierte Lager arbeitet nach diesem Prinzip, außerdem eine Reihe von wartungsfreien Lagern, die mit besonderen Gleitschichten ausgerüstet sind. Aber diese weiche Gleitschicht ist nicht stark genug. Bei hohen Belastungen, Kantenpressung oder Schwingungen drückt sie sich weg.

## iglidur®-Gleitlager funktionieren anders

Für jede Aufgabe des Lagers steht eine Komponente der iglidur®-Werkstoffe:

- Die **Basispolymere** sind entscheidend für die Verschleißfestigkeit.
- **Fasern und Füllstoffe** verstärken die Lager, so dass auch hohe Kräfte oder Kantenbelastungen aufgenommen werden.
- **Festschmierstoffe** schließlich schmieren die Lager selbständig und vermindern die Reibung des Systems.

## Inkorporierte Schmierung

Die Festschmierstoffe sind als mikroskopisch kleine Partikeln, dafür aber millionenfach in winzigen Kammern in dem festen, meistens faserverstärkten Material eingebettet. Aus diesen Kammern geben die Gleitlager winzige Mengen der Festschmierstoffe frei. Das reicht aus, um die unmittelbare Umgebung ausreichend zu schmieren.

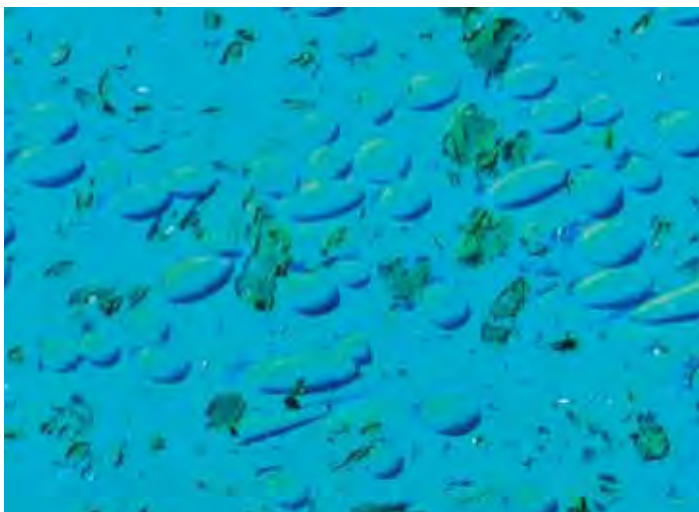
Die Festschmierstoffe helfen, den Reibwert der iglidur®-Lager zu senken. Sie sind nicht unverzichtbar für die Funktion der Lager, haben aber eine unterstützende Wirkung. Da sie in den winzigen Kammern eingebettet sind, können sie sich nicht wegdrücken. Sie sind immer da, sobald sich das Lager oder die Welle in Bewegung setzt.

## Basispolymer und technische Fasern

Der radiale Druck, mit dem die Lager belastet sind, wird von dem polymeren Basiswerkstoff aufgenommen. In der Kontaktfläche stützt er sich auf der Welle ab. Er sorgt dafür, dass die Festschmierstoffe nicht unter zu hohen Auflagedruck geraten. Das Basismaterial ist zusätzlich verstärkt durch technische Fasern oder Füllstoffe. Diese Zusatzstoffe stabilisieren die Lager besonders für Dauerbeanspruchungen.

## Die Einlaufphase

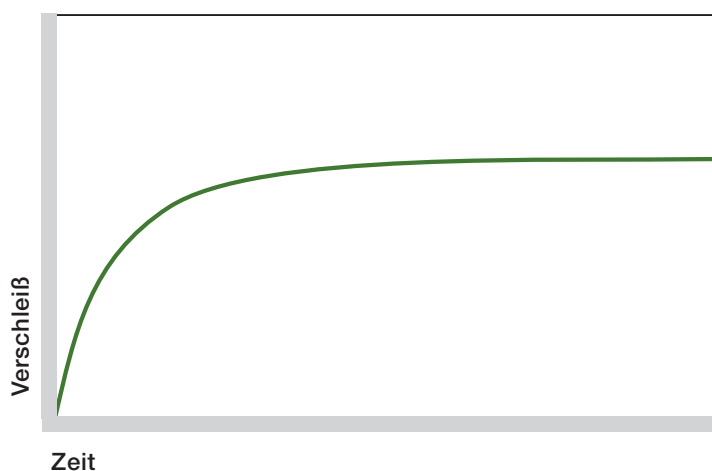
In der Startphase laufen sich die Welle und das iglidur®-Gleitlager aufeinander ein. Während dieser Phase passen sich die Oberflächen beider Partner optimal aneinander an. Die spezifische Belastung des Systems sinkt, da sich die Kontaktflächen von Welle und Lager während des Einlaufens vergrößern. Gleichzeitig sinkt die Verschleißrate und nähert sich einem linearen Verlauf. In dieser Phase verändern sich die Reibwerte noch, um schließlich einen weitgehend konstanten Wert anzunehmen.



**Bild 1.5:** Basispolymere mit Fasern und Festschmierstoffen, 200fach vergrößert, eingefärbt



**Bild 1.6:** Basispolymere ohne Verstärkungsstoffe mit Festschmierstoffen, 50fach vergrößert, eingefärbt



**Abb. 1.3:** Während der Einlaufphase sinkt die Verschleißrate stark ab.

igus®-Gleitlager

Telefon (0 22 03) 96 49-145  
Telefax (0 22 03) 96 49-334





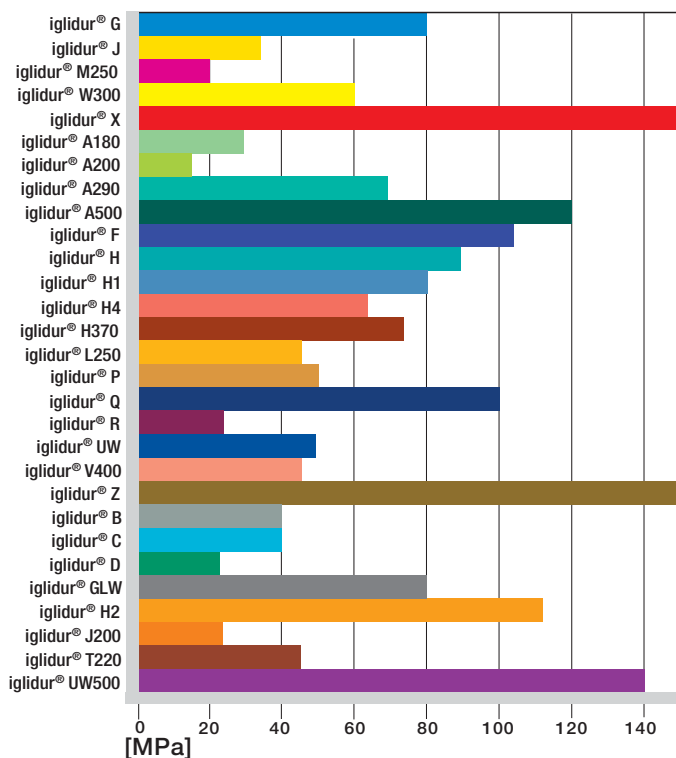


Abb. 1.4: Maximale empfohlene Flächenpressung bei 20°C

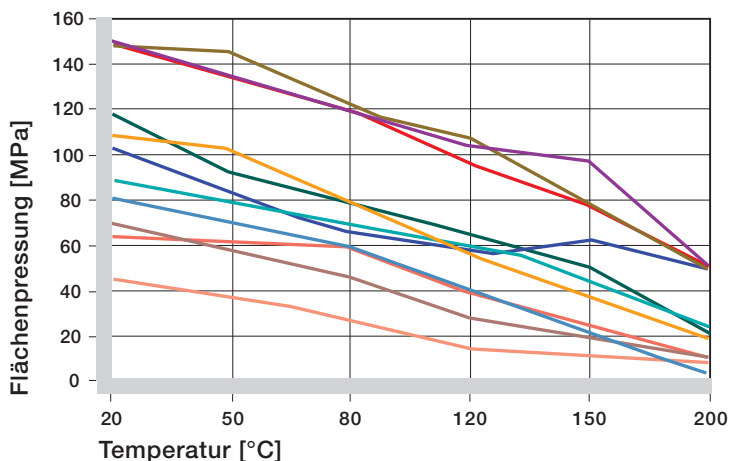
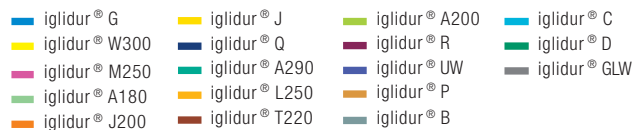
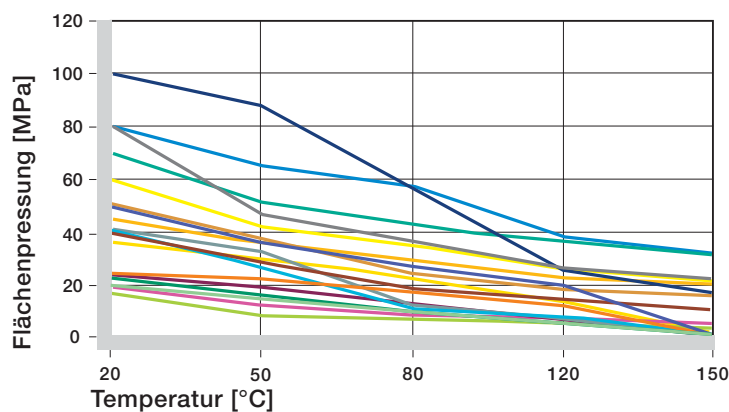


Abb. 1.5: Maximale empfohlene Flächenpressung in Abhängigkeit von der Temperatur

## Flächenpressung

Die Belastung eines Gleitlagers wird durch die Flächenpressung ( $p$ ) in MPa (entspricht  $N/mm^2$ ) zum Ausdruck gebracht. Dazu wird die radiale Last auf die projizierte Fläche des Lagers verteilt.

$$\text{Radiallager: } p = \frac{F}{d1 \cdot b1}$$

Für Axiallager ergibt sich die Belastung entsprechend.

$$\text{Axiallager: } p = \frac{F}{(d2^2 - d1^2) \cdot \frac{\pi}{4}}$$

dabei ist  
**F** Belastung in N  
**d1** Lagerinnendurchmesser in mm  
**b1** Lagerlänge in mm  
**d2** Außendurchmesser des Lagers in mm

## Maximale empfohlene Flächenpressung

Ein Kennwert der iglidur®-Werkstoffe ist die maximale empfohlene Flächenpressung [ $p$ ], statisch bei 20°C. Die Werte der einzelnen iglidur®-Gleitlager unterscheiden sich in diesem Punkt sehr deutlich voneinander. Der Kennwert [ $p$ ] gibt die Grenze der Belastung eines Gleitlagers an. Diese Belastung kann das Gleitlager dauernd ohne Schädigung ertragen. Der angegebene Wert gilt für den statischen Betrieb, lediglich sehr langsame Geschwindigkeiten bis 0,01 m/s sind bei dieser Belastung zulässig. Höhere als die angegebene Belastung ist möglich, wenn die Dauer der Beanspruchung kurz ist. Bitte rufen Sie uns an, wenn Sie Fragen haben.

► Werkstofftabelle, S. 1.12

## Belastung und Temperatur

Abb. 1.4 und 1.5 zeigen die maximale empfohlene Flächenpressung [p] der iglidur®-Gleitlager über die Temperatur.

Beim Einsatz der Gleitlager ist zu beachten, dass aufgrund von Reibung die Lagertemperatur höher sein kann als die Umgebungstemperatur. Nutzen Sie die Möglichkeiten der Berechenbarkeit der iglidur®-Gleitlager, um solche Effekte im Vorfeld zu erfassen, oder ermitteln Sie die wirkenden Temperaturen im Versuch.

## Belastung und Geschwindigkeit

Mit abnehmender radialer Belastung der Gleitlager nimmt die zulässige Gleitgeschwindigkeit zu. Das Produkt aus der Belastung [p] und der Geschwindigkeit [v] kann als ein Maß für die Erwärmung der Lager verstanden werden.

Diesen Zusammenhang verdeutlicht das  $p \times v$ -Diagramm, das für jeden iglidur®-Werkstoff die erste Abbildung im jeweiligen Kapitel darstellt.

## Belastung und Verschleiß

Die Belastung der Gleitlager hat Einfluss auf den Verschleiß der Lager. Die folgenden Diagramme zeigen das Verschleißverhalten der iglidur®-Lagerwerkstoffe. Gut zu erkennen ist, dass es für jede Belastung das optimale Gleitlager gibt.

## Belastung und Reibwert

Mit zunehmender Belastung nimmt der Reibwert der Gleitlager typischerweise ab. In diesem Zusammenhang sind Wellenwerkstoff und -oberfläche ebenfalls von Bedeutung.

► Reibwerte, S. 1.26

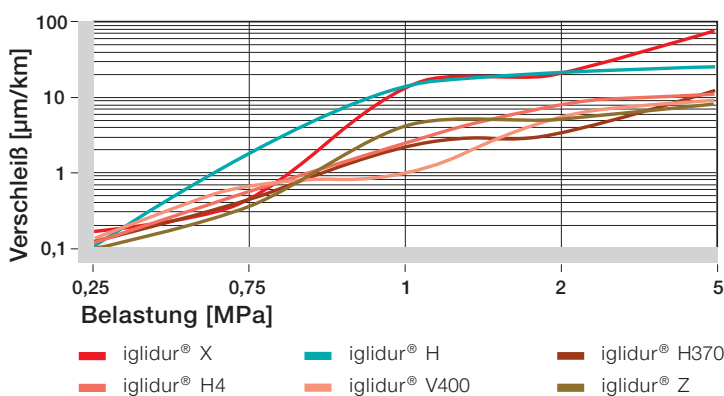
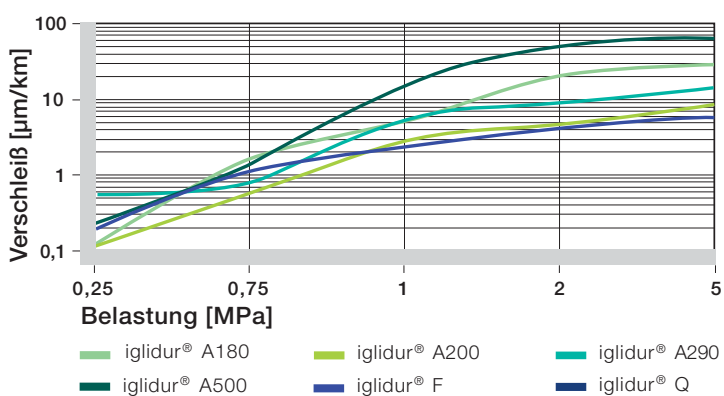
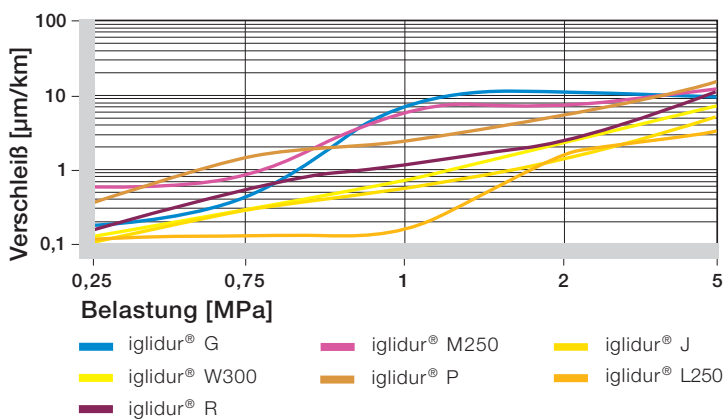


Abb. 1.6: Verschleiß von iglidur®-Gleitlagern bei niedrigen Belastungen

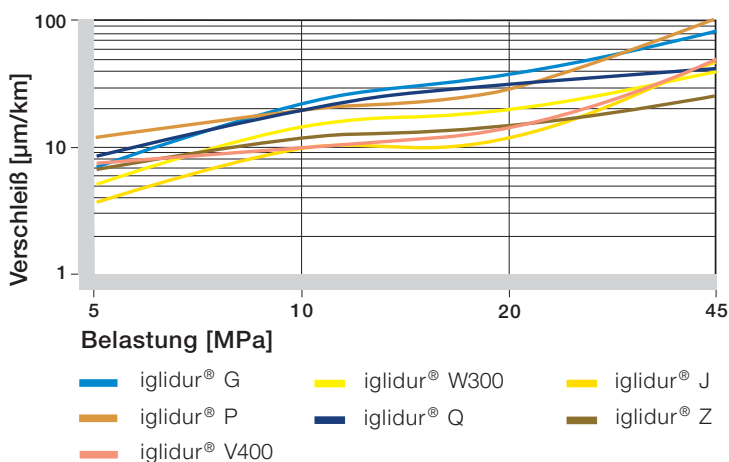


Abb. 1.7: Verschleiß von iglidur®-Gleitlagern bei mittleren und hohen Belastungen

iglidur®-Gleitlager

Telefon (0 22 03) 96 49-145  
Telefax (0 22 03) 96 49-334



Werkstoff	rotierend	oszillierend	linear
iglidur® G	1	0,7	4
iglidur® J	1,5	1,1	8
iglidur® M250	0,8	0,6	2,5
iglidur® W300	1	0,7	4
iglidur® X	1,5	1,1	5
iglidur® A180	0,8	0,6	3,5
iglidur® A200	0,8	0,6	2
iglidur® A290	1	0,7	3
iglidur® A500	0,6	0,4	1
iglidur® F	0,8	0,6	3
iglidur® H	1	0,7	3
iglidur® H1	2	1,0	5
iglidur® H4	1	0,7	1
iglidur® H370	1,2	0,8	4
iglidur® L250	1	0,7	2
iglidur® P	1	0,7	3
iglidur® Q	1	0,7	5
iglidur® R	0,8	0,6	3,5
iglidur® UW	0,5	0,4	2
iglidur® V400	0,9	0,6	2
iglidur® Z	1,5	1,1	5
iglidur® B	0,7	0,5	2
iglidur® C	1	0,7	2
iglidur® D	1,5	1,1	8
iglidur® GLW	0,8	0,6	2,5
iglidur® H2	0,9	0,6	2,5
iglidur® J200	1	0,7	10
iglidur® T220	0,4	0,3	1
iglidur® UW500	0,8	0,6	2

Tabelle 1.1: Gleitgeschwindigkeiten (dauernd) der iglidur®-Gleitlager in m/s

Werkstoff	rotierend	oszillierend	linear
iglidur® G	2	1,4	5
iglidur® J	3	2,1	10
iglidur® M250	2	1,4	5
iglidur® W300	2,5	1,8	6
iglidur® X	3,5	2,5	10
iglidur® A180	1,2	1	5
iglidur® A200	1,5	1,1	3
iglidur® A290	2	1,4	4
iglidur® A500	1	0,7	2
iglidur® F	1,5	1,1	5
iglidur® H	1,5	1,1	4
iglidur® H1	2,5	1,5	7
iglidur® H4	1,5	1,1	2
iglidur® H370	1,5	1,1	5
iglidur® L250	1,5	1,1	3
iglidur® P	2	1,4	4
iglidur® Q	2	1,4	6
iglidur® R	1,2	1	5
iglidur® UW	1,5	1,1	3
iglidur® V400	1,3	0,9	3
iglidur® Z	3,5	2,5	6
iglidur® B	1	0,7	3
iglidur® C	1,5	1,1	3
iglidur® D	3	2,1	10
iglidur® GLW	1	0,7	3
iglidur® H2	1	0,7	3
iglidur® J200	1,5	1,1	15
iglidur® T220	1	0,7	2
iglidur® UW500	1,5	1,1	3

Tabelle 1.2: Gleitgeschwindigkeiten (kurzzeitig) der iglidur®-Gleitlager in m/s

## Gleitgeschwindigkeit

Bei Gleitlagern kommt es immer auf die Umfangsgeschwindigkeit an. Entscheidend ist nicht die absolute Drehzahl, sondern die relative Geschwindigkeit zwischen der Welle und dem Lager.

Die Gleitgeschwindigkeit wird in Meter pro Sekunde [m/s] ausgedrückt und aus der Drehzahl n [UPM] mit nachstehender Formel berechnet.

$$\text{Rotationen: } v = \frac{n \cdot d1 \cdot \pi}{60 \cdot 1000} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Schwenkbewegungen:

$$v = d1 \cdot \pi \cdot \frac{2 \cdot \beta}{360} \cdot \frac{f}{1000} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

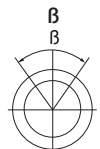
dabei ist

**d1** = Wellendurchmesser  
[mm]

**f** = Frequenz pro Sekunde

**β** = Winkel [°]

**n** = Umdrehungen pro Minute



Bei variierenden Geschwindigkeiten, wie sie beispielsweise bei schwenkenden Bewegungen auftreten, ist die mittlere Gleitgeschwindigkeit v maßgebend (s. oben stehende Formel).

## Zulässige Gleitgeschwindigkeiten

iglidur®-Gleitlager sind für niedrige bis mittlere Gleitgeschwindigkeiten im Dauerbetrieb entwickelt worden.

Tabelle 1.1 zeigt die zulässigen Gleitgeschwindigkeiten der iglidur®-Gleitlager für rotierende, schwenkende und lineare Bewegungen.

Diese Gleitgeschwindigkeiten sind Grenzwerte unter der Annahme minimaler Druckbelastungen der Lager.

In der Praxis lassen sich wegen wechselseitiger Wirkung von Einflüssen diese Grenzwerte oft nicht erreichen. Jede Erhöhung der Druckbelastung führt unweigerlich zu einer Senkung der erlaubten Gleitgeschwindigkeiten und umgekehrt.

Die Grenze der Geschwindigkeiten wird durch die Lagererwärmung vorgegeben. Das ist auch der Grund dafür, dass sich für die unterschiedlichen Bewegungsarten unterschiedliche Gleitgeschwindigkeiten ergeben.

Bei Linearbewegungen kann mehr Wärme über die Welle abgeführt werden, da das Lager dabei einen längeren Bereich auf der Welle nutzt.

## Gleitgeschwindigkeit und Verschleiß

Überlegungen zu den zulässigen Gleitgeschwindigkeiten sollten immer auch die Verschleißfestigkeit der Gleitlager einschließen. Hohe Gleitgeschwindigkeiten bringen automatisch auch entsprechend hohe Gleitwege mit sich. Der Verschleiß von Gleitlagern hängt ausschlaggebend von dieser Größe ab.

## Gleitgeschwindigkeit und Reibwert

Der Reibwert von Gleitlagern hängt in der Praxis von der Gleitgeschwindigkeit ab. Hohe Gleitgeschwindigkeiten haben einen höheren Reibwert zur Folge als geringe Geschwindigkeiten. Abb. 1.8 veranschaulicht diesen Zusammenhang am Beispiel einer Stahlwelle (Cf53) mit einer Belastung von 0,7 MPa.

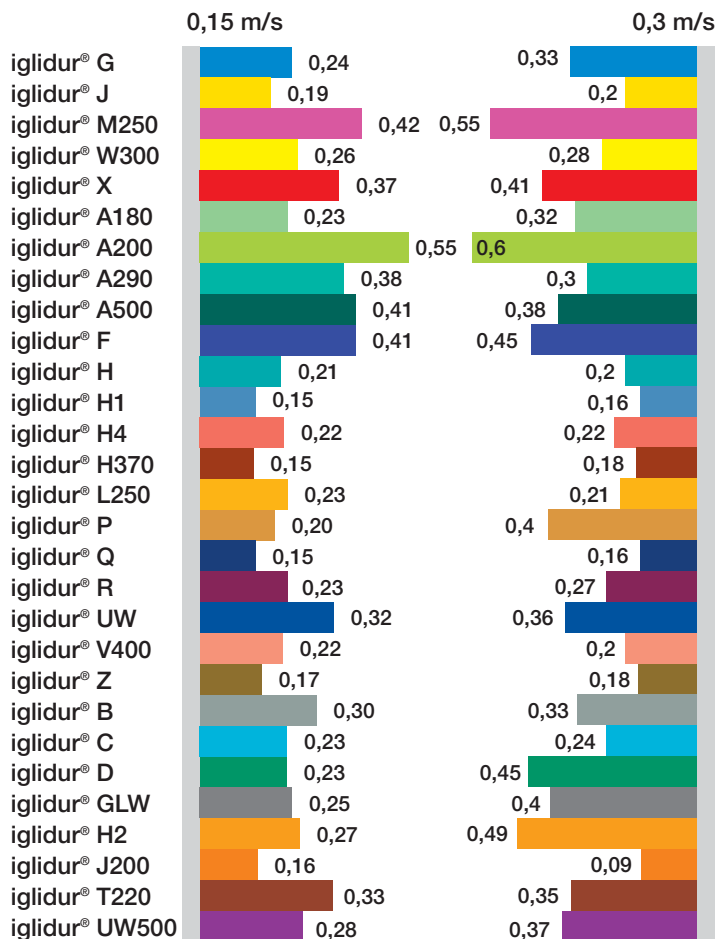


Abb. 1.8: Reibwerte von iglidur®-Werkstoffen bei verschiedenen Gleitgeschwindigkeiten (Welle Cf53)



Bild 1.7: Verschleiß- und Reibwertuntersuchungen am Beispiel eines igubal®-Stehlagers



Bild 1.8: Ermittlung der maximalen Gleitgeschwindigkeiten eines igubal®-Gelenkkopfs bei hohen Rotationsgeschwindigkeiten

$$p \times v_{zul.} = \left( \frac{[K1 \cdot \pi \cdot \lambda_k \cdot \Delta T]}{\mu \cdot s} + \frac{[K2 \cdot \pi \cdot \lambda_s \cdot \Delta T]}{\mu \cdot b1 \cdot 2} \right) \cdot 10^{-3}$$

dabei ist

- K1, K2 = Konstante für Wärmeableitung (K1 = 0,5, K2 = 0,042)
- s = Lagerwanddicke in mm
- b1 = Lagerlänge in mm
- μ = Reibwert
- λs = Wärmeleitfähigkeit der Welle
- λk = Wärmeleitfähigkeit des Lagers
- ΔT = (T<sub>a</sub> - T<sub>U</sub>)
- T<sub>U</sub> = Umgebungstemperatur
- T<sub>a</sub> = max. Anwendungstemperatur

Werkstoff	Wärmeleitzahl [W/m x k]
Stahl	46
Aluminium	204
Grauguss	58
V2A	16
Keramik	1,4
Kunststoff	0,24

Tabelle 1.3: Wärmeleitzahlen von Wellen- bzw. Gehäusematerialien

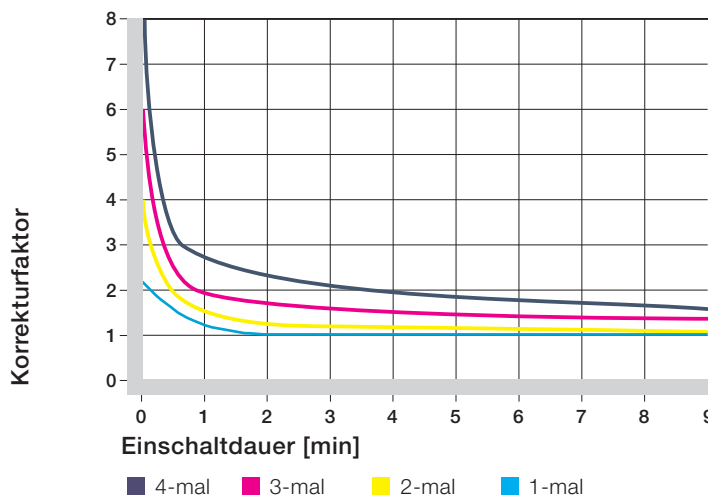


Abb. 1.9: Korrekturfaktor zum p x v-Wert

Schmierung	Korrekturfaktor
Trockenlauf	1
bei der Montage	1,3
dauernd, Fett	2
dauernd, Wasser	4
dauernd, Öl	5

Tabelle 1.4: Korrektur des zulässigen p x v-Werts durch Schmierung

## p x v-Wert

Dem Produkt aus der spezifischen Belastung [p] und der Gleitgeschwindigkeit [v] kommt bei Gleitlagern eine ganz besondere Bedeutung zu. Der **p x v-Wert** kann als ein Maß der Reibungswärme angesehen werden und kann deshalb als analytisches Mittel zur Beantwortung der Frage nach der Einsetzbarkeit eines Gleitlagers benutzt werden. Dazu wird der tatsächliche **p x v-Wert** mit einem in der Höhe berechenbaren zulässigen **p x v-Wert** verglichen. Der zulässige **p x v-Wert** ist abhängig vom Werkstoff der Laufpartner, von der Umgebungswärme und der Einschaltdauer.

## Korrekturfaktor

Der zulässige **p x v-Wert** kann im Aussetzbetrieb erhöht werden, wenn die Lagertemperatur aufgrund der kurzen Einschaltzeiten das Maximum gar nicht erreicht. Versuche haben gezeigt, dass dies bei Einschaltzeiten unter 10 Minuten der Fall ist. Je kürzer die Einschaltzeit, desto geringer ist selbstverständlich die höchste erreichte Lagertemperatur.

Eine wichtige Größe ist dabei das Verhältnis von Einschaltdauer und Pausen. Es leuchtet ein, dass lange Pausen stärker zur Wiederabkühlung beitragen. Die unterschiedlichen Kurven der Abb. 1.9 stehen für die unterschiedlichen Verhältnisse (3-mal bedeutet, dass die Pause 3-mal länger dauert als die Einschaltzeit).

## Schmierung

Obwohl iglidur®-Gleitlager für den Trockenlauf ausgelegt sind, sind sie mit gebräuchlichen Ölen und Fetten gut verträglich. Eine Einmalschmierung bei der Montage verbessert das Einlaufverhalten sowie den Reibwert und reduziert damit die entstehende Reibungswärme. Durch diesen Effekt lassen sich durch eine Schmierung die zulässigen Belastungen für Gleitlager steigern. Aus Versuchen liegen zahlreiche Ergebnisse aus geschmierten Anwendungen vor. Bitte sprechen Sie uns bei Bedarf dazu an. Tabelle 1.4 zeigt den Korrekturfaktor für den p x v-Wert bei Gebrauch von Schmiermitteln.

## Temperaturen

Gleitlager aus Hochleistungspolymeren werden besonders bei den zulässigen Temperaturen gern unterschätzt. Wer glaubt schon, dass Lagerbuchsen aus Kunststoff bis über 300°C eingesetzt werden können?

Sehr oft findet man in der Literatur Angaben über die Dauergebrauchstemperatur. Unter der Dauergebrauchstemperatur versteht man diejenige höchste Temperatur bei lange andauernder Wärmeeinwirkung, die der Kunststoff ohne mechanische Belastung eine bestimmte Zeit aushält, ohne dass die Verringerung der Zugfestigkeit des Materials einen vorgegebenen Wert unter- bzw. überschreitet. Diese genormte Prüfung gibt jedoch nur einen sehr wenig relevanten Kennwert an, da Lager beinahe immer einer Belastung unterliegen.

Aufschlussreicher sind die Grenzen der Anwendungstemperaturen der Werkstoffe.

## Anwendungstemperaturen

Die untere Anwendungstemperatur ist die Temperatur, unterhalb der das Material so steif und hart wird, dass es für normale Anwendungen zu spröde ist. Die obere, dauernde Anwendungstemperatur ist die Temperatur, die das Material über einen längeren Zeitraum erträgt, ohne dass sich die Eigenschaften erheblich verändern.

Die obere, kurzzeitige Anwendungstemperatur ist die Temperatur, oberhalb der das Material so weich wird, dass es nur noch sehr geringen äußeren Belastungen standhält. Unter „kurzzeitig“ ist in diesem Zusammenhang ein Zeitraum von wenigen Minuten zu verstehen. Wenn die Gleitlager axial bewegt werden oder sich die Kräfte auf die Lager axial auswirken können, besteht auch schon früher die Gefahr, dass die Buchsen aus der Bohrung wandern. In diesen Fällen ist zusätzlich zum Einpressen eine besondere Befestigung der Lagerbuchsen erforderlich.

Die Tabelle 1.6 gibt die Temperaturgrenze an, ab der eine Sicherung der Gleitlager in der Bohrung auch schon bei geringen axia-

Anwendungstemperatur [°C]

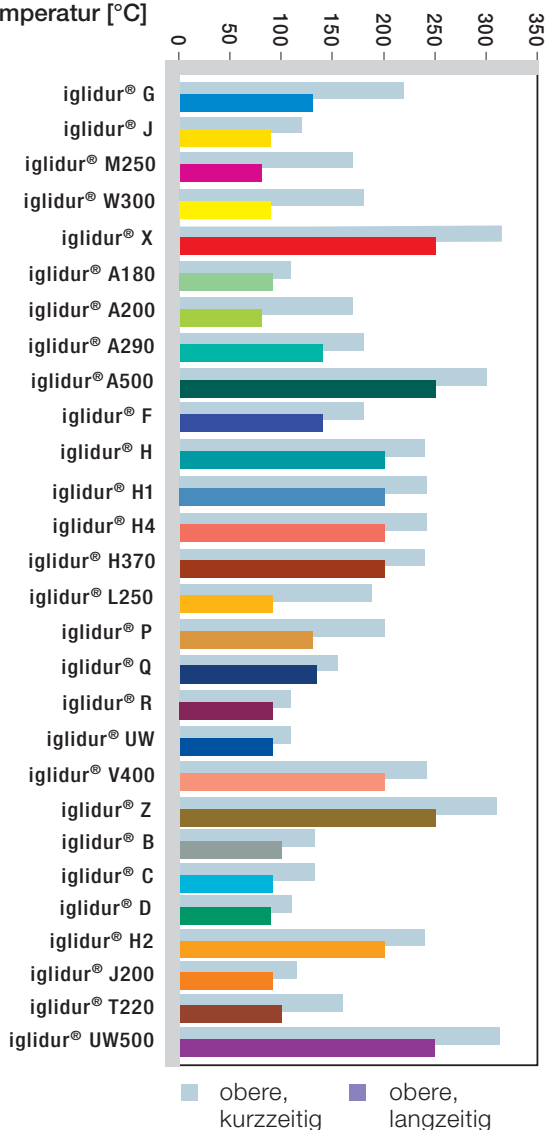


Abb. 1.10: Vergleich der dauernden und der kurzzeitigen oberen Anwendungstemperaturen

Werkstoff	untere Anwendungstemp. [°C]	Werkstoff	untere Anwendungstemp. [°C]
iglidur® G	-40	iglidur® B	-40
iglidur® J	-50	iglidur® C	-40
iglidur® M250	-40	iglidur® D	-50
iglidur® W300	-40	iglidur® GLW	-40
iglidur® X	-100	iglidur® H2	-40
iglidur® A180	-50	iglidur® J200	-50
iglidur® A200	-40	iglidur® T220	-40
iglidur® A290	-40	iglidur® UW500	-100
iglidur® A500	-100		
iglidur® F	-40		
iglidur® H	-40		
iglidur® H1	-40		
iglidur® H4	-40		
iglidur® H370	-40		
iglidur® L250	-40		
iglidur® P	-40		
iglidur® Q	-40		
iglidur® R	-50		
iglidur® UW	-50		
iglidur® V400	-50		
iglidur® Z	-100		

Tabelle 1.5: Untere Anwendungstemperaturen



Bild 1.9: iglidur® X-Gleitlager im harten Einsatz unter hohen Temperaturen in Gießereien

igus®-Gleitlager

Telefon (0 22 03) 96 49-145  
Telefax (0 22 03) 96 49-334



Werkstoff	Sicherung ist vorzusehen ab [°C]
iglidur® G	100
iglidur® J	60
iglidur® M250	60
iglidur® W300	60
iglidur® X	135
iglidur® A180	60
iglidur® A200	50
iglidur® A290	110
iglidur® A500	130
iglidur® F	105
iglidur® H	120
iglidur® H1	90
iglidur® H4	110
iglidur® H370	100
iglidur® L250	55
iglidur® P	90
iglidur® Q	50
iglidur® R	50
iglidur® UW	80
iglidur® V400	100
iglidur® Z	145
iglidur® B	50
iglidur® C	40
iglidur® D	50
iglidur® GLW	80
iglidur® H2	110
iglidur® J200	60
iglidur® T220	50
iglidur® UW500	150

**Tabelle 1.6: Zusätzliche Sicherung der iglidur®-Gleitlager, erforderlich ab Temperatur**

Werkstoff	Obere, kurzzeitige Umgebungtemp. [°C]
iglidur® G	220
iglidur® J	140
iglidur® M250	200
iglidur® W300	200
iglidur® X	315
iglidur® A180	110
iglidur® A200	200
iglidur® A290	230
iglidur® A500	315
iglidur® F	230
iglidur® H	260
iglidur® H1	240
iglidur® H4	260
iglidur® H370	260
iglidur® L250	200
iglidur® P	200
iglidur® Q	200
iglidur® R	140
iglidur® UW	140
iglidur® V400	250
iglidur® Z	310
iglidur® B	130
iglidur® C	150
iglidur® D	140
iglidur® GLW	200
iglidur® H2	260
iglidur® J200	140
iglidur® T220	170
iglidur® UW500	315

**Tabelle 1.7: Maximale Umgebungstemperatur, kurzzeitig, ohne Belastung**



**Bild 1.10: Werkstofftests bis 250°C sind möglich.**

len Kräften vorzusehen ist. Je größer die Kräfte sind, desto eher ist an eine solche Sicherung zu denken.

Bitte rufen Sie uns an, falls Sie Fragen zur Befestigung der iglidur®-Gleitlager haben, wir helfen Ihnen gern.

Tabelle 1.7 gibt die maximale Umgebungstemperatur an, denen die Gleitlager kurzzeitig ausgesetzt werden können. Wenn diese Temperaturen auf die Lagerbuchsen wirken, dürfen diese nicht zusätzlich belastet werden. Außerdem kann es bei diesen Temperaturen auch ohne Zusatzlast zu Relaxation der Buchsen im Gehäuse kommen. Es ist also darauf zu achten, dass die Lager entweder aufgrund der Konstruktion nicht aus der Bohrung rutschen können oder die Lager zusätzlich mechanisch gesichert wurden.

## Temperatur und Belastung

Die Druckfestigkeit der Gleitlager nimmt bei steigender Temperatur ab. Dabei verhalten sich die Werkstoffe sehr unterschiedlich, iglidur® X lässt beispielsweise selbst bei Temperaturen von 200°C noch Belastungen von 52 MPa zu.

## Thermischer Ausdehnungskoeffizient

Die thermische Längenausdehnung von Polymeren ist im Vergleich zu Metallen etwa 10- bis 20fach höher. Im Unterschied zu Metallen verhält sie sich bei Kunststoffen auch nicht linear. Der thermische Ausdehnungskoeffizient der iglidur®-Gleitlager ist ein wichtiger Grund für das erforderliche Lagerspiel. Bei der jeweils vorgesehenen Anwendungstemperatur kommt es auch bei den hohen Temperaturen nicht zum Klemmen der Welle im Lager. Die Ausdehnungskoeffizienten der iglidur®-Gleitlager wurden für wichtige Temperaturbereiche untersucht und sind in den einzelnen Kapiteln jeweils in der Werkstofftabelle angegeben.

## Reibwerte

iglidur®-Gleitlager sind selbstschmierend durch den Zusatz von Festschmierstoffen. Die Festschmierstoffe senken den Reibwert der Gleitlager und unterstützen so die Ver-

schleißfestigkeit. Der Reibwert, genauer der Reibungskoeffizient  $\mu$ , ist proportional zur Normalkraft und gibt an, welche Kraft aufgewendet werden muss, um einen Körper gegen einen anderen zu verschieben.

$$F_R = \mu \cdot F$$

Je nachdem ob ein Körper aus der Ruhelage bewegt oder die bereits bestehende Bewegung nur aufrechterhalten werden soll, unterscheidet man zwischen Haft- und Gleitreibungskoeffizient.

## Reibwerte und Oberflächen

Interessant ist der Zusammenhang zwischen Reibwerten und Oberflächenrauigkeit der Gegenlaufpartner. Hier kann deutlich gemacht werden, dass sich die Reibung aus verschiedenen Beträgen zusammensetzt. Wird der Gegenlaufpartner zu rau, spielen abrasive Vorgänge eine wichtige Rolle. Kleine sich verhakende Unebenheiten der Flächen müssen abgetragen werden.

Wenn die Flächen jedoch zu glatt sind, kommt es zu hoher Adhäsion, das heißt, die Flächen kleben förmlich aneinander. Zu ihrer Überwindung sind dann wieder höhere Kräfte erforderlich, eine Folge des gestiegenen Reibwerts. Stick-Slip kann die Folge eines großen Unterschieds zwischen Haft- und Gleitreibung und einer hohen Adhäsionsneigung von Gleitpaarungen sein. Stick-Slip zeigt sich durch unruhiges Laufverhalten und kann sich auch durch lautes Quietschen bemerkbar machen. Stick-Slip stellt so eine Ausfallursache für Gleitlager dar. Immer wieder kann man beobachten, dass solche Geräusche mit raueren Wellen unterbleiben oder beseitigt werden können. Für Anwendungen, die ein besonderes Potential für Stick-Slip haben – langsame Bewegungen, starke Resonanzen der Gehäuse –, sollte deshalb auf die optimale Rauigkeit der Wellen geachtet werden.

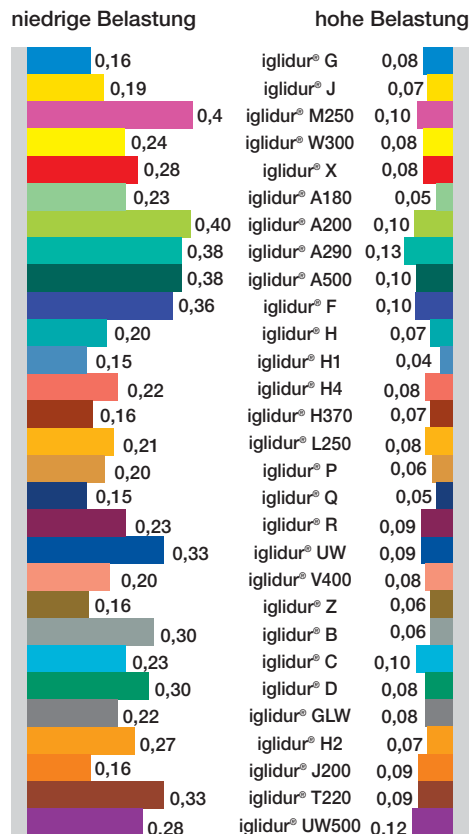


Abb. 1.11: Reibwerte von iglidur®-Werkstoffen unter verschiedenen Belastungen



Bild 1.11: Reibungsuntersuchung im iglus®-Labor



Bild 1.12: Erosionsschäden durch zu glatte Wellen

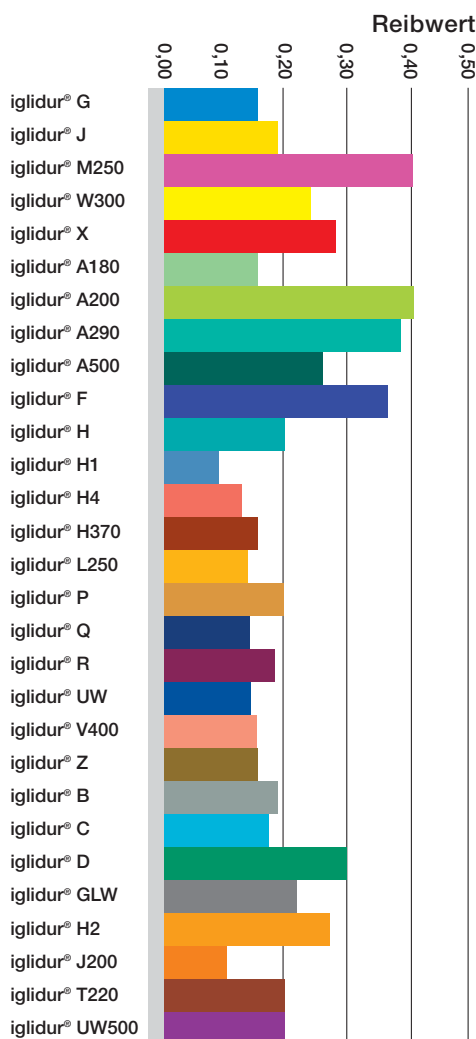


Abb. 1.12: Reibwerte der iglidur®-Gleitlager bei der jeweils günstigsten Oberflächenrauigkeit und geringer Belastung,  $p = 0,75 \text{ MPa}$



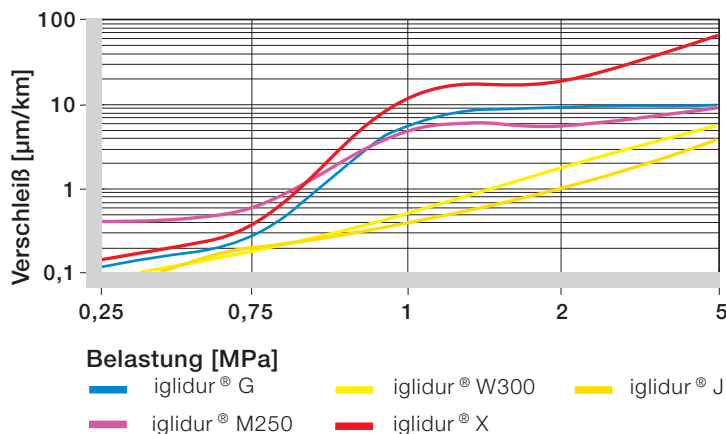


Abb. 1.13: Verschleiß von iglidur®-Gleitlagern bei geringen Belastungen, Welle: Cf53,  $v = 0,1$  m/s

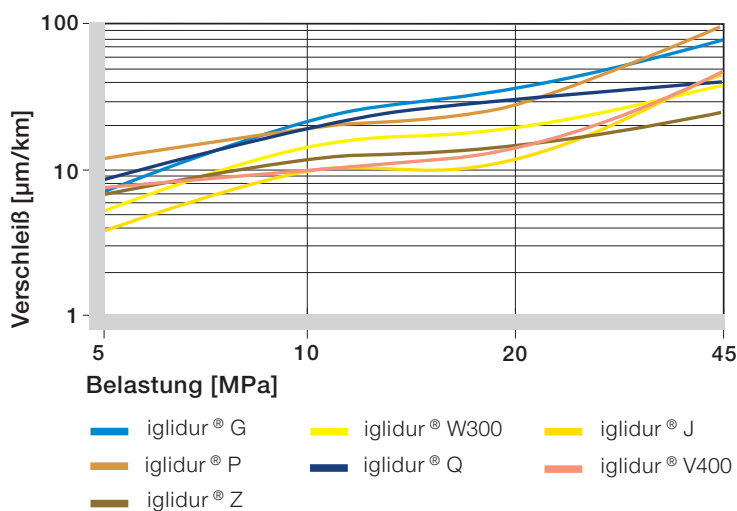


Abb. 1.14: Verschleiß von iglidur®-Gleitlagern bei mittleren und hohen Belastungen, Welle: Cf53,  $v = 0,1$  m/s



Bild 1.13: Prüfstand für höchste Belastungen bis 150 MPa und Temperaturen bis 250°C, schwenkend

## Verschleißfestigkeit

Gerade weil der Verschleiß von Maschinenteilen von so unterschiedlichen Einflüssen abhängt, ist es schwierig, pauschale Aussagen zum Verschleißverhalten zu machen. In zahlreichen Untersuchungen steht der Verschleiß als Messgröße deshalb auch im Vordergrund. Dabei zeigt sich, welche Unterschiede zwischen verschiedenen Werkstoffpaarungen möglich sind. Bei gegebenen Belastungen und Gleitgeschwindigkeiten kann die Verschleißfestigkeit zwischen gängigen Werkstoffpaarungen immer noch leicht um den Faktor 10 variieren.

► Wellenwerkstoffe, S. 1.30

## Verschleiß unter Belastung

Unterschiedliche Belastungen beeinflussen den Lagerverschleiß naturgemäß sehr stark. Unter den iglidur®-Gleitlagern gibt es Spezialisten sowohl für niedrige als auch für hohe oder extrem hohe Belastungen. Mit gehärteten, geschliffenen Wellen kann iglidur® J als das verschleißfesteste Lagermaterial für niedrige Belastungen bezeichnet werden. iglidur® Z ist dagegen der Spezialist für extreme Belastungen.

Siehe hierzu auch die Abb. 22.9 auf Seite 22.6.

## Verschleiß und Temperatur

Innerhalb weiter Temperaturbereiche verändert sich die Verschleißfestigkeit der iglidur®-Gleitlager nur wenig. Im oberen Temperaturbereich nimmt der Einfluss der Temperatur jedoch zu, und der Verschleiß der Gleitlager steigt überproportional an.

Tabelle 1.8 vergleicht die so genannten Verschleißgrenzen.

Eine besondere Ausnahme stellt hier iglidur® X dar. Die Verschleißfestigkeit von Gleitlagern aus iglidur® X steigt zunächst einmal sehr stark und erreicht das Optimum bei einer Temperatur von 160°C. Danach nimmt sie, zunächst nur leicht, wieder ab.

## Verschleiß bei abrasiver Verschmutzung

Besondere Verschleißprobleme treten häufig auf, wenn abrasive Schmutzpartikeln an die Lagerstelle gelangen. iglidur®-Gleitlager können in solchen Fällen die Betriebszeit von Maschinen und Anlagen deutlich verbessern. Die hohe Verschleißfestigkeit der Materialien und der Trockenlauf sorgen für höchste Standzeiten. Weil kein Öl oder Fett an der Lagerstelle ist, können Schmutzpartikeln nicht so leicht in die Lagerstelle eindringen. Der größte Teil fällt einfach herunter und kann damit nicht mehr schaden. Dringt doch einmal ein hartes Partikel in die Lagerstelle ein, so kann ein iglidur®-Gleitlager dieses Partikel aufnehmen. Der Fremdkörper wird in die Wand des Gleitlagers eingebettet. Bis zu einem gewissen Grad kann somit auch unter extremen Verschmutzungen optimal gearbeitet werden.

Aber nicht nur harte Partikeln können Lager und Wellen beschädigen. Auch vermeintlich weiche Schmutzpartikeln wie zum Beispiel Textil- oder Papierfasern sind häufig Ursache für erhöhten Verschleiß. Auch hier wirken sich Trockenlauf und Abriebfestigkeit der iglidur®-Gleitlager aus und konnten in der Vergangenheit bei zahlreichen Anwendungen helfen, Kosten zu sparen.

## Verschleiß und Oberflächen

Wellenoberflächen sind wichtig für den Verschleiß von Lagersystemen. Wie bei den Überlegungen zu Reibwerten kann eine Welle in Hinblick auf den Lagerverschleiß zu rau, aber auch zu glatt sein. Eine zu raue Welle wirkt wie eine Feile und trennt bei der Bewegung kleine Teile aus der Lageroberfläche. Bei zu glatten Wellen kann es aber auch zu höherem Verschleiß kommen. Durch Adhäsion kommt es zu einem extremen Anstieg der Reibung. Die Kräfte, die auf die Oberflächen der Gleitpartner wirken, können so groß sein, dass regelrechte Materialausbrüche stattfinden.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass der Verschleiß durch Erosion nicht linear ist, sondern dem Zufall unterworfen ist und sich nicht vorhersagen lässt.

Werkstoff	Verschleißgrenze [°C]
iglidur® G	120
iglidur® J	70
iglidur® M250	80
iglidur® W300	120
iglidur® X	210
iglidur® A180	70
iglidur® A200	80
iglidur® A290	120
iglidur® A500	190
iglidur® F	130
iglidur® H	120
iglidur® H1	170
iglidur® H4	120
iglidur® H370	150
iglidur® L250	120
iglidur® P	100
iglidur® Q	80
iglidur® R	70
iglidur® UW	70
iglidur® V400	130
iglidur® Z	200
iglidur® B	70
iglidur® C	70
iglidur® D	70
iglidur® GLW	100
iglidur® H2	120
iglidur® J200	70
iglidur® T220	90
iglidur® UW500	190

**Tabelle 1.8: Verschleißgrenzen von iglidur®-Gleitlagern**



**Bild 1.14: Verschleißprüfstand für Versuche bei hohen Temperaturen**



**Bild 1.15: Hohe Verschleißfestigkeit: Gleitlager im permanenten Kontakt mit Sand**

Telefon (0 22 03) 96 49-145  
Telefax (0 22 03) 96 49-334



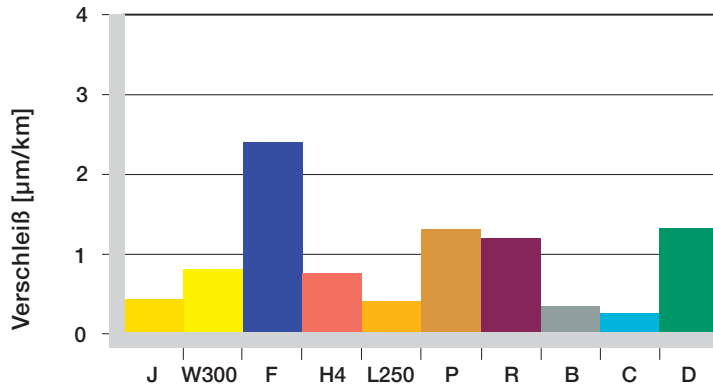


Abb. 1.15: Verschleiß mit Welle Cf53,  $p = 0,75 \text{ MPa}$ ,  $v = 0,50 \text{ m/s}$ ,  $Ra = 0,20 \text{ µm}$

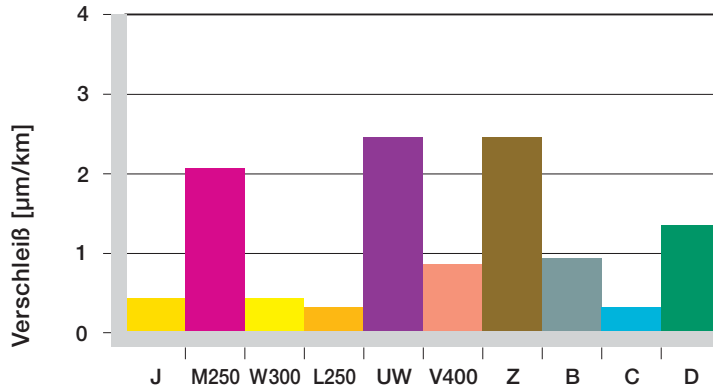


Abb. 1.16: Verschleiß mit Welle V2A,  $p = 0,75 \text{ MPa}$ ,  $v = 0,50 \text{ m/s}$ ,  $Ra = 0,20 \text{ µm}$

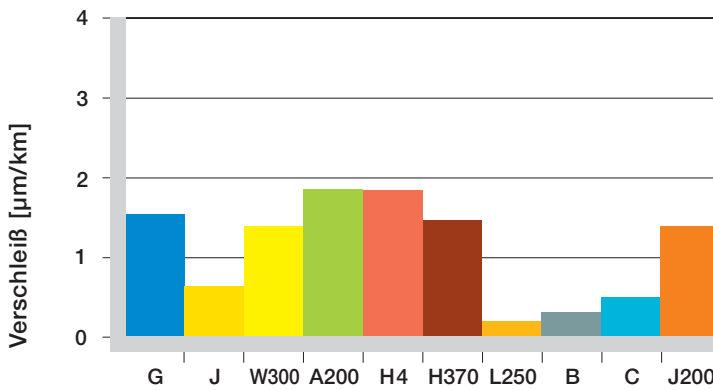


Abb. 1.17: Verschleiß mit Welle St37,  $p = 0,75 \text{ MPa}$ ,  $v = 0,5 \text{ m/s}$ ,  $Ra = 0,20 \text{ µm}$

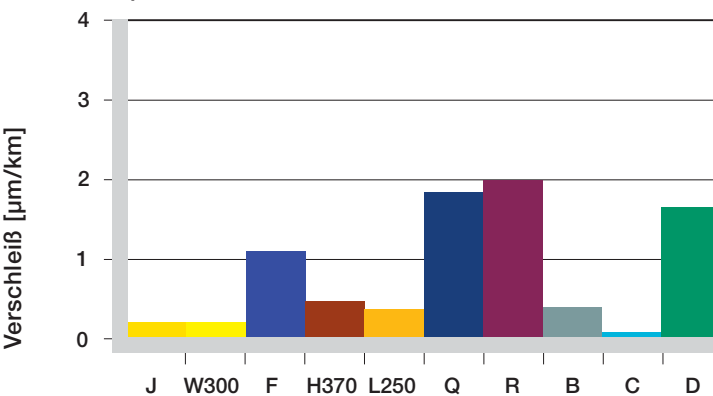


Abb. 1.18: Verschleiß mit hartverchromter Welle,  $p = 0,75 \text{ MPa}$ ,  $v = 0,5 \text{ m/s}$ ,  $Ra = 0,20 \text{ µm}$

## Wellenwerkstoffe

Die Welle ist neben dem Gleitlager selbst die wichtigste Größe in einem Lagersystem. Sie hat direkten Kontakt zum Lager und wird wie dieses durch die Relativbewegung beansprucht. Grundsätzlich wird die Welle auch verschleißt, jedoch sind moderne Lagersysteme so ausgelegt, dass der Verschleiß der Wellen so gering ist, dass er mit üblichen Methoden messtechnisch nicht erfasst werden kann.

Als wichtigste Kenngrößen können Wellen nach der Härte und nach der Oberflächenrauigkeit unterschieden werden. Der Einfluss der Oberfläche wird auf Seite 1.25 beschrieben.

- ▶ Reibwerte, S. 1.26
- ▶ Verschleißfestigkeit, S. 1.28

Die Härte der Welle spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. Bei weniger harten Wellen kommt es in der Einlaufphase zur Glättung der Welle. Schleifspitzen werden abgetragen, und die Oberfläche bildet sich neu. Für einige Werkstoffe hat dieser Effekt positive Auswirkungen, die Verschleißfestigkeit der Polymerlager steigt.

In den folgenden Diagrammen werden die wichtigsten Wellenwerkstoffe aufgeführt und die jeweils am besten geeigneten iglidur®-Werkstoffe darauf verglichen. Zum leichteren Verständnis ist die Skalierung der Verschleißachse in allen Diagrammen gleich.

Besonders eindrucksvoll ist der geringe Verschleiß der Systeme mit hartverchromten Wellen. Diese sehr harte, aber auch glatte Welle wirkt bei vielen Lagerpaarungen günstig auf das Verschleißverhalten. Der Verschleiß vieler iglidur®-Gleitlager ist auf dieser Welle niedriger als auf jedem anderen Gegenlaufpartner. Es sollte jedoch darauf hingewiesen werden, dass aufgrund der typischerweise geringen Rautiefen die Gefahr von Stick-Slip auf hartverchromten Wellen besonders groß ist.

Ein so überwiegend positiver Einfluss ist bei den anderen Wellenwerkstoffen nicht so eindeutig zu sehen.

Zum Beispiel werden mit Wellen aus V2A bei geringen Belastungen mit dem richtigen Lagerwerkstoff gute bis sehr gute Werte erzielt. Dennoch muss auch gesagt werden, dass kein anderer Wellenwerkstoff so große Unterschiede beim Verschleiß unter den Lagerwerkstoffen hervorruft. Gerade bei Werkstoffen wie V2A ist deshalb die Wahl des geeigneten Lagerwerkstoffs besonders wichtig.

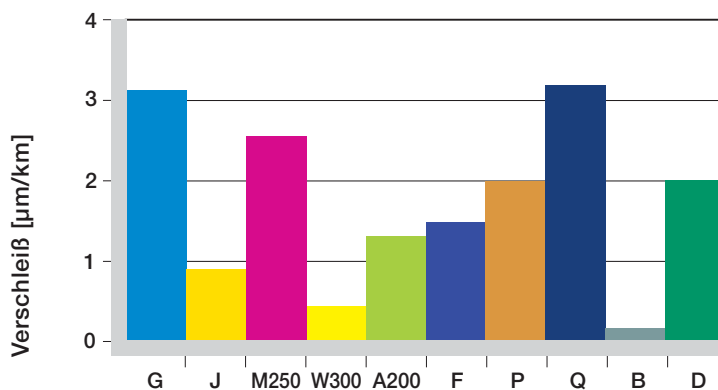
Andere weiche Wellenwerkstoffe erzielen dagegen mit unterschiedlichen Lagerwerkstoffen ein weniger differenziertes Bild. Mit Automatenstahl liegen die Verschleißwerte der 7 besten iglidur®-Werkstoffe in einem engen Band zwischen 0,6 und 1,8. Bei vielen anderen Wellen ist der Einfluss der Wellenwerkstoffe deutlich größer, messbar in dem Unterschied zwischen dem besten und dem schlechtesten der abgebildeten Lager (oft um Faktor 10).

Sollte die Welle, die Sie für Ihre Anwendung vorgesehen haben, in dieser Übersicht fehlen, rufen Sie uns bitte an. Die dargestellten Untersuchungsergebnisse geben lediglich einen Auszug aus den vorliegenden Daten wieder. Alle angegebenen Resultate wurden unter denselben Belastungen und Geschwindigkeiten erzielt:

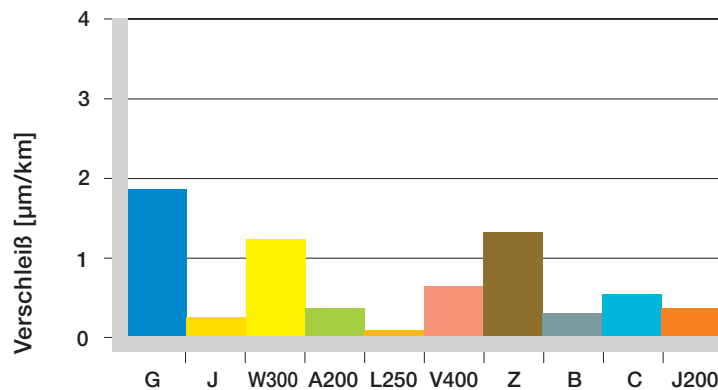
Alle hier gezeigten Ergebnisse wurden mit den Belastungen  $p = 0,75 \text{ MPa}$  und  $v = 0,5 \text{ m/s}$  rotierend erzielt. Daten für andere  $p \times v$ -Kombinationen sind bei uns abrufbar.



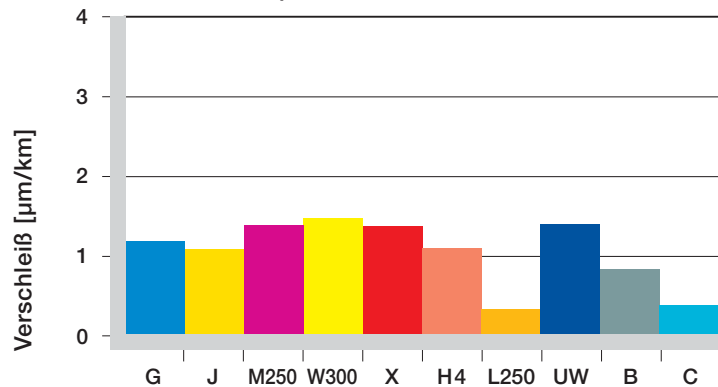
**Bild 1.16:** Verschleißuntersuchungen mit Aluminiumwellen



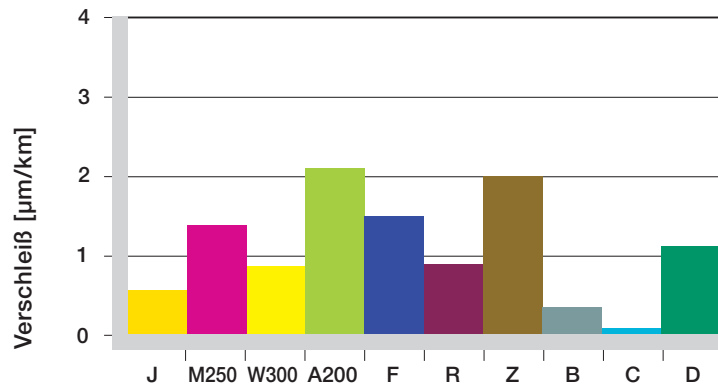
**Abb. 1.19:** Verschleiß mit Silberstahlwelle,  $p = 0,75 \text{ MPa}$ ,  $v = 0,5 \text{ m/s}$ ,  $Ra = 0,20 \text{ µm}$



**Abb. 1.20:** Verschleiß mit hartanodisierter Aluwelle,  $p = 0,75 \text{ MPa}$ ,  $v = 0,5 \text{ m/s}$ ,  $Ra = 0,20 \text{ µm}$



**Abb. 1.21:** Verschleiß mit Automatenstahlwelle,  $p = 0,75 \text{ MPa}$ ,  $v = 0,5 \text{ m/s}$ ,  $Ra = 0,20 \text{ µm}$



**Abb. 1.22:** Verschleiß mit Welle X90,  $p = 0,75 \text{ MPa}$ ,  $v = 0,5 \text{ m/s}$ ,  $Ra = 0,20 \text{ µm}$

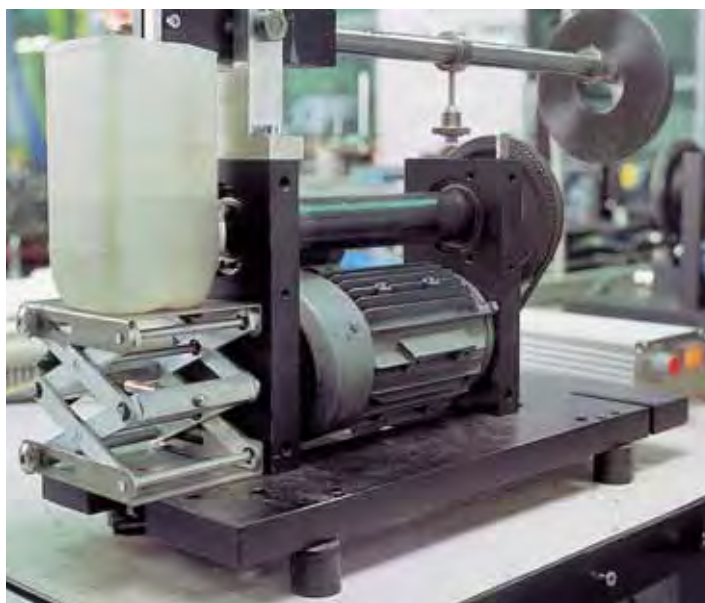
igus®-Gleitlager

Telefon (0 22 03) 96 49-145  
Telefax (0 22 03) 96 49-334



Werkstoff	Kohlenwasserstoffe	Fette, Öle, nicht additiviert	verd. Säuren	verd. Basen
iglidur® G	+	+	0 bis –	+
iglidur® J	+	+	0 bis –	+
iglidur® M250	+	+	0 bis –	+
iglidur® W300	+	+	0 bis –	+
iglidur® X	+	+	+	+
iglidur® A180	+	+	0 bis –	+
iglidur® A200	+	+	0 bis –	+
iglidur® A290	+	+	0 bis –	+
iglidur® A500	+	+	+	+
iglidur® F	+	+	0 bis –	+
iglidur® H	+	+	+ bis 0	+
iglidur® H1	+	+	+ bis 0	+
iglidur® H4	+	+	+ bis 0	+
iglidur® H370	+	+	+ bis 0	+
iglidur® L250	+	+	0 bis –	+
iglidur® P	–	+	0	–
iglidur® Q	+	+	0 bis –	+
iglidur® R	+	+	0 bis –	+
iglidur® UW	+	+	0 bis –	+
iglidur® V400	+	+	+	+
iglidur® Z	+	+	+	+
iglidur® B	–	–	0 bis –	–
iglidur® C	+	+	0 bis –	+
iglidur® D	+	+	0 bis –	+
iglidur® GLW	+	+	0 bis –	+
iglidur® H2	+	+	+ bis 0	+
iglidur® J200	+	+	0 bis –	+
iglidur® T220	–	+	0	–
iglidur® UW500	+	+	+	+

**Tabelle 1.9: Chemikalienbeständigkeit von iglidur®-Gleitlagern**  
+ beständig 0 bedingt beständig – unbeständig  
Alle Angaben bei Raumtemperatur [20°C]



**Bild 1.17: Rotationsprüfstand für Tests unter Wasser oder Chemikalien**

## Chemikalienbeständigkeit

iglidur®-Gleitlager können während ihres Einsatzes mit einer Vielzahl von Chemikalien in Kontakt kommen. Dieser Kontakt kann zu Veränderungen der Gebrauchseigenschaften führen. Das Verhalten von Kunststoffen gegenüber einer bestimmten Chemikalie ist abhängig von der Temperatur, der Einwirkdauer sowie der Art und Höhe der mechanischen Beanspruchungen. Wenn iglidur®-Gleitlager gegen eine Chemikalie beständig sind, können sie in diesen Medien eingesetzt werden. Teilweise können die Umgebungsmedien sogar Schmierstoffaufgaben übernehmen.

Bei dem beständigsten iglidur®-Werkstoff, dem iglidur® X, kann das sogar einmal Salzsäure sein. Für alle iglidur®-Gleitlager gilt, dass sie in stark verdünnten Säuren und verdünnten Laugen eingesetzt werden können. Unterschiede ergeben sich insbesondere bei höheren Konzentrationen oder höheren Temperaturen.

Ebenfalls für alle iglidur®-Gleitlager gilt ihre Beständigkeit gegen übliche Schmierstoffe. Die Gleitlager dürfen also grundsätzlich auch geschmiert eingesetzt werden. Besonders bei Anwendungen mit starkem Schmutz kann die Verschleißfestigkeit im Trockenlauf aber sogar höher sein.

Die folgende Übersicht soll Ihnen eine schnelle Orientierung geben:

Wenn nicht vollkommen klar ist, welche unterschiedlichen Chemikalien auftreten können oder in welcher Konzentration, sollten Gleitlager aus iglidur® X verwendet werden. Sie besitzen die beste Beständigkeit und werden nur von sehr wenigen, konzentrierten Säuren angegriffen. Eine ausführliche Beständigkeitsliste finden Sie im hinteren Teil des Katalogs.

► Chemikaliertabelle, S. 70.2

## Einsatz im Lebensmittelbereich

Für die besonderen Anforderungen an Maschinen und Anlagen für die Erzeugung von Lebensmitteln stellt das iglidur®-Programm 4 speziell entwickelte Lagerwerkstoffe bereit. Die Werkstoffe der iglidur® A180-, A200- und A500-Gleitlager entsprechen den Vorgaben der amerikanischen Gesundheitsbehörde FDA. Der Werkstoff von iglidur® A290 entspricht den Vorgaben des BfR (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin).

## Energiereiche Strahlung

Ein Vergleich der Beständigkeit gegen radioaktive Strahlung zeigt Tabelle 1.10. Mit Abstand ist iglidur® X das beständigste Material.

## UV-Beständigkeit

Gleitlager können im Außeneinsatz dauernder Bewitterung ausgesetzt werden. Die UV-Beständigkeit ist ein wichtiges Maß, das angibt, ob ein Werkstoff durch die UV-Strahlen angegriffen wird. Die Auswirkungen können von leichten Farbveränderungen bis hin zur Versprödung reichen. Ein Vergleich der Werkstoffe untereinander zeigt Tabelle 1.11. Die Ergebnisse zeigen, dass iglidur®-Gleitlager für den Außeneinsatz geeignet sind. Nur für wenige iglidur®-Werkstoffe sind überhaupt Veränderungen zu erwarten.

Werkstoff	Strahlenbeständigkeit	Werkstoff	Strahlenbeständigkeit
iglidur® X, UW500, Z	1 x 10 <sup>5</sup> Gy	iglidur® A500	2 x 10 <sup>5</sup> Gy
iglidur® A200, M250	1 x 10 <sup>4</sup> Gy	iglidur® L250	3 x 10 <sup>4</sup> Gy
iglidur® P	5 x 10 <sup>2</sup> Gy	iglidur® C, V400	2 x 10 <sup>4</sup> Gy
iglidur® A180, A290, G, J, W300, F, Q, D, J200, B, T220, UW, R	3 x 10 <sup>2</sup> Gy	iglidur® H4, H1	2 x 10 <sup>2</sup> Gy
iglidur® H, H2, H370	2 x 10 <sup>2</sup> Gy		

**Tabelle 1.10: Vergleich der Strahlungsbeständigkeit von iglidur®-Gleitlagern**

Werkstoff	UV-Beständigkeit	Werkstoff	UV-Beständigkeit
iglidur® G	+++++	iglidur® P	+++++
iglidur® J	+++	iglidur® Q	++
iglidur® M250	++++	iglidur® R	++++
iglidur® W300	+++	iglidur® UW	+++
iglidur® X	+++++	iglidur® V400	+++
iglidur® A180	+++	iglidur® Z	+++
iglidur® A200	++++	iglidur® B	+
iglidur® A290	++++	iglidur® C	+
iglidur® A500	+++	iglidur® D	+++++
iglidur® F	+++++	iglidur® GLW	+++++
iglidur® H	++	iglidur® H2	+
iglidur® H1	++	iglidur® J200	+++
iglidur® H4	+	iglidur® T220	++
iglidur® H370	+++++	iglidur® UW500	+++++
iglidur® L250	+++		

**Tabelle 1.11: UV-Beständigkeit der iglidur®-Gleitlager + geringe Beständigkeit +++++ höchste Beständigkeit**



**Bild 1.18: iglidur®-Gleitlager im UV-Langzeittest**

igus®-Gleitlager

Telefon (0 22 03) 96 49-145  
Telefax (0 22 03) 96 49-334



Werkstoff	Oberflächenwiderstand [ $\Omega$ ]
iglidur® F	$1,5 \times 10^1$
iglidur® H	$8,8 \times 10^1$
iglidur® H370	$2,8 \times 10^3$
iglidur® X	$6,9 \times 10^2$
iglidur® UW	$1,6 \times 10^3$
iglidur® UW500	$5,0 \times 10^3$

**Tabelle 1.12: Elektrische Eigenschaften von leitfähigen iglidur®-Gleitlagern**

## Vakuum

iglidur®-Gleitlager können im Vakuum begrenzt eingesetzt werden. Ein Ausgasen findet nur in geringem Maße statt. Bei den meisten iglidur®-Gleitlagern verändert das Ausgasen die Werkstoffeigenschaften nicht.

## Elektrische Eigenschaften

Im Programm der wartungsfreien selbstschmierenden iglidur®-Gleitlager finden sich sowohl isolierende als auch elektrisch leitfähige Werkstoffe. Die wichtigsten elektrischen Eigenschaften werden in den einzelnen Werkstoffbeschreibungen detailliert angegeben. Tabelle 1.12 stellt die wichtigsten elektrischen Eigenschaften von iglidur®-Gleitlagern gegenüber.

Die hier nicht genannten iglidur®-Werkstoffe sind elektrisch isolierend. Bitte beachten Sie, dass bei einigen Werkstoffen die Eigenschaften durch die Feuchtigkeitsaufnahme des Materials verändert werden können. In Versuchen sollte untersucht werden, ob die gewünschten Eigenschaften auch bei wechselnden Bedingungen hinreichend stabil sind.

## Toleranzen und Mess-System

Die Einbaumaße und Toleranzen der iglidur®-Gleitlager sind werkstoff- und wandstärkenabhängig. Beim Werkstoff ist die Feuchtigkeitsaufnahme und die Wärmeausdehnung entscheidend. Gleitlager mit geringer Feuchtigkeitsaufnahme können mit kleinem Lagerpiel verbaut werden. Für die Wandstärke gilt: Je dicker die Lager sind, desto größer muss auch das Spiel der Lager sein.

Somit ergeben sich unterschiedliche Toleranzklassen für iglidur®-Gleitlager:

Mit diesen Toleranzen können iglidur®-Gleitlager nach den Einbauempfehlungen über den jeweils zulässigen Temperaturbereich und in Raumfeuchten bis 70% betrieben werden. Sollten höhere Luftfeuchtigkeiten vorliegen oder die Lager unter Wasser betrieben werden, steht Ihnen unsere Anwendungsberatung zur richtigen Verwendung zur Verfügung.

## Prüfverfahren

iglidur®-Gleitlager sind Einpresslager für Bohrungen mit der H7-Einheitsbohrung. Dieses Einpressen der Lager befestigt die Lager einerseits im Gehäuse, andererseits wird der Innendurchmesser der Gleitlager dadurch erst geformt.

Die Prüfung der Lager erfolgt, eingebaut in einer Bohrung mit Kleinstmaß, sowohl mit einer Messuhr als auch mit einem Lehrdorn.

- Eingepresst in die Bohrung, muss die Gutseite des Lehdorns das Lager leichtgängig passieren.
- Mit Diatester muss der Innendurchmesser der Lager an den Messebenen (vgl. Abb. 1.23) innerhalb der vorgesehenen Toleranz liegen.

## Ursachen für Maßabweichungen

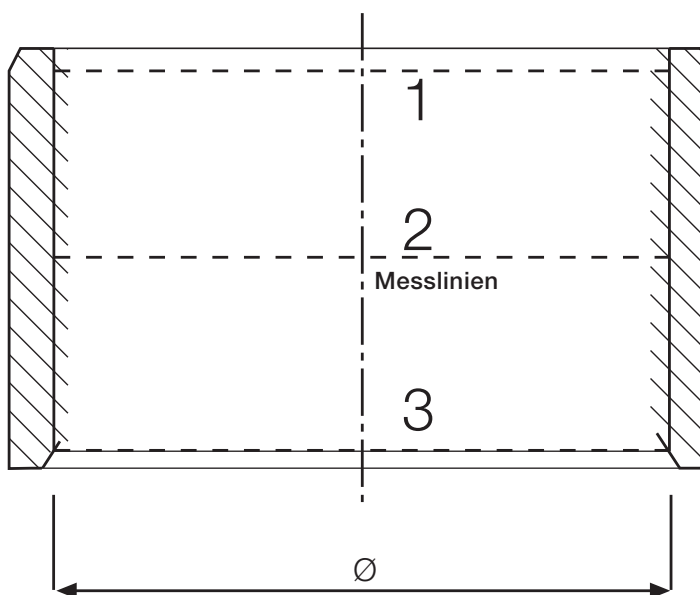
Trotz sorgfältiger Herstellung und Montage der Lager können sich Abweichungen und Fragen im Zusammenhang mit den Einbaumaßen und Toleranzen ergeben.

Aus diesem Grund haben wir die häufigsten Gründe für Abweichungen aufgeführt. In vielen Fällen konnten mit diesem Trouble Shooter die Gründe für Abweichungen schnell gefunden werden:

- Bohrung ist nicht richtig angefast – das Lager schabt außen ab.
- Es wurde ein Zentrierdorn verwendet, der die Lager beim Einpressen innen aufgeweitet hat.
- Die Bohrung entspricht nicht der H7-Toleranz.
- Das Gehäuse ist aus einem weichen Material, das durch die Lager beim Einpressen aufgeweitet wurde.
- Die Welle ist nicht h-toleriert.
- Die Messung erfolgt nicht innerhalb der Messlinien.



**Bild 1.19:** Messung des Innendurchmessers eines eingepressten Gleitlagers



**Abb. 1.23:** Die Lage der Messebenen



Verfahren	Drehen	Bohren	Fräsen
Schneidwerkstoff	SS	SS	SS
Vorschub [mm]	0,1 ... 0,5	0,1 ... 0,5	bis 0,5
Freiwinkel	5 ... 15	10 ... 12	
Spannwinkel	0 ... 10	3 ... 5	
Schnittgeschwindigkeit [m/min]	200 ... 500	50 ... 100	bis 1000

**Tabelle 1.13: Richtlinien bei der spanenden Bearbeitung**

## Spanende Bearbeitung

iglidur®-Gleitlager werden einbaufertig geliefert. Das umfassende Programm erlaubt in den meisten Fällen den Einsatz der Standardabmessung. Wenn trotzdem eine nachträgliche Bearbeitung der Gleitlager nötig wird, zeigt die nebenstehende Tabelle die Bearbeitungsrichtwerte.

Nach Möglichkeit ist die nachträgliche Bearbeitung der Gleitflächen zu vermeiden. Höherer Abrieb ist meist die Folge. Eine Ausnahme stellt iglidur® M250 dar, das für nachträgliche Bearbeitung sehr gut geeignet ist. Bei den anderen iglidur®-Gleitlagern kann durch eine Montageschmierung den Nachteilen einer Gleitflächenbearbeitung entgegengewirkt werden.



## Montage

iglidur®-Gleitlager sind Einpressbuchsen. Der Innendurchmesser stellt sich erst nach dem Einpressen in die H7-Aufnahmebohrung mit der entsprechenden Toleranz ein. Das Einpressübermaß kann bis zu 2% des Innendurchmessers betragen. Damit wird der sichere Presssitz der Lager gewährleistet. Axiale oder radiale Verschiebungen im Gehäuse werden so sicher vermieden.

Die Bohrung im Gehäuse sollte für alle Lager in der Toleranz H7 gefertigt und möglichst glatt, eben und angefast sein.

Die Montage erfolgt mit einem ebenen Stempel. Die Verwendung von Zentrier- oder Kalibrierdornen kann zur Beschädigung der Lager und zu einem größeren Spiel führen.



Bild 1.20: Die Montage erfolgt mit einem ebenen Stempel.

## Kleben

Das Einkleben der Lagerbuchsen ist im Normalfall nicht erforderlich. Wenn aufgrund hoher Temperaturen der sichere Sitz der Lager gefährdet sein sollte, ist die Verwendung eines temperaturbeständigeren Gleitlagers vorzusehen.

Sollte dennoch die Befestigung der Lager durch Kleben vorgesehen werden, sind in jedem Fall geeignete Versuche erforderlich. Die Übertragung erfolgreicher Ergebnisse auf anderer Einsatzfälle ist nicht ohne weiteres möglich.

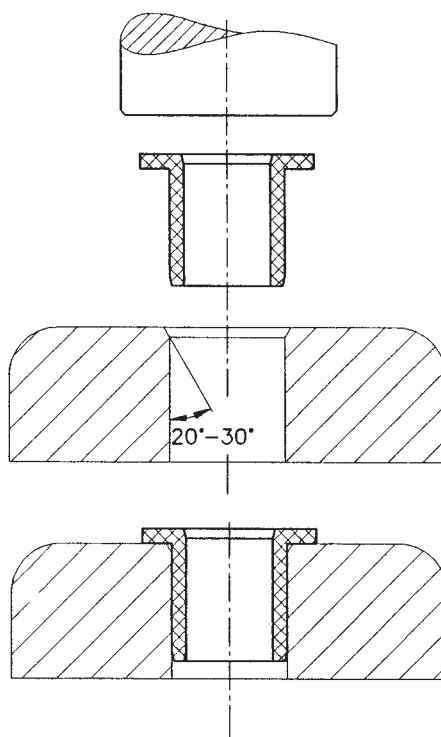


Abb. 1.24: Schema: Einpressen der Lagerbuchsen