



LEHRSTUHL  
FÜR KUNSTSTOFFTECHNIK  
Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer

# Prüfstände für Maschinenelemente / Tribologie

---

am Lehrstuhl für Kunststofftechnik

---

**Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg**





# Inhaltsverzeichnis

## Prüfstände

### **Prüfstände für Maschinenelemente**

Getriebe - Prüfstand .....	2
Zahnfußfestigkeitsprüfstand .....	3
Mikrogetriebe - Prüfstand .....	4
Gleitlager - Prüfstand .....	5

### **Prüfstände für tribologische Werkstoff- und Systemuntersuchungen**

Stift - Scheibe - Prüfstand .....	8
Scheibe - Scheibe - Prüfstand .....	9
Roll - Gleit - Prüfstand .....	10
Torsionsprüfstand .....	11

## Dissertationen und Veröffentlichungen zur Tribologie

Dissertationen .....	13
Veröffentlichungen .....	13



# Prüfstände für Maschinenelemente

---

## 2 Getriebe - Prüfstand

### Leistungsdaten:

Drehzahl Antrieb:	0 - 8000 1 / min
Abtrieb:	0 - 4000 1 / min
Bremsmoment:	0,2 - 10 Nm
Umgebungstemperatur:	23 - 250 °C

### Probekörper:

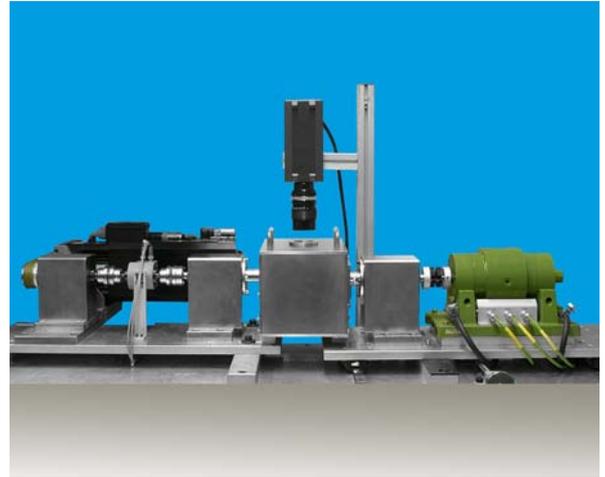
DIN-867 Stirnrad, Modul 1 - 3 mm  
Hybridverzahnung, Modul 1 - 3 mm  
hochübersetzende Wellgetriebe  
etc.

### Ergebnis:

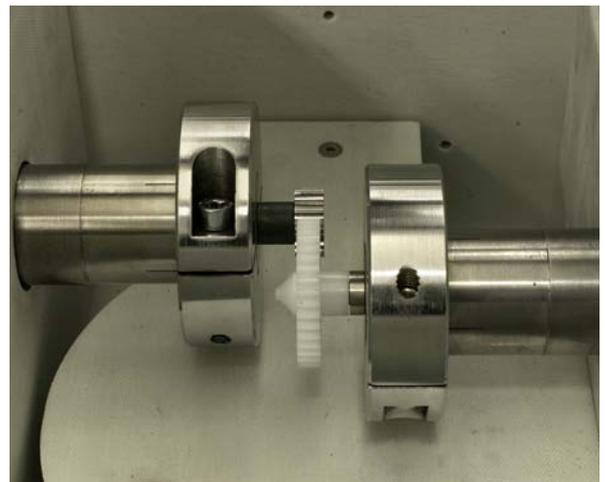
Dauerprüfung von Kunststoff / Kunststoff- und  
Stahl / Kunststoff- Getrieben  
Verlustleistung  
optische Zahnflankentemperaturmessung

### Anwendungsgebiet:

Daten zur Zahnradauslegung  
Zahnflankentragfähigkeit



Zahnrad-Prüfstand



Zahnradpaarung



Stirnrad-Verschleiß  
DIN 867, Modul 1 mm

## Zahnfußfestigkeitsprüfstand

### Leistungsdaten:

statische Belastung:	30 - 1000 N
dynamische Belastung:	0 - 1000 N
Frequenz:	0,1 - 10,0 Hz
messbare Verformung:	$\pm 1,00$ mm

### Probekörper:

DIN-867 Stirnrad, Modul 1 mm  
Hybridverzahnung, Modul 1 mm

### Ergebnis:

Dauerfestigkeit  
Zahnfußfestigkeit  
Zahnverformung

### Anwendungsgebiet:

Daten zur Zahnradauslegung  
Zahnfußtragfähigkeit  
lastabhängige Zahnverformung



hydraulische Belastungseinheit



Zahnprüfung

## 4 Gleitlager - Prüfstand

### Leistungsdaten:

Gleitgeschwindigkeiten:	0,1 - 1,5 m / s
Drehzahl:	120 - 1500 1 / min
Flächenpressung:	0,1 - 3 N / mm <sup>2</sup>
Normalkraft:	0 - 1000 N

### Probekörper:

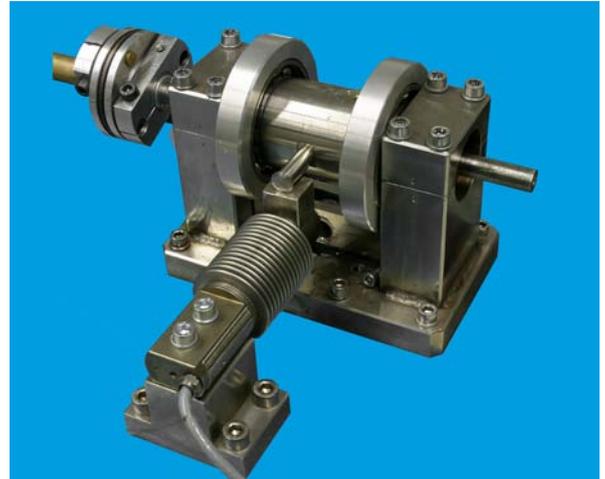
Außendurchmesser:	25 mm
Innendurchmesser:	20 mm
Stützschildtdicke:	2 mm
Gleitschichtdicke:	0,5 mm

### Ergebnis:

2-dimensionaler Verschleißkoeffizient  $k$   
Reibungszahl  $f$

### Anwendungsgebiet:

Reibungs- und Verschleißuntersuchungen an  
1K- und 2K-Kunststoffgleitlagern



Lagerprüfstand



Probekörperaufnahme



Lagerverschleiß, 2K

## Mikrogetriebe - Prüfstand

### Leistungsdaten:

Drehzahl Antrieb:	0 - 20000 1 / min
Abtrieb:	0 - 6000 1 / min
Moment Antrieb:	0,0005 - 0,03 Nm
Abtrieb:	0,01 - 0,20 Nm

### Probekörper:

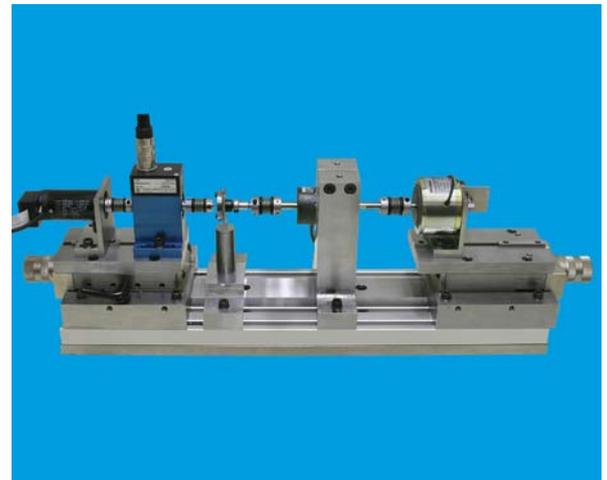
- hochübersetzende Wellgetriebe
- Planetenge triebe
- Stirradgetriebe

### Anwendungsgebiet:

- Getriebeauslegung
- Ermüdungsverhalten von Getriebekomponenten (z.B. Flexringdehnung)
- Verschleißquantifizierung

### Ergebnis:

- Dauerprüfung von Mikrogetrieben
- Verlustleistung
- Messung des Spiels des Gesamtgetriebes



Mikrogetriebe - Prüfstand



Probekörperaufnahme



Planetenträger mit Planeten und Sonne



Prüfstände für tribologische Werkstoff- und  
Systemuntersuchungen am LKT

---

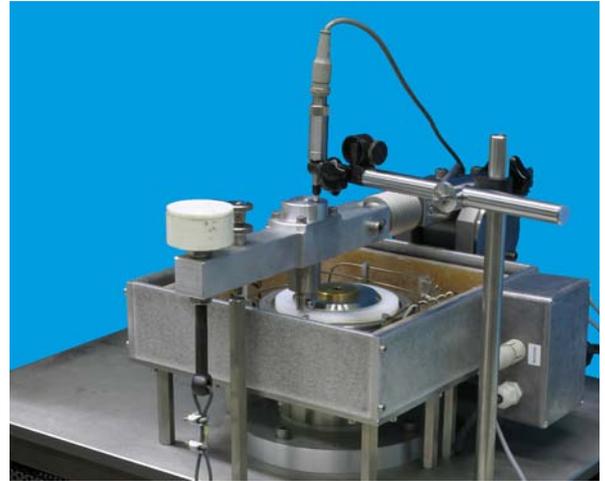
# **Prüfstände für tribologische Werkstoff- und Systemuntersuchungen**

---

## 8 Stift - Scheibe - Prüfstand

### Leistungsdaten:

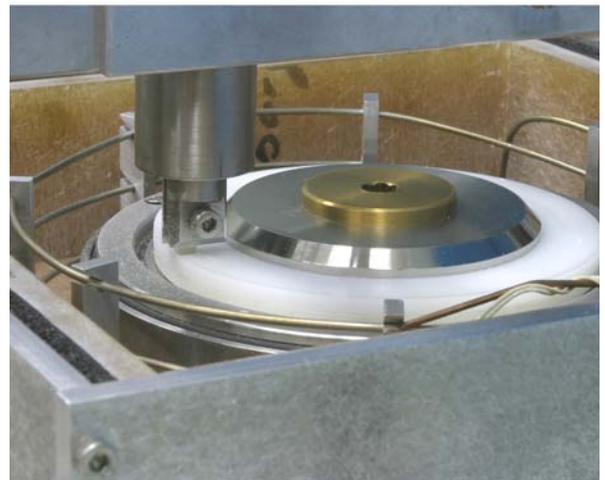
Gleitgeschwindigkeit:	0,05 - 5 m / s
Flächenpressung:	0,1 - 20 N / mm <sup>2</sup>
Umgebungstemperatur:	23 - 400 °C
Medientemperatur:	23 - 200 °C
Umgebungsmedien:	Wasser, Öl, Fett etc.



Prüfstand mit Wärmekammer

### Probekörper:

Stift:	
Länge x Breite x Höhe:	6 mm x 4 mm x 4 mm
Scheibe:	
Außendurchmesser:	110 mm
Innendurchmesser:	75 mm



Probekörperaufnahmen

### Ergebnis:

Verschleißkoeffizient  $k$   
Reibungszahl  $f$   
akustisches Frequenzspektrum



Medienkammer

### Anwendungsgebiet:

Werkstoffauswahl  
Ermittlung von Dimensionierungskenngrößen

## Scheibe - Scheibe - Prüfstand

### Leistungsdaten:

Normalbetrieb:	
Gleitgeschwindigkeit:	0,02 - 2 m / s
Oszillierbetrieb:	
Drehfrequenz:	0,1 - 1 Hz
Drehwinkel:	10 - 360°
Flächenpressung:	0,1 - 4 N / mm <sup>2</sup>
Probekörpertemperatur:	23 - 250 °C
Umgebungstemperatur:	23 - 250 °C

### Probekörper (Reibfläche):

Außendurchmesser:	25 mm
Innendurchmesser:	20 mm

### Ergebnis:

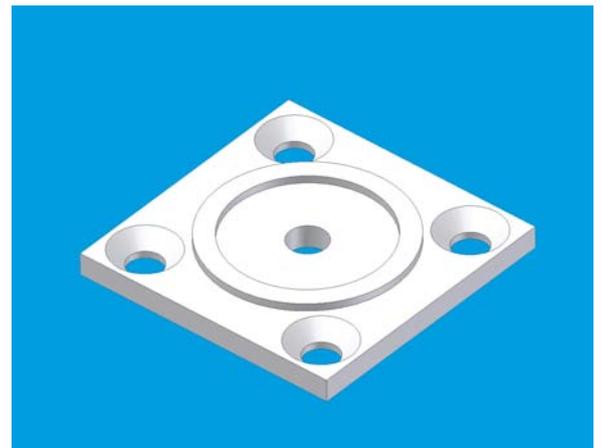
Verschleißkoeffizient  $k$   
Reibungszahl  $f$   
reibinduzierte Temperaturerhöhung  $T_{\text{reib}}$

### Anwendungsgebiet:

Werkstoffauswahl  
Ermittlung von Dimensionierungskenngrößen



Prüfstand mit Wärmekammer



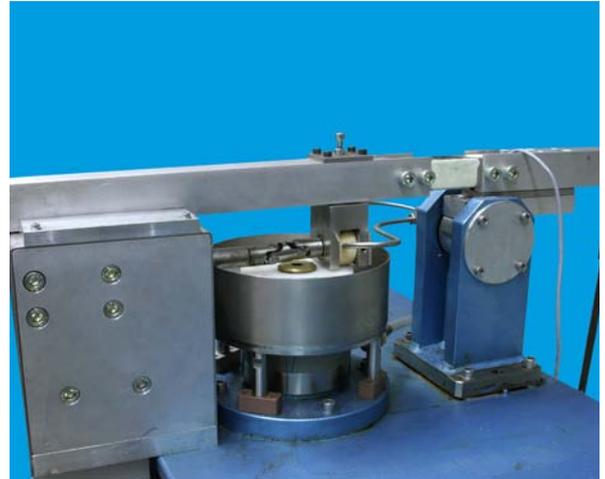
Probekörpergeometrie

# Prüfstände für tribologische Werkstoff- und Systemuntersuchungen am LKT

## 10 Roll - Gleit - Prüfstand

### Leistungsdaten:

Oszillationsfrequenz:	1 Hz
Flächenpressung:	0 - 25 N / mm <sup>2</sup>
Roll- Gleitverhältnis:	1 : 3
Medientemperatur:	RT - 200 °C
Umgebungsmedien:	Wasser, Öl, Fett etc.



Medienkammer

### Probekörper:

Zylinder:	
Außendurchmesser:	39,6 mm
Länge:	20 mm

Scheibe:	
Außendurchmesser:	150 mm



Probekörperaufnahmen

### Ergebnis:

Verschleißkoeffizient  $k$   
Reibungszahl  $f$

### Anwendungsgebiet:

Werkstoffauswahl  
Einfluss unterschiedlicher Beanspruchung  
Untersuchungen unter Roll-Gleit-Kinematik  
(z.B. Kniegelenkprothesen)

## Torsionsprüfstand

### Leistungsdaten:

Drehzahl:	1 - 2000 min <sup>-1</sup>
Drehmoment:	0,5 - 100 Nm
Bewegungsmodi:	Gleichlauf / Richtungswechsel

### Probekörper:

Durchmesser Reibfläche:	16 mm
Höhe Reibfläche:	30 mm

### Ergebnis:

Losbrechdrehmoment $M_L$
Haftdrehmoment $M_H$
Gleitdrehmoment $M_G$

### Anwendungsgebiet:

Werkstoffauswahl  
Ermittlung von Dimensionierungskenngröße  
Spritzgießprozessparametrierung



Torsionsprüfstand



Probekörperaufnahme



HT-Schubprobekörper mit Anguss



**Dissertationen und  
Veröffentlichungen  
zur Tribologie**

---

# Dissertationen und Veröffentlichungen

14

<b>Autoren</b>	<b>Dissertationen</b>
Feulner, R.	Verschleiß trocken laufender Kunststoffgetriebe – Kennwertermittlung und Auslegung Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg, 2008
Künkel, R.	Auswahl und Optimierung von Kunststoffen für tribologisch beanspruchte Systeme Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg, 2005
Faatz, P.	Tribologische Eigenschaften von Kunststoffen im Modell- und Bauteilversuch Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg, 2002
Szameitat, M.	Reibungs- und Verschleißverhalten von PEEK/PEI-Mischungen Dissertation, Universität Erlangen-Nürnberg, 1997

<b>Autoren</b>	<b>ausgewählte Veröffentlichungen</b>
Merken, D. Kobes, M. O. Drummer, D.	Kunststoffbasierte reibschlüssige Verbindungselemente als Überlastschutz mittels Montagespritzgießen Tagungsband Tribologie-Fachtagung, Göttingen, 2009, S. 37/1-37/21
Kobes, M. O. Merken, D. Drummer, D.	Analytische Betrachtung der triboakustischen Eigenschaften thermoplastischer Kunststoffe an Hand von Modell- und Bauteilversuchen Tagungsband Tribologie-Fachtagung, Göttingen, 2009, S. 36/1-36/17
Feulner, R. Künkel, R. Kobes, M. O. Krippner, S. Hülder, G. Osswald, T.A.	Tribologisches Verhalten faserverstärkter Kunststoffe Tagungsband Tribologie-Fachtagung, Göttingen, 2008, S. 22/1-22/15
Kobes, M. O. Feulner, R. Krippner, S. Hülder, G. Osswald, T.A.	Triboakustische Eigenschaften thermoplastischer Kunststoffe Tagungsband Tribologie-Fachtagung, Göttingen, 2008, S. 57/1-57/15
Krippner, S. Kobes, M. O. Feulner, R. Hülder, G. Osswald, T.A.	Hochleistungszahnräder aus Kunststoff mittels Montagespritzgießen Tagungsband Tribologie-Fachtagung, Göttingen, 2008, S. 23/1-23/11
Feulner, R. W. Dallner, C. M. Ehrenstein, G. W. Schmachtenberg, E.	Maschinenelemente aus Kunststoff Tagungsband, Lehrstuhl für Kunststofftechnik, Erlangen, 2007
Feulner, R. W. Dallner, C. M. Schmidt, W. Schmachtenberg, E.	Kunststoffgetriebe für die Medizintechnik – Kennwertermittlung und Auslegung Konstruktion Special Antriebstechnik (2007) S1, S. 42-47
Dallner, C. Feulner, R. Schmidt, W. Ehrenstein, G. W. Schmachtenberg, E.	Rationelle Fertigung eines tribologisch optimierten Mikrogetriebes in Montagespritzguss Werkstoffe und Werkstofftechnologien, Tagungsband Tribologie Fachtagung Göttingen, 2006, S. 1-10

## Dissertationen und Veröffentlichungen

---

<b>Autoren</b>	<b>ausgewählte Veröffentlichungen</b>
Feulner, R. Brocka, Z. Ehrenstein, G. W. Schmachtenberg, E.	Strahlenvernetzte Kunststoffe für tribologische Anwendung Fachtagung Strahlenvernetzte Kunststoffe, Springer VDI Verlag, Düsseldorf, 2006, S. 153-166
Ehrenstein, G. W. Künkel, R.	Maschinenelemente aus Kunststoffen – Mikrogetriebe, Zahnräder und Gleitlager Tagungsband, Lehrstuhl für Kunststofftechnik, Erlangen, 2005
Ehrenstein, G. W. Künkel, R.	Processing Effects on the Tribological Properties of Thermoplastics SPE Processings ANTEC, Boston USA, 2005, S. 1837-1841
Künkel, R. Brocka, Z. Ehrenstein, G. W.	Strahlenvernetzung für tribologische Anwendung KGK Kautschuk, Gummi Kunststoffe 58 (2005) 4, S. 168-172
Künkel, R. Ehrenstein, G. W.	Transmission of Tribological Measurement Values from the Model-System to the Part-System SPE Proceedings ANTEC Chicago USA, 2004, S. 1948-1952
Faatz, P. Ehrenstein, G. W. Ebert, K.-H.	Getriebe aus Kunststoffzahnradern, Teil 1: KEM (1998) 7, S. 70-71 Teil 2: KEM Sonderheft (1998) 2, S. 28-29
Szameitat, M. Ehrenstein, G. W. Scheckenbach, H.	Verschleißfeste PTFE-Compounds Kunststoffe 87 (1997) 7, S. 894-898

---

## Ihre Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Bernhard Gierl , Tel.: +49 9131 85-2 97 11, E-Mail: [gierl@lkt.uni-erlangen.de](mailto:gierl@lkt.uni-erlangen.de)  
Dominik Schubert M. Sc., Tel.: +49 9131 85-2 97 19, E-Mail: [schubert@lkt.uni-erlangen.de](mailto:schubert@lkt.uni-erlangen.de)

August 2017

**Lehrstuhl für Kunststofftechnik**  
Am Weichselgarten 9  
91058 Erlangen-Tennenlohe  
Deutschland

Tel.: +49 9131 85-2 97 00  
Fax: +49 9131 85-2 97 09  
E-Mail: [info@lkt.uni-erlangen.de](mailto:info@lkt.uni-erlangen.de)  
[www.lkt.uni-erlangen.de](http://www.lkt.uni-erlangen.de)



Partner der  
**Neue Materialien Fürth GmbH**