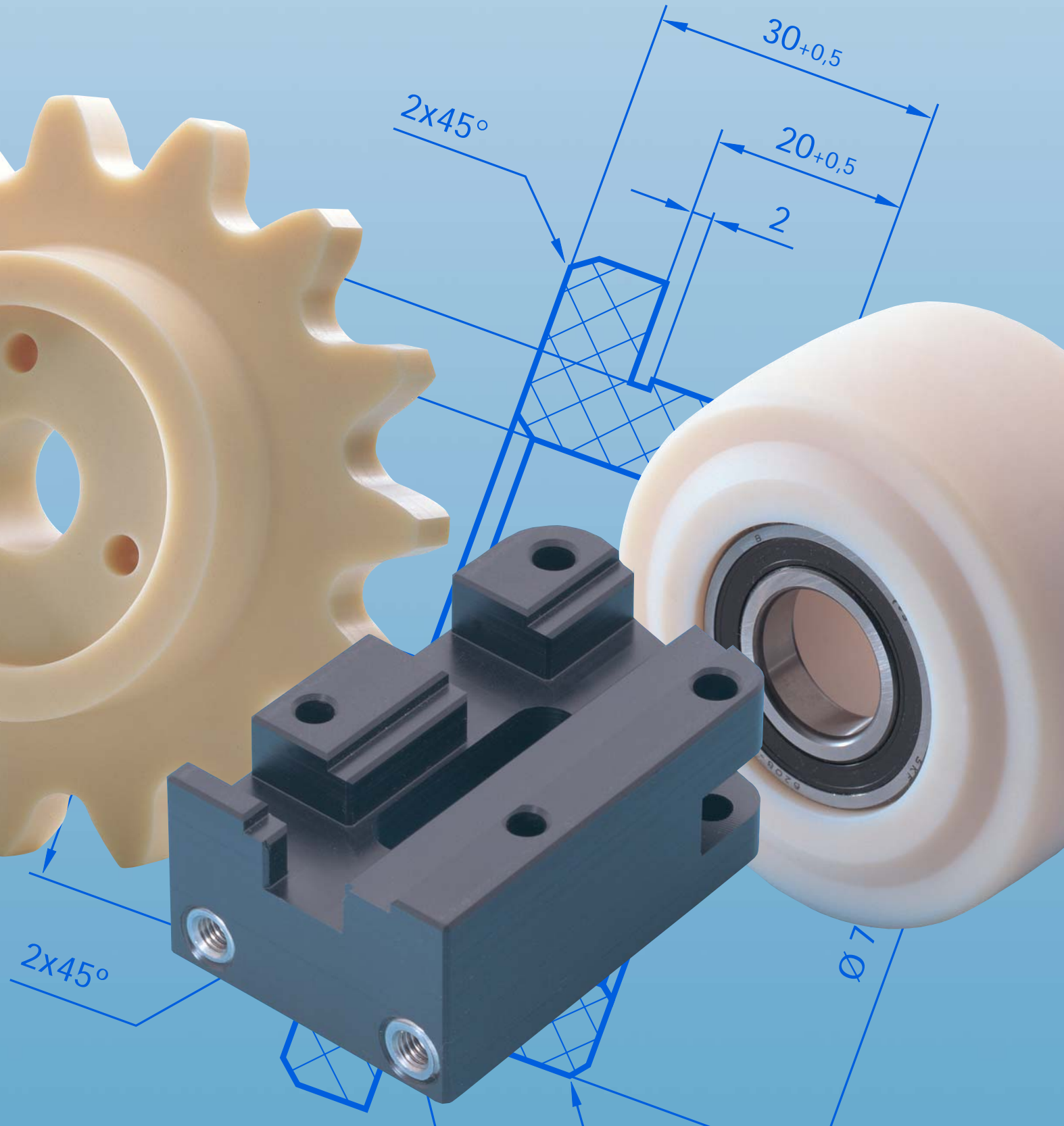


Konstruieren mit technischen Kunststoffen



Bewegungsmuttern aus Kunststoff



Bewegungsmuttern aus Kunststoff

1. Kunststoffe als Werkstoff für Bewegungsmuttern

Bewegungsmuttern, auch unter der Bezeichnung »Spindelmuttern« bekannt, setzen in Verbindung mit einer Gewindespindel eine Drehbewegung in eine Linearbewegung um. Für die Kraftübertragung ist dabei eine gute Festigkeit des Mutterwerkstoffs, eine große Gewindeauflagefläche und hohe Oberflächengüte von Vorteil. Eine Ausführung des Gewindes als Trapezgewinde nach DIN 103 ist vorteilhaft und zweckmäßig.

Die Belastung der Gewindeflanken kommt dabei der eines Gleitelements gleich, so dass hinsichtlich der Auswahl eines geeigneten Werkstoffs zur Herstellung der Bewegungsmutter in erster Linie die Gleit- und Verschleißigenschaften ausschlaggebend sind. Für die sichere Krafteinleitung ist die Festigkeit des gewählten Werkstoffs maßgebend.

Dabei ist jedoch zu beachten, dass sich glasfaserverstärkte Kunststoffe nicht zur Herstellung von Bewegungsmuttern eignen. Sie weisen im Vergleich zu den anderen Thermoplasten schlechtere Gleit- und Verschleißwerte auf. Die Glasfasern können zudem zu erhöhtem Verschleiß am Gleitpartner führen. Der verhältnismäßig hohe Elastizitätsmodul dieser Werkstoffe verhindert zudem eine Verformung der Gewindegänge bei Spannungsspitzen, so dass sich die Belastung gleichmäßig auf alle Gewindegänge verteilen kann. Folgen davon sind Gewindegangrisse und wesentlich kürzere Standzeiten im Vergleich zu unverstärkten Kunststoffen.

1.1 Werkstoffe

Für die Herstellung von Bewegungsmuttern haben sich die Guss-Polyamide sowohl mit als auch ohne Gleitzusätze sowie POM, PET und PET mit Gleitzusatz bewährt.

Hinsichtlich der Lebensdauer ist, wie bei allen anderen Gleitanwendungen auch, der Einsatz von Werkstoffen mit Eigenschmierung (wie z.B. Oilamid und PET-GL) vorteilhaft. Es werden im Vergleich zu den anderen Kunststoffen weniger Verschleiß und damit längere Standzeiten erreicht.

1.2 Schmierung

Wie bei allen anderen Gleitanwendungen auch ist eine Schmierung nicht zwingend notwendig, verlängert aber die Lebensdauer der Bauteile mitunter erheblich. Zudem wird der Gefahr der Stick-Slip-Entstehung entgegengewirkt.

Zweckmäßig ist eine einmalige Einbauschmierung, wie sie auch bei Gleitlagern und -platten empfohlen wird, mit einer anschließenden empirischen Nachschmierung. Dies gilt insbesondere für hochbelastete Bewegungsmuttern, wo auf gute Abfuhr der entstehenden Reibungswärme geachtet werden muss.

Auf die Verwendung von Graphit als Schmierstoff in Verbindung mit Bewegungsmuttern aus Polyamiden sollte jedoch verzichtet werden, da bei dieser Kombination die Stick-Slip-Anfälligkeit steigt.

2. Herstellung und konstruktive Gestaltung

Das Gewinde von Bewegungsmuttern kann spangebend auf entsprechenden Werkzeugmaschinen hergestellt werden. Wir empfehlen die Herstellung mit einer Drehmaschine und die Verwendung eines Gewindedrehmeißels. So kann gewährleistet werden, dass das zum Ausgleich von Wärmedehnung und Feuchteaufnahme notwendige größere Spiel an den Gewindeflanken hergestellt werden kann.

Die Verbindung von Bewegungsmutter und Aufnahmegehäuse erfolgt im Allgemeinen über eine Passfeder. Die Belastbarkeit von Kunststoffmuttern richtet sich in diesem Fall nach der zulässigen Pressung in der Passfedernut.

Zum vollständigen Ausschöpfen der Belastbarkeit des Kunststoffgewindes ist eine formschlüssige Verbindung zwischen Stahlaufengehäuse und Kunststoffmutter notwendig.

3. Berechnung der Tragfähigkeit

3.1 Flächenpressung in der Keilnut

Für eine Verbindung mit Passfeder muss die Keilnutflanke auf Überschreiten der zulässigen Flächenpressung überprüft werden.

Die Flächenpressung ergibt sich zu

$$P_F = \frac{M_d \cdot 10^3}{i \cdot r_m \cdot h \cdot b} \quad [\text{MPa}]$$

mit

M_d = übertragenes Drehmoment in Nm

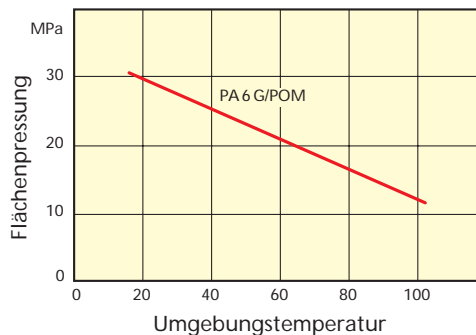
i = Anzahl der Nutflanken

r_m = Radius von Wellenmitte bis Flankenmitte der tragenden Flanke in mm

h = Höhe der tragenden Flanke in mm

b = Breite der tragenden Flanke in mm

Diagramm1: Richtwerte f. zul. Flächenpressung



Der aus der Berechnung erhaltene Wert wird mit dem Diagramm 1 verglichen und darf den maximalen Wert nicht überschreiten.

3.2 Flächenpressung an der Gewindeflanke

Geht man davon aus, dass alle Gewindeflanken gleichermaßen die Belastung tragen, ergibt sich die an den Flanken auftretende Flächenpressung zu

$$p = \frac{F}{z \cdot H \cdot \sqrt{\left(d_2 \cdot \pi \cdot \frac{l}{P}\right)^2 + l^2}} \quad [\text{MPa}]$$

mit

F = Axiallast der Spindel in N

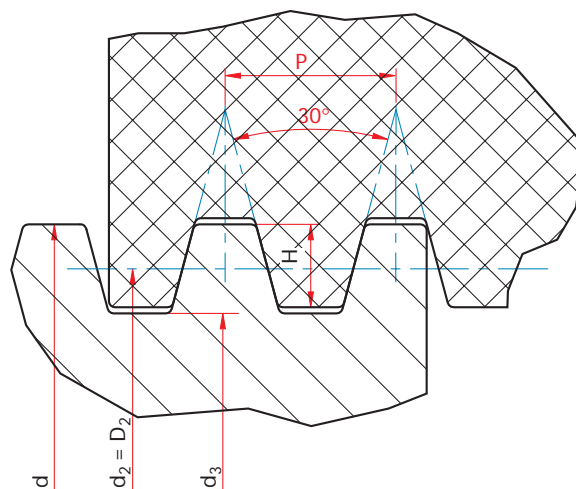
P = Steigung in mm

d_2 = Flankendurchmesser in mm

l = Mutterlänge in mm

H = Tragtiefe für metrisches ISO-Trapezgewinde in mm nach Tabelle 1

z = Anzahl der Gewindegänge (bei mehrgängigen Gewinden)



Bei statischer Belastung können für Bewegungsmuttern aus PA, POM oder PET bei 20°C ca. 12 MPa, bei 80°C ca. 8 MPa als maximal zulässige Pressung zugelassen werden.

Tabelle 1: Metrisches ISO – Trapezgewinde nach DIN 103

Gewinde- durchmesser	P	H	d ₂	Gewinde- durchmesser	P	H	d ₂	Gewinde- durchmesser	P	H	d ₂
d		= 0,5 · P	= d - H	d		= 0,5 · P	= d - H	d		= 0,5 · P	= d - H
8	1,5	0,75	7,25	36	6	3	33	75	10	5	70
10	2	1	9	40	7	3,5	36,5	80	10	5	75
12	3	1,5	10,5	44	7	3,5	40,5	85	12	6	79
16	4	2	14	48	8	4	44	90	12	6	84
20	4	2	18	52	8	4	48	95	12	6	89
24	5	2,5	21,5	60	9	4,5	55,5	100	12	6	94
28	5	2,5	25,5	65	10	5	60	110	12	6	104
32	6	3	29	70	10	5	65	120	14	7	113

3.3 Gleitreibung an der Gewindeflanke

Da die Gewindeflanken wie ein Gleitelement betrachtet werden können, kann auch für Bewegungsmuttern der pv-Wert als Richtwert für die Gleitreibbelastung herangezogen werden. Dieser wird für die Gewindeflanke zu

$$pv = p \cdot \frac{n \cdot \sqrt{(d_2 \cdot \pi)^2 + s^2}}{60000} \quad [\text{MPa} \cdot \text{m/s}]$$

mit

- n = Anzahl der Hübe in 1/min⁻¹
- d₂ = Flankendurchmesser in mm
- s = Hublänge in mm

Die Frage der zulässigen Gleitreiblast ist, wie bei Gleitlagern auch, ein Problem der durch die Reibung entstandenen Wärme. Wenn sichergestellt ist, dass die Kunststoffmutter im Aussetzbetrieb ausreichende Gelegenheit zum Abkühlen hat, können gegenüber dem Dauerbetrieb entsprechend höhere Werte zugelassen werden.

Die ermittelten Werte dürfen jedoch die in Tabelle 2 aufgeführten maximalen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 2: pv – Grenzwerte für Bewegungsmuttern

	Dauerbetrieb					Aussetzbetrieb				
	PA 6 G	Ollamid	POM – C	PET	PET – GL	PA 6 G	Ollamid	POM – C	PET	PET – GL
Trockenlauf	0,06	0,12	0,06	0,06	0,13	0,08	0,12	0,08	0,08	0,37
kontinuierliche Schmierung	0,30	0,30	0,30	0,30	0,50	0,45	0,45	0,45	0,45	0,50



Unsere spangebenden Bearbeitungsmöglichkeiten:

- CNC-Fräsmaschinen bis Arbeitsbereich 3000 x 1000 mm
- 5-Achsen CNC-Fräsmaschinen
- CNC-Drehmaschinen bis \varnothing 1560 mm und 2000 mm Länge
- konventionellen Drehautomaten bis \varnothing 100 mm Spindeldurchlaß
- CNC-Drehautomaten bis \varnothing 100 mm Spindeldurchlaß
- Verzahnungen ab Modul 0,5 bis \varnothing 1500 mm
- Tischfräsen
- Kreissägen bis 170 mm Schnittstärke und 3100 mm Schnittlänge
- Vierseitenhobel bis 125 mm Dicke und 225 mm Breite
- Dickenhobel bis 230 mm Dicke und 1000 mm Breite



Wir verarbeiten:

- Polyamid
- Polyacetal
- Polyethylenterephthalat
- Polyethylen 1000
- Polyethylen 500
- Polyethylen 300
- Polypropylen
- Polyvinylchlorid (hart)
- Polyvinylidenfluorid
- Polytetrafluorethylen
- Polyetheretherketon
- Polysulfon
- Polyetherimid

- PA
- POM
- PET
- PE-UHMW
- PE-HMW
- PE-HD
- PP-H
- PVC-U
- PVDF
- PTFE
- PEEK
- PSU
- PEI

Beispiele für Konstruktionsteile:

- Seil- und Laufrollen
- Führungsrollen
- Umlenkrollen
- Gleitlager
- Gleitplatten
- Gleitleisten
- Zahnräder
- Kettenräder
- Bewegungsmuttern
- Einlaufbögen
- Einlaufsterne
- Einlaufschnecken
- Bogenführungen
- Dosierscheiben
- Kurvenscheiben
- Verschraubungen
- Dichtungen
- Schaugläser
- Ventilgehäuse
- Gerätegehäuse
- Spulenkörper
- Vakuumleisten/-platten
- Abstreiferleisten
- Stanzunterlagen

Hinweise zum Gebrauch

Alle Berechnungen, Ausführungen sowie technischen Angaben dienen nur zur Information und Beratung und entbinden nicht von der eigenen Prüfung hinsichtlich der Eignung der Werkstoffe für konkrete Anwendungsfälle. Aus dem Inhalt dieser Arbeitsunterlage können keine rechtsverbindlichen Zusicherungen von Eigenschaften und / oder Ergebnissen aus den Berechnungen abgeleitet werden. Die angegebenen Werkstoffkennwerte sind nicht als verbindliche Mindestwerte sondern als Richtwerte zu verstehen und wurden, wenn nicht ausdrücklich anders angegeben, mit genormten Prüfkörpern bei Raumtemperatur und 50 % relativer Luftfeuchte ermittelt. Die Entscheidung, welcher Werkstoff für einen konkreten Anwendungsfall verwendet wird, sowie die Verantwortung für die daraus hergestellten Teile obliegen dem Anwender. Wir empfehlen daher vor dem Serieneinsatz einen Eignungsnachweis durch einen praktischen Versuch.

Irrtümer und Änderungen hinsichtlich des Inhalts der Arbeitsunterlage bleiben ausdrücklich vorbehalten.

Die jeweils aktuelle Version, in der alle Änderungen und Ergänzungen berücksichtigt sind, erhalten Sie als PDF-Download im Internet unter www.licharz.de.

© Copyright by Licharz GmbH, Deutschland

Literaturverweis

Für die Erstellung der Arbeitsunterlage „Konstruieren mit Kunststoffen“ wurde folgende Literatur hinzugezogen:

Ebeling, F.W. / Lüpke, G. Schelter, W. / Schwarz, O.	Kunststoffverarbeitung; Vogel Verlag
Biederbick, K.	Kunststoffe; Vogel Verlag
Carlowitz, B.	Kunststofftabellen; Hanser Verlag
Böge, A.	Das Techniker Handbuch; Vieweg Verlag
Ehrenstein, Gottfried W.	Mit Kunststoffen Konstruieren; Hanser Verlag
Strickle, E. / Erhard G.	Maschinenelemente aus thermoplastischen Kunststoffen Grundlagen und Verbindungselemente; VDI Verlag
Strickle, E. / Erhard G.	Maschinenelemente aus thermoplastischen Kunststoffen Lager und Antriebselemente; VDI Verlag
Erhard, G.	Konstruieren mit Kunststoffen; Hanser Verlag
Severin, D.	Die Besonderheiten von Rädern aus Polymerwerkstoffen; Fachbericht TU-Berlin
Severin, D. / Liu, X.	Zum Rad-Schiene-System in der Fördertechnik, Fachbericht TU-Berlin
Severin, D.	Lehrunterlage Nr. 701, Pressungen
Liu, X.	persönliche Mitteilungen
Becker, R.	persönliche Mitteilungen
VDI 2545	Zahnräder aus thermoplastischen Kunststoffen; VDI Verlag
DIN 15061 Teil 1	Rillenprofile für Seilrollen; Beuth Verlag
DIN ISO 286	ISO-System für Grenzmaße und Passungen; Beuth Verlag
DIN ISO 2768 Teil 1	Allgemeintoleranzen; Beuth Verlag
DIN ISO 2768 Teil 2	Allgemeintoleranzen für Form und Lage; Beuth Verlag

Für weitere Informationen stehen zusätzliche Unterlagen zur Verfügung.
Bitte fordern Sie an:

- Lieferprogramm Halbzeuge
- Broschüre „Fertigungsspektrum Konstruktionsteile“

oder besuchen Sie uns unter www.licharz.de im Internet.



Licharz GmbH
Industriepark Nord
D-53567 Buchholz
Deutschland
Telefon: ++49 (0) 26 83-977 0
Telefax: ++49 (0) 26 83-977 111
Internet: www.licharz.de
E-Mail: info@licharz.de

Branch offices:
Licharz Ltd.
Daimler Close
Royal Oak Industrial Estate
Daventry, NN11 8QJ
Great Britain
Phone: ++44 (0) 1327 877 500
Fax: ++44 (0) 1327 877 333
Internet: www.licharz.co.uk
E-Mail: sales@licharz.co.uk

Schutzgebühr 18,- €