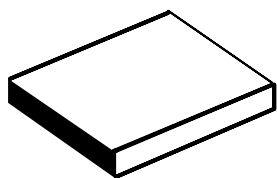
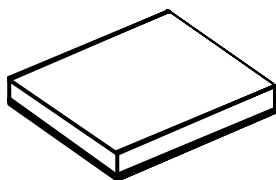




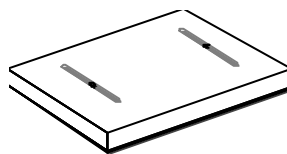
Wolf



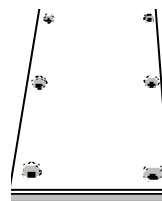
Platten,Plattenzuschnitte



Gleitbahnbeläge



Gleitführungen



Verbundleisten

hochbelastbare und trockenlaufende
Gleitführungen aus ZEDEX 100
für Umformmaschinen

Inhaltsverzeichnis			ZEDEX 100
1.	Eigenschaften von ZEDEX 100	Seite 3	ZEDEX 100
1.1.	Eigenschaftsvergleich von Gleitführungswerkstoffen	Seite 4	
2.	Lieferprogramm für Gleitführungen	Seite 5	Liefer- programm
3.	Erprobung neuer Führungswerkstoffe von Umformmaschinen	Seite 6	
3.1.	Sonderdruck	Seite 7 - 14	
3.2.	Ergebnisse der Praxiserprobung	Seite 15 - 16	Forschung
4.	Konstruktionshinweise		
4.1.	Statische Belastbarkeit	Seite 17 - 18	
4.2.	Dynamische Belastbarkeit	Seite 19	Konstruktion
4.3.	Reibung und Schmierung	Seite 19 - 22	
4.4.	Verschleiß und Einlaufverhalten	Seite 23 - 24	
4.5.	Präzision und Führungsspiel	Seite 24	Platten
4.6.	Verhalten bei Umwelteinflüssen / Chemikalieneinflüssen	Seite 25 - 27	
4.7.	Physiologische Unbedenklichkeit	Seite 28	
4.8.	Befestigung von Gleitführungen	Seite 29	Gleitbahn- beläge
4.9.	Klebeanleitung für Umgebungstemperaturen von +10°C bis +60°C	Seite 30 - 34	
4.10.	Klebeanleitung für Umgebungstemperaturen von -30°C bis +80°C	Seite 35 - 39	
4.11.	Allgemeiner Hinweis	Seite 39	Gleit- führungen
4.12.	Spanabhebende Bearbeitung von ZEDEX 100	Seite 40 - 43	
5.	Standard-Platten aus ZEDEX 100	Seite 44	Verbund- leisten
6.	Standard-Gleitbahnbeläge aus ZEDEX 100	Seite 45	
7.	Gleitführungen nach Kundenzeichnungen aus ZEDEX 100	Seite 46	Preisliste
8.	Verbundleisten aus ZEDEX 100 / Stahl	Seite 47	
9.	Preisliste für Halbzeuge aus ZEDEX 100	Seite 48	Liefer- bedingungen
10.	Verkaufs- und Lieferbedingungen	Seite 49	
Anlagen: Anfragevordruck für Verbundleisten Anfragevordruck für Platten- und Gleitbahnbelagzuschnitte			
GF_V9_D 12/2004			

1.Eigenschaften von ZEDEX 100

ZEDEX 100 ist eine hochwertige Kunststofflegierung auf thermoplastischer Basis mit hervorragenden tribologischen Eigenschaften bei Trockenlauf, und ist insbesondere bei den unterschiedlichsten Anwendungsfällen deswegen so erfolgreich, weil die Kombination seiner hervorragenden Eigenschaften einen „Allround-Werkstoff“ ergibt. (s. Tabelle Seite 4)

Dieser Werkstoff wurde vor mehr als 25 Jahren entwickelt, und entspricht heute noch immer dem neusten Stand der Technik. Die Kenntnisse über die technischen Eigenschaften und über die Anwendungsmöglichkeiten sind sehr hoch, so dass sehr häufig keine aufwendigen Versuche durchzuführen sind, um den Werkstoff erfolgreich einsetzen zu können.

Grundsätzlich sind drei verschiedene Zusammensetzungen lieferbar:

ZEDEX 100 A für höchste Zähigkeit, hohe Elastizität und niedrigen Preis

ZEDEX 100 K für höchste mechanische Beanspruchung

ZEDEX 100 MT für Spritzgußverarbeitung und höherer Temperaturfestigkeit

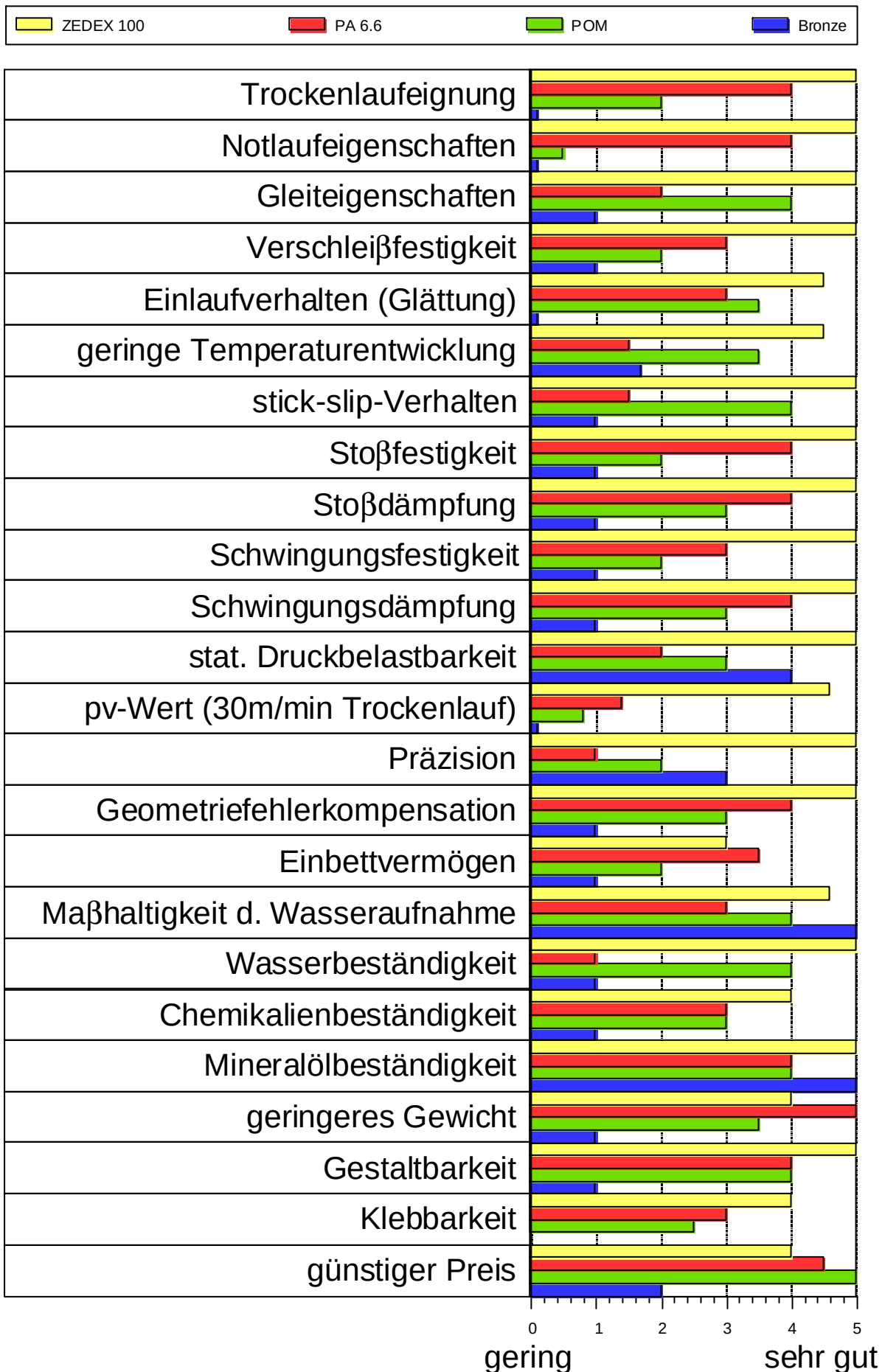
Halbzeuge aus ZEDEX 100 werden grundsätzlich in der Zusammensetzung „ K „ geliefert.

Tabelle 1

	DIN/VE	ISO/IEC	ASTM	Einheit	ZX-100A	ZX-100K	ZX-100MT
Dichte	53479	1183	D 792	kg/dm ³	1.3	1.35	1.75
Zug-E-modul	53457	R527	D638-1	N/mm ²	2200	2500	5000
Zugfestigkeit	53455	R527	D638-1	N/mm ²	50	65	72.4
Reißfestigkeit	53455	R527	D638-1	N/mm ²	46.7	-	-
Streckspannung	53455	R527	D638-1	N/mm ²	50	-	72.5
Reißdehnung	53455	R527	D638-1	%	330	60	36
Dehnung bei Streckspannung	53455	R527	D638-1	%	3.6	-	-
Biegemodul	53454	178	D790	N/mm ²	2080	2000	2400
Biegefestigkeit	53452	178	D790	N/mm ²	70	85	85
Dehnung bei Biegespannung	53452	-	-	%	5.0	-	-
Quetschspannung	53454	-	D695	N/mm ²	74	82.5	77
Spannung bei 1% Verformung	53444	-	-	N/mm ²	110	-	-
Schlagzähigkeit Charpy	53453	R179	-	J/m ²	kein Bruch	kein Bruch	20000
Kerbschlagzähigkeit Izod gekerbt	53453	R179	-	J/m ²	16400	6000	2000
Kerbschlagzähigkeit Izod gekerbt	-	R180/1A	-	J/m ²	11000	4000	800
Kugeldruckhärte H358/30	53456	-	-	N/mm ²	92	136	153
Kugeldruckhärte H961/30	53456	-	-	N/mm ²	-	-	220
Rockwell-Härte Skala M	-	-	D785	-	110	50	-
Shore-Härte Skala A	53505	R868	-	-	97	-	-
Shore-Härte Skala D	53505	R868	-	-	74	70	-
Wasseraufnahme 24h in Wasser mit 20°C.	53495	R62	D570	%	0.35	0.3	0.2
Wasseraufnahme bei Sättigung bei 65% r.F.	53495	R62	D570	%	0.75	0.7	0.5
Schmelzpunkt	53738	-	-	°C	255	255	255
Glasübergangstemperatur	-	-	-	-	-	73	-
Thermischer Längenausdehnungskoeffizient	53752	-	D696	K · 10 ⁻⁵	8	7	5.5
Formbeständigkeitstemperatur(1.8MPa)	53461	75	D648	°C	69	75	95
Wärmeleitfähigkeit	52612	-	C177	W/(m·K)	0.22	0.24	0.28
Spez. Wärmekapazität	-	-	C351	kJ/(kg·K)	1.4	1.5	1.8
Brandverhalten(3,2mm) UL94	-	-	-	-	94HB	94HB	94HB
Sauerstoffindex	-	-	D2863	-	21	21	21
Oberflächenwiderstand	53482	93	D257	Ω	10 ¹²	-	10 ¹⁴
Durchschlagsfestigkeit	53481	243	D149	kV/cm	-	-	-
Physiologische Unbedenklichkeit	BGA/FDA	-	-	-	ja	ja	ja

ω	Lieferbedingungen	Preisliste	Verbundleisten	Gleitführungen	Gleitbahnbeläge	Platten	Konstruktion	Forschung	Lieferprogramm	ZEDEX 100
---	-------------------	------------	----------------	----------------	-----------------	---------	--------------	-----------	----------------	-----------

1.1.Eigenschaftsvergleich von Gleitführungswerkstoffen



ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

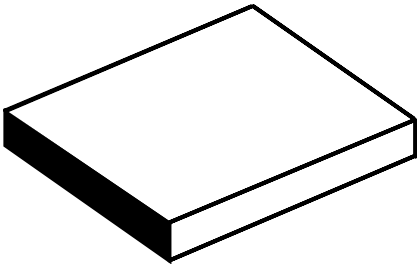
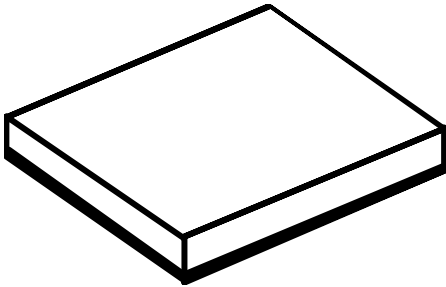
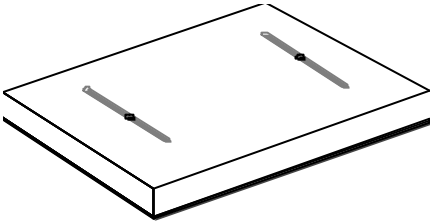
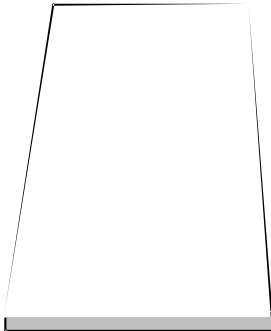
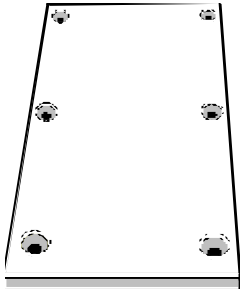
Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

4

2. Lieferprogramm für Gleitführungen		ZEDEX 100
Platten: aus ZEDEX 100K in Standardabmessungen, für die Bearbeitung durch den Kunden. Siehe Seite 39 Plattenzuschnitte: aus ZEDEX 100K in beliebigen Abmessungen. Siehe Anlage Anfragevordruck für Plattenzuschnitte		Lieferprogramm
Gleitbahnbeläge: aus ZEDEX 100K in Standardabmessungen. Die Unterseite ist zum Kleben vorbereitet. Siehe Seite 40 Zuschnitte: siehe Anlage Anfragevordruck für Gleitbahnbeläge		Forschung
Fertige Gleitführungen aus ZEDEX 100K nach Kundenzeichnung: - für Klebeverbindung oder - für Schraubverbindung wahlweise möglich. - mit Nutenstruktur - oder andere Sonderwünsche		Konstruktion
Verbundleisten aus ZEDEX 100K und Stahl nach Kundenzeichnung für die Befestigung durch Schweißen: - für die Befestigung durch Schweißen (kostengünstig) - zum Erreichen höchster Präzision keine Nacharbeit erforderlich - für höhere Temperaturbereiche - für höhere Druckbelastbarkeit - keine Klebearbeiten erforderlich - mit Nutenstruktur und anderen Sonderwünschen Siehe Seite 42		Platten
Verbundleisten aus ZEDEX 100K und Stahl nach Kundenzeichnung für die Befestigung durch Schrauben: - für schnellen Austausch - zum Erreichen höchster Präzision - keine Nacharbeit erforderlich - keine Klebearbeiten erforderlich - höhere Druckbelastbarkeit - für höhere Temperaturbereiche - mit Nutenstruktur und anderen Sonderwünschen		Gleitbahnbeläge
		Gleitführungen
		Verbundleisten
		Preisliste
		Lieferbedingungen
		5

3. Erprobung neuer Führungswerkstoffe von Umformmaschinen

Aufgrund der hervorragenden Allround-Eigenschaften wurde ZEDEX 100K durch das Institut für Umformtechnik Hannover, in einer vom Verband der deutschen Werkzeugmaschinenfabriken beauftragten Untersuchung, geprüft und erprobt.

Die Untersuchung gliedert sich in zwei Teile:

1. Prüfstandsversuche zur Auswahl neuer Führungswerkstoffe an hochbelastbaren Umformmaschinen. (AIF 7477) Siehe Sonderdruck

2. Erprobung ausgewählter neuer Führungswerkstoffe von Umformmaschinen unter Praxisbedingungen. (VDW 0520)

Die Ergebnisse von ZEDEX 100K sind im Teil 1 und auch im Teil 2 durchweg positiv. Als die beiden Einzigen der getesteten Werkstoffe erreichten nur ZEDEX 100K und ZEDEX 324 das Ziel für den Trockenlauf geeignet zu sein. Diese Trockenlaufeigenschaften waren bei ZEDEX 100K so gut, dass ZEDEX 100K im ungeschmierten Dauerbetrieb erprobt wurde.

Dabei erwies sich ZEDEX 100K als hervorragend geeignet für trockenlaufende Gleitführungen.

Um Ihnen die Erkenntnisse zur Verfügung zu stellen, und die Leistungsfähigkeit von ZEDEX 100K zu belegen, befindet sich auf den folgenden Seiten ein Sonderdruck mit den Ergebnissen des 1. Teils der Untersuchung (Seiten 7-13).

Die Zusammenfassung der Ergebnisse des 2. Teils "Erprobung ausgewählter neuer Führungswerkstoffe von Umformmaschinen unter Praxisbedingungen" befindet sich in ungekürzter Form hinter dem Sonderdruck auf den Seiten 15-16.

Für besonders Interessierte ist bei uns auch der komplette Untersuchungsbericht erhältlich.

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen



Eckart Doege
Heinz-Jörg Schmidt

Erprobung neuer Führungswerkstoffe für Stoßführungen von Umformmaschinen

Sonderdruck aus der Fachzeitschrift Blech Rohre Profile 38 (1991) 7/8, Meisenbach GmbH, D-8600 Bamberg

Erprobung neuer Führungswerkstoffe für Stoßführungen von Umformmaschinen

Eckart Doege
Heinz-Jörg Schmidt

Prof. Dr. Ing. Eckart Doege ist Direktor des Instituts für Umformtechnik und Umformmaschinen an der Universität Hannover, Dipl.-Ing. Heinz-Jörg Schmidt ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am selben Institut. Die durchgeführten Untersuchungen wurden mit Mitteln der Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen e.V. (AiF) gefördert und durch den Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V. (VDW) betreut.

1 Ausgangssituation

Umformprozesse stehen in zunehmendem Maße in Konkurrenz zu den spanenden Fertigungsverfahren. Eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von spanlosen Formgebungsverfahren ist zum einen durch eine Erhöhung der Ausbringung und Verringerung der Maschinenstillstandszeiten und zum anderen durch Einsparung spanender Nachbearbeitung möglich. Das Vermeiden von Nachbearbeitung, das heißt, die Fertigung paßgenauer, einbaufertiger Teile wird in der Umformtechnik einen immer höheren Stellenwert einnehmen.

Die Forderung nach einer wirtschaftlichen Herstellung von Werkstücken mit hoher Genauigkeit und gleichbleibender Qualität stellt erhebliche Anforderungen an das System Maschine-Werkzeug. Zu den wichtigsten Bauelementen, durch die die Arbeitsgenauigkeit und das Leistungsvermögen einer Maschine erheblich beeinflusst werden können, gehören die Führungen. Die häufig verwendeten hydrodynamischen Gleitführungen werden in nahezu allen Umformmaschinen eingesetzt.

Grundsätzlich besteht die Aufgabe von Geradführungen in Werkzeugmaschinen darin, bestimmte Bewegungen in definierten Richtungen genau auszuführen ohne eigenständige Verschiebungen der geführten Bauteile zuzulassen. Bezogen auf den Bereich der Stoßführungen in Umformmaschinen bedeutet dies eine lagegenaue Führung des am Stoßel befestigten Oberwerkzeuges gegenüber dem Unterwerkzeug. Prozeß- und Massenkkräfte, die während des Arbeitshubs auf den Stoßel einwirken, führen zu einer Abweichung der tatsächlichen Stoßelbewe-

gung von der idealen Bewegung. Von besonderem Einfluß sind in diesem Zusammenhang die beispielsweise durch die Anordnung mehrerer Werkzeuge im Arbeitsraum der Maschine hervorgerufenen außermittigen Belastungen, die zu erheblichen horizontalen Kräften führen können [1]. Hierdurch kommt es zu sehr großen Flächenpressungen (Kantenpressungen) in den Stoßführungen und zu Kippungen des Stoßels (Bild 1). Die einwirkenden Pressungen können dabei um den Faktor 10 über denen von zerspanenden Maschinen liegen. Unter ungünstigen Betriebsbedingungen können Flächenpressungen bis zu 100 N/mm^2 auftreten. Diese örtlich sehr hohen Belastungen beeinträchtigen die Tragfähigkeit des Schmierfilms und führen durch unerwünschte Reibungszustände zu einem erhöhten Verschleiß der Gleitführungsmaterialien.

Die kurze, sich ständig wiederholende, stoßartige Belastung der Führungen sowie die Richtungsänderung im unteren Umkehrpunkt des Stoßels unter hohen Lasten sind allein für Umformmaschinen typisch. In Verbindung

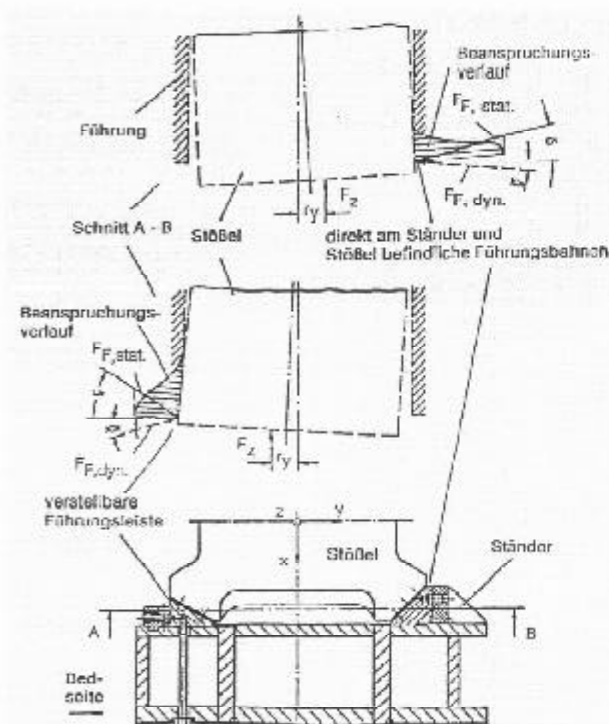
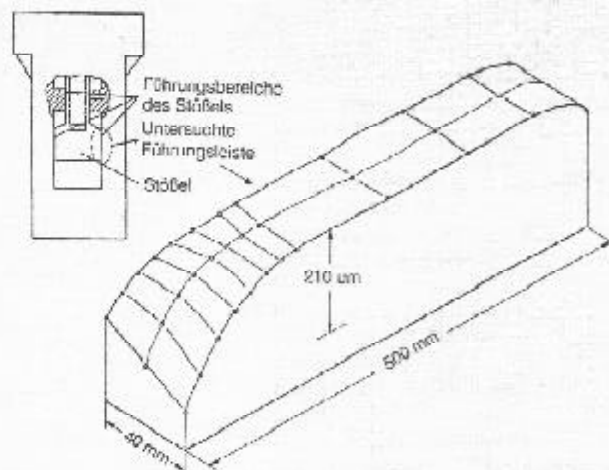


Bild 1. Beanspruchungsverlauf einer Maschinenführung unter verschiedener Führungsanordnung [1]

Bild 2. Vermessene Kontur der hinteren Führungseile einer Spindelpresse (Gleitmaterial: Bronze)



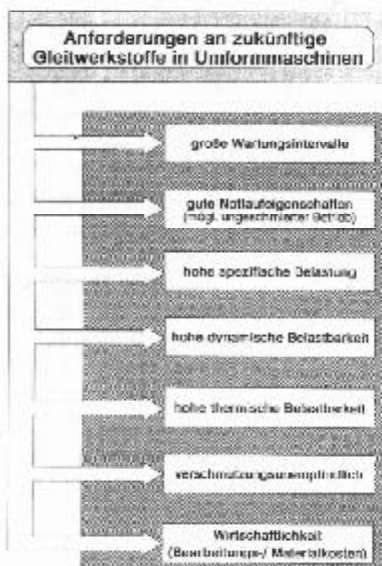


Bild 3. Zielsetzungen für Gleitwerkstoffe in Umformmaschinen

mit der im allgemeinen geringen Stoßgeschwindigkeit können die impulsförmigen Belastungen zu Störungen des Schmierfilms und damit zu unerwünschten Reibungszuständen (Mischreibung) und ungleichmäßigem Materialverlust durch Verschleiß führen. Hierdurch verändert sich mit zunehmender Betriebsdauer das Führungsspiel, die Arbeitsgenauigkeit wird erheblich beeinträchtigt und als Ergebnis können unerwünschte Maßschwankungen am Umformprodukt auftreten. Beispielhaft zeigt Bild 2 hierzu eine Führungsleiste aus Bronze, die nach rund 800 Betriebsstunden in einer Spindelpresse vermessen wurde. Zur Erfüllung der Qualitätsforderungen ist daher – abhängig vom Verschleiß – ein häufiges Nachstellen der Führung erforderlich. Im ungünstigen Fall kommt es durch Freßerscheinungen zu einem vorzeitigen Ausfall. Zudem führen die durch Mischreibung auftretenden hohen Reibwerte zu Energieverlusten und verringern den Wirkungsgrad des Antriebs.

2 Anforderungen an Gleitführungswerkstoffe

Anforderungen und Betriebsbedingungen für Stoßführungen in Umformmaschinen, speziell für Gleitführungen, lassen sich wie folgt definieren (Bild 3).

Neben der Realisierung eines geringen Führungsspieles, ist ein

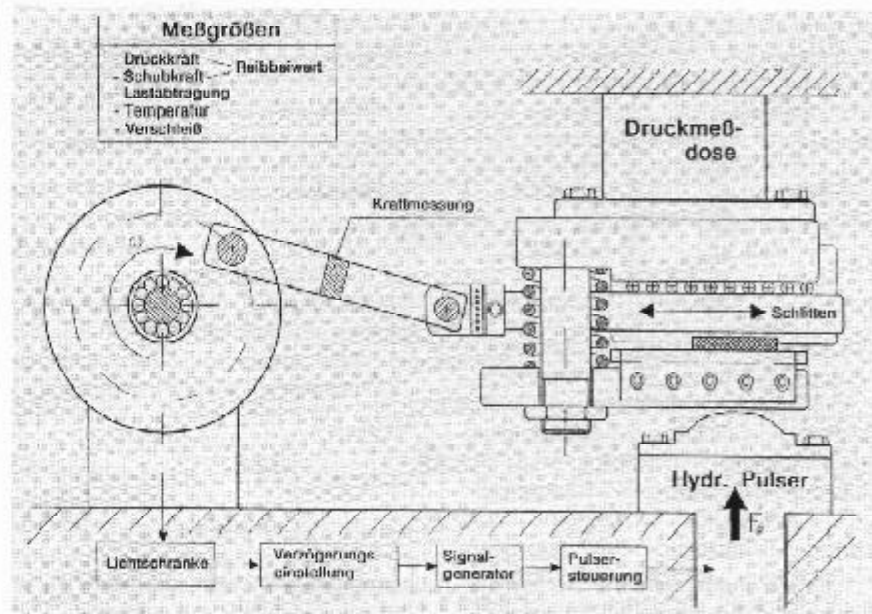


Bild 4. Prüfeinrichtung für Gleitleisten mit unsymmetrischer Lasteinleitung durch hydraulischen Pulser

reibungsarmer und möglichst verschleißfreier Betrieb der Führung anzustreben. Hierzu ist eine sichere Werkstoff- und Schmierstoffauswahl erforderlich. Eng verbunden damit ist die Forderung nach Wartungsfreiheit oder nach großen Wartungsintervallen zwischen notwendigen Führungsspielkorrekturen, besonders im Langzeitbetrieb. Um die durch außerordentliche Maschinenbelastungen hervorgerufenen Horizontalkräfte aufzunehmen, ist eine Eignung des Gleitwerkstoffes für hohe dynamische Belastungen erforderlich. Bei hohen Hubzahlen ist zudem eine gute Wärmeabfuhr aus dem Führungsbereich sicherzustellen.

Wichtig für einen Gleitwerkstoff ist die Unempfindlichkeit gegenüber Schmutzeinwirkung. Ein hohes Einbettungsvermögen des Werkstoffs verhindert die vorzeitige Zerstörung der Gleitflächen durch Abrasion. Ein Versagen der Führungswerkstoffe durch harte Fremdpartikel im Führungsspalt kann damit verhindert werden. Neben dem verschleißarmen Betrieb mit ausreichender Schmierstoffmenge zwischen den Reibflächen, besteht die Forderung nach guten Notlauf Eigenschaften der Führungswerkstoffe. Anzustrebendes Ziel ist ein möglichst unschädlicher Trockenlauf bei unmittelbarer Festkörperberührung auch über längere Zeiträume. Hierfür sind Kunststoffe (Polymerwerkstoff) eher geeignet, da bei rein metallischen Partnern stets mit der Möglichkeit von Kaltver-

schweißungen (Fressen) der Bewegungspartner gerechnet werden muß [3].

Für die Wirtschaftlichkeit einer Gleitführungsanordnung sind nicht nur die reinen Materialkosten interessant, immer sind auch mit der Bearbeitung und der Befestigung des Gleitwerkstoffes beträchtliche Kosten verbunden. Diesen genannten Zielsetzungen stehen im Bereich der Umformmaschinen die eingangs erwähnten Betriebsprobleme wie hohe Flächenpressung und ungleichmäßiger Führungsverschleiß gegenüber, die den Einsatz eines Werkstoffes als Gleitführungswerkstoff behindern können.

3 Prüfstand zur Gleitleistenuntersuchung

Zur Untersuchung der Eignung und des Betriebsverhaltens der in Frage kommenden Gleitwerkstoffe wurde am Institut für Umformtechnik und Umformmaschinen in Hannover ein spezieller Versuchsstand als Prüfeinrichtung entwickelt, der die charakteristischen Betriebsverhältnisse von Stoßführungen in Umformmaschinen wie

- hohe Flächenpressung (Kantenpressung),
 - kurze impulsförmige Belastung,
 - sinusförmige Stoßgeschwindigkeit mit Richtungsumkehr,
 - Belastungsmaximum kurz vor Richtungsumkehr
- wirklichkeitsnah simuliert.

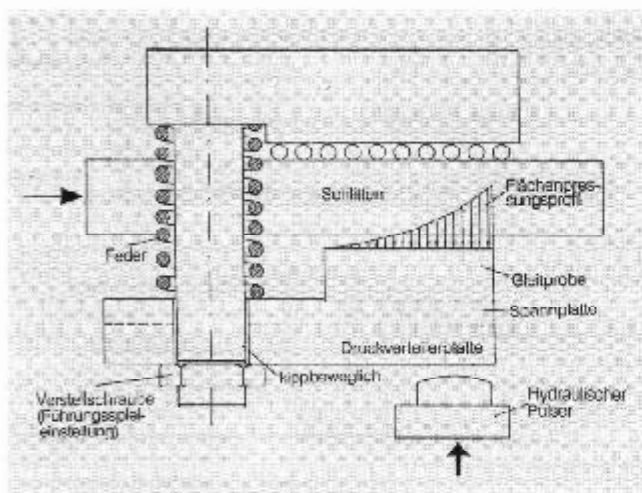


Bild 5.
Prinzipskizze der
Belastungsein-
richtung mit dem
Belastungsprofil
der Gleitprobe

Durch implementierte Meßsen-
sorik werden die aktuellen Belastungs-
und Betriebsparameter erfasst (Bild 4).

Der Versuchsstand ermöglicht die
Variation der Betriebsparameter:

- Gleitleisten-Versuchswerkstoff;
- Werkstoff der Gegengleitfläche
(Reihpartner);
- Schmierstoffeinsatz;
- Belastungshöhe und Kraftverlauf;
- Außermittigkeit der Kraftein-
leitung;
- Belastungsdauer;
- Gleitgeschwindigkeit und
Führungsspiel.

Die Grundbausteine des Gleitleisten-
Prüfstandes bilden eine hydraulische
Pulseinrichtung mit Steuerschrank,
eine Belastungssimulationseinrichtung
und eine Antriebseinheit zur Erzeu-
gung der Gleitbewegung.

Der hydraulische Pulsor besteht
aus einem in der Höhe verstellbaren
Viersäulen-Gestell mit zentrisch ange-
ordneter Krafteinleitung über einen
Hydraulikzylinder. Die Krafteinleitung
wird frequenzgesteuert und er-
folgt impulsartig. Eine im Obergestell
eingebaute Kraftmeßdose überwacht
die erzeugte Belastung.

Kernstück des gesamten Prüf-
standes ist die speziell für die Ei-
gnungsversuche entwickelte Einrich-
tung zur Erzeugung einer realitätsnahen
unsymmetrischen Führungsbelastung
(Bild 5). Diese Vorrichtung ermöglicht
die Untersuchung von Gleitleisten un-
ter extremen Belastungen im Dauer-
versuch. In der Belastungseinrichtung
wird die Gleitleiste des zu unter-
suchenden Werkstoffes auf einer Druck-
verteilerplatte befestigt. Durch eine
spezielle Einspannung dieser Platte ist
es möglich, die charakteristischen Flä-

chenpressungen von Führungen in
Umformmaschinen zu erzeugen. Die
Druckverteilerplatte ist an einem Ende
durch zwei Schraubendruckfedern und
Verstellbolzen verspannt, jedoch kipp-
beweglich zum ortsfesten Versuchs-
stand ausgeführt. Im Bereich der
Krafteinleitung am freien Ende der
Platte wird die zu untersuchende Gleit-
leiste befestigt. Hier erfährt die Gleit-
leiste die vorgewählte Kraft des Pul-
sers. Dagegen wird im Bereich der
Druckfedern die Pulsorkraft fast voll-
ständig kompensiert, das heißt, daß in
diesem Bereich die Belastung der Pro-
ben annähernd Null ist. Diese unsym-
metrische Lasteinleitung ist kennzeich-
nend für die real auftretenden Bela-
stungen an Stößelführungen.

Um den Probenausbau zu erleich-
tern, ist die Druckplatte mit einem
Kassettensystem für den Probenwech-
sel ausgerüstet. Beim Ausbau wird je-
weils nur die Aufspannplatte gelöst,
nicht aber die Gleitleiste selbst. Da
sich die Aufspanverhältnisse nicht än-
dern, ermöglicht diese Konstruktion
eine genauere Vermessung der Ober-
flächenkennwerte und -kontur der rela-
tiv kleinen und dünnen Proben.

Die translatorische Bewegung des
Pressenstößels wird durch einen hori-
zontal geführten Schlitten simuliert,
der von einem Kurbelbetrieb bewegt
wird und die Gegengleitbahn auf-
nimmt. Als Reihpartner der neuen
Werkstoffe diente bei sämtlichen Ver-
suchen eine gehärtete Stahl-Gleit-
leiste (Werkstoff: 90 Mn Cr V8).

Zur Durchführung der Unters-
uchungen und Charakterisierung der
Belastungs- und Betriebsverhältnisse
der jeweiligen Gleitleiste wurden an
dem Versuchsstand in regelmäßigen
Abständen

- die normal zur Gleitwerkstoffober-
fläche einwirkende Belastungs-
kraft,
- die axial wirkende Reibkraft,
- die Temperatur an der Berührflä-
che der Gleitpartner und
- der Gleitweg

gemessen. Aus den ermittelten Kräften
wurde als Kenngröße der Reibungskoeffi-
zient μ berechnet.

Nach einer definierten Anzahl von
Belastungsspielen wurden die Oberflä-
chenkennwerte R_a , R_{qz} , R_s , R_p , R_{p1} be-
stimmt und die Oberflächenkontur der
Gleitbeläge vermessen.

Um die Vergleichbarkeit der er-
mittelten Ergebnisse zu gewährleisten,
wurden bei allen eingesetzten Gleit-
werkstoffen die gleichen Einzelunter-
suchungen durchgeführt. Das gesamte
Versuchsprogramm unterteilt sich ge-
nerell in Testreihen mit und ohne
Schmierstoffeinsatz. Innerhalb beider
Gruppen wurden verschiedene Versu-
che durchgeführt, insbesondere wurde
das Betriebsverhalten über eine große
Anzahl von Belastungsphasen bzw. ei-
nen längeren Zeitraum (Langzeitver-
such) und bei unterschiedlichen Lasten
(Hochlaufversuch) ermittelt.

4 Versuchswerkstoffe

Zur Untersuchung der Eignung als
Führungswerkstoff in Umformmaschi-
nen wurden verschiedene neue oder
neuartige Gleitwerkstoffe auf dem
Prüfstand hinsichtlich ihrer Reibungs-
und Verschleißigenschaften getestet.
Bei den verwendeten Materialien han-
delte es sich um die Werkstoffgruppen
Nichteisen (NE)-Metalle, Kunststoffe,
keramische Werkstoffe sowie um Be-
schichtungen metallischer Trägermate-
rialien (Bild 6).

Bild 6. Untersuchte Gleitwerkstoffe

NE-Metalle	Bronze: Tlg7
Kunststoffe	Thermoplaste: ZX 100 4 mm 8 mm ZX 324 8 mm
Technische Keramik	Alsiat 98.5 (Aluminiumoxid) Y-TZP (Zirkonoxid) MgO-PSZ (Zirkonoxid)
Verbundwerkstoffe	Beschichtungen: Diamantartiger Kohlenstoff Wolframborid

4.1 Bronze

Als NE Werkstoff wurde der häufig verwendete Rotguß Rg7 (G-CuSn7ZnPb) eingesetzt. Dieser mittelharte Werkstoff bietet durch seinen Bleianteil gute Notlaufeigenschaften und damit Vorteile im Mischreibungsgebiet. Er vereinigt gute Laufeigenschaften und ist geeignet für hohe stoßhafte Belastungen [4].

4.2 Beschichtete Werkstoffe

Im Bereich der beschichteten Werkstoffe wurden eine verschleißfeste Wolframkarbidbeschichtung und eine Beschichtung mit diamantartigem Kohlenstoff eingesetzt. Die Herstellung der wolframkarbidbeschichteten Gleitwerkstoffe erfolgte mit Hilfe eines spe-

ziellen Spritz-Beschichtungsverfahrens, bei der der pulverisierte Spritzwerkstoff – im Gegensatz zum thermischen Spritzverfahren – mit extrem hoher Geschwindigkeit in das zu beschichtende Werkstück eingeschossen wird. Der Vorteil dieses Verfahrens besteht in der geringen Temperatur am Trägerwerkstoff (unter 150 °C), die keine thermischen Spannungen, Verzüge oder Gefügeänderungen hervorruft [5, 6]. Für die Eignungsuntersuchungen wurde auf einem gehärteten Grundkörper (55 HRC) aus dem Werkstoff 90 Mn Cr V8 eine rund 60 µm dicke Wolframkarbidschicht mit einem Mittelrauhwert $R_a = 0,05 \mu\text{m}$ aufgebracht.

Bei dem zweiten Beschichtungswerkstoff handelt es sich um eine reibungsmindernde Schicht aus diamant-

artigem Kohlenstoff, die nach dem plasmagestützten CVD-Verfahren (Chemical-Vapor Deposition) auf einen nicht gehärteten Probenträger aus St 50 aufgebracht worden ist. Das zu beschichtende Material bleibt bei diesem Vorgang praktisch kalt [7]. Die Dicke der Kohlenstoffbeschichtung lag bei 2 bis 3 µm.

4.3 Kunststoff-Beläge

Nach einer umfangreichen Analyse der marktsitig verfügbaren Kunststoff-Gleitbeläge wurden als Versuchswerkstoffe für die Eignungsuntersuchungen auf dem Gleitleistenprüfstand zwei thermoplastische Kunststoffe mit den Bezeichnungen ZX 100 und ZX 324 eingesetzt. Diese Kunststoffmaterialien erlauben im Gegensatz zu anderen Gleitbelagstypen einen Einsatz auch bei sehr hohen Flächenpressungen. Weitere Vorteile dieser Werkstoffe sind die Unempfindlichkeit gegenüber Kantendrücken, das Anpassungsvermögen an fehlerhafte Geometrien, die Möglichkeit, harte Fremdpartikel oder Verunreinigungen in der Kunststoffoberfläche einzubetten, die Eignung für einen ungeschmierten Betrieb sowie die relativ geringen Kosten [8, 9].

4.4 Keramische Werkstoffe

Für den Bereich der keramischen Gleitleisten kamen folgende Werkstoffe zum Einsatz: Aluminiumoxidwerkstoff Alsint 98.5, Zirkonoxidwerkstoff TZP (TZP = Tetragonal Zirconia Polycrystals), Zirkonoxidwerkstoff MgO-PSZ (PSZ = Partially Stabilized Zirconia). Werkstoffbedingt weisen Keramiken im allgemeinen außergewöhnliche Festigkeitsstreuungen auf, die auf Werkstoffinhomogenitäten und Volumensowie Oberflächendefekte zurückzuführen sind. Ihre Festigkeiten unterliegen statistischer Verteilung. Die werkstofftypische Sprödigkeit hängt mit dem überwiegend kovalenten oder ionischen Bindungszustand zusammen. Mechanisch oder thermisch hervorgerufene Spannungsspitzen können nicht durch plastische Vorgänge – wie durch das Gleiten von Versetzungen bei Metallen – abgebaut werden, sondern durch Rißbildung und Rißausbreitung. Dieses Verhalten verdeutlicht ein schematisiertes Spannungs-Dehnungs-Diagramm einer typischen dichten Keramik (Bild 7). Im Gegensatz zu den Metallen findet der Bruch im elastischen Bereich statt. Die zugeführte elastische Energie wird bei Keramiken durch Bruch abgebaut [10].

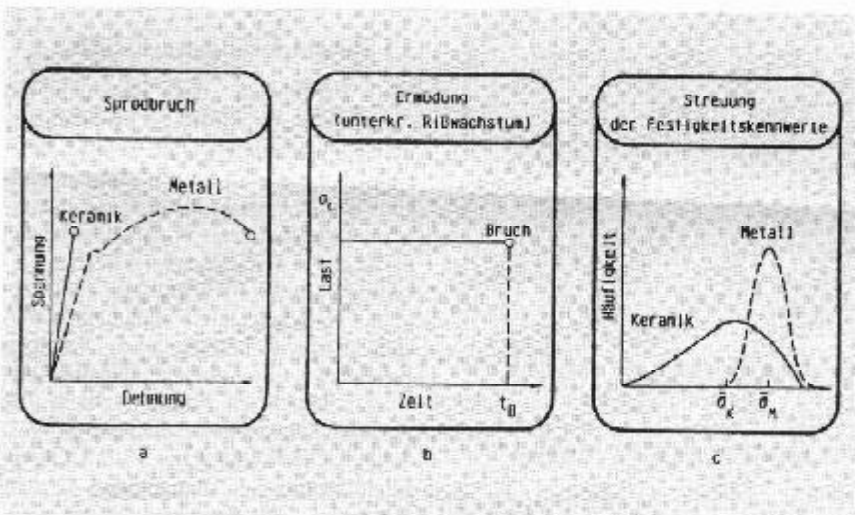
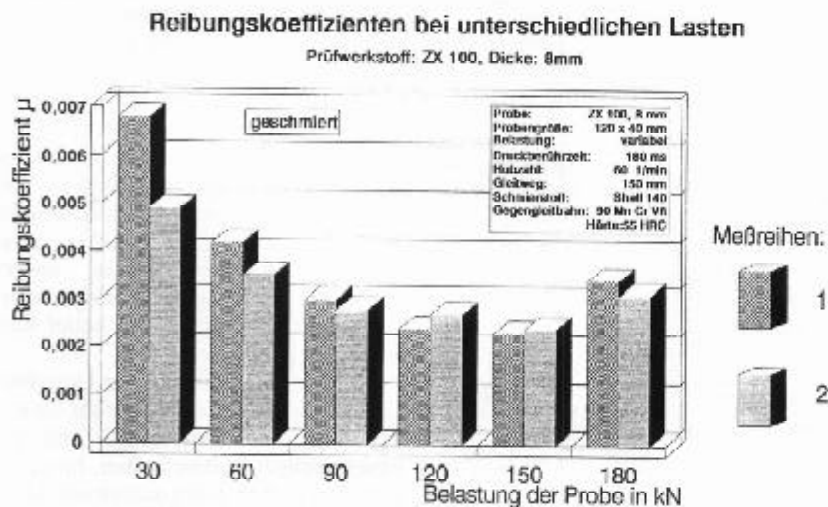


Bild 7. Verhalten keramischer Werkstoffe unter mechanischer Belastung [11]

Bild 8. Reibungskoeffizienten der Kunststoff-Gleitleiste C (ZX 100, 8 mm, geschmiert) bei unterschiedlichen Belastungen



5 Das Betriebsverhalten der Versuchswerkstoffe

Die Untersuchung bei unterschiedlichen Flächenpressungen ergaben für alle auf dem Versuchsstand geprüften Gleitleisten ein einheitliches Verhalten. Bei sämtlichen Gleitproben

konnte bei ansonsten konstanten Versuchsparametern eine Abnahme des Reibungskoeffizienten mit zunehmender Belastung festgestellt werden. Hierbei reduzierte sich der ermittelte Reibkoeffizient auf bis zu 45 bis 70 % des Ausgangsreibwertes (Last: 30 kN). In einigen Fällen kehrte sich

dieser Effekt in höheren Belastungsbe-
reichen (Last: über 90 kN) um, so daß sich belastungsabhängige Reibwert-Minima bilden. Für den Kunststoff-Gleitbelag ZX 100 zeigt dieses Verhalten beispielhaft Bild 8.

Die mit den vorab genannten Gleitwerkstoffen durchgeführten Langzeitversuche unter konstanter Last von 90 kN führten dagegen zu unterschiedlichen Ergebnissen. Während ein Teil der Gleitmaterialien das Versuchsprogramm mit den extremen Belastungen völlig unbeschadet absolvierte, offenbarten andere bereits nach kurzer Zeit unzureichende Reibeigenschaften, zum Teil mit gravierenden Folgen für die Gleitpaarung. Im wesentlichen können die Ergebnisse wie folgt zusammengefaßt werden.

5.1 Beschichtungswerkstoffe

Die Erprobung der beschichteten Gleitwerkstoffe führte zu unterschiedlichen Ergebnissen. Die relativ kostspielige Beschichtung mit diamantartigem Kohlenstoff in Verbindung mit einem ungehärteten Probenträger aus St 50 erwies sich für die extremen Belastungen in Stoßführungen als ungeeignet. Die getesteten Versuchsgleitleisten wurden bereits nach wenigen Lastphasen unter geringen Kräften zerstört. Ursächlich hierfür scheint die geringe Schichtdicke der harten Verschleißschicht von 2 bis 3 μm in Kombination mit der mangelnden Grundhärte des Trägerwerkstoffes zu sein. Hierauf deuten die günstigen Ergebnisse der mit Hilfe eines aufwendigen Beschichtungsverfahrens hergestellten Wolframkarbid-Gleitleisten hin. Bei diesen Leisten wurde die verschleißmindernde Schicht auf einem gehärteten Trägerwerkstoff (55 HRC) aufgebracht. Die erzielte Schichtdicke betrug rund 60 μm . Von den zur Verfügung stehenden Gleitleisten dieses Typs erreichten zwei das Ende des Langzeitversuchsprogramms ohne Beschädigungen (Bild 9), während eine Versuchsprobe nach ungefähr zwei Dritteln der Gesamtdauer ausfiel (Bild 10). Der mittlere Reibungskoeffizient aller Einzelversuche belief sich auf $\mu_m = 0,026$.

Bei der Simulation einer Unterbrechung der Schmierstoffzufuhr zeigte der Werkstoff über lange Zeit ein gleichmäßiges Reibverhalten, für einen ungeschmierten Langzeitbetrieb unter hoher Last erwies er sich jedoch nicht

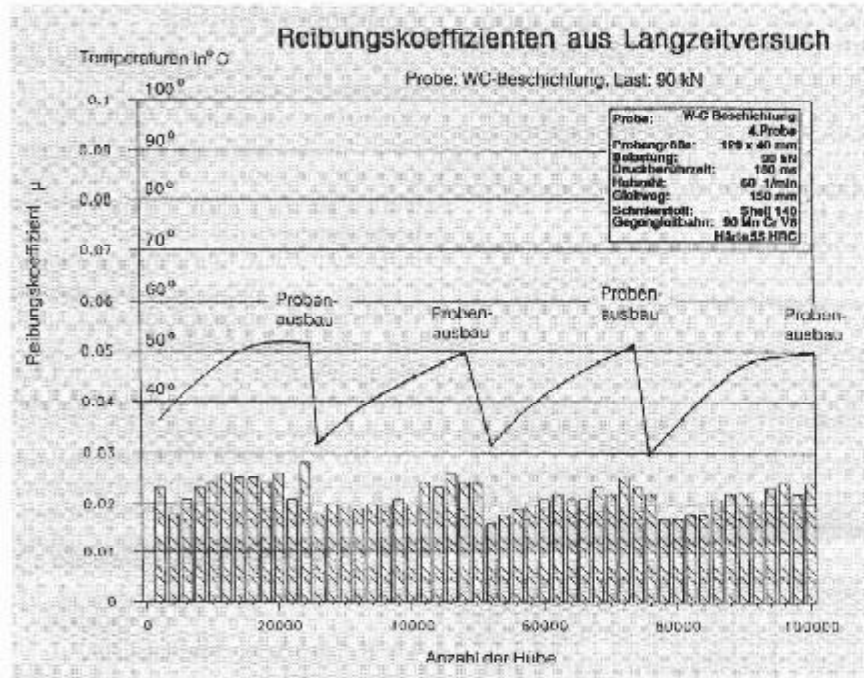
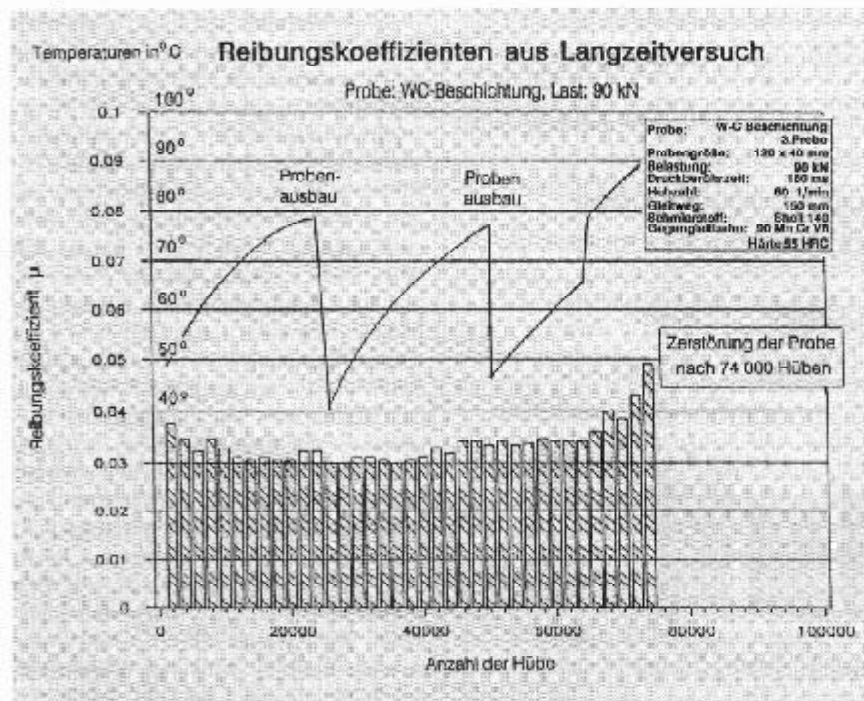


Bild 9. Reibwerte und Temperaturen aus dem Langzeitversuch der Wolframkarbid-Gleitprobe 4

Bild 10. Reibwerte und Temperaturen aus dem Langzeitversuch der Wolframkarbid-Gleitprobe 3



geeignet. Aufgrund der durchgeführten Prüfstandsuntersuchungen ist von einem Einsatz der geprüften diamantartigen Kohlenstoffbeschichtung auf St 50 für hochbelastete Führungsaufgaben abzusehen. Die Wolframkarbidbeschichtung zeigte dagegen gute Notlauf- und Verschleißeigenschaften, die Dauereignung für große Lasten, insbesondere bei hohen Hubzahlen, ist jedoch nicht sichergestellt.

5.2 Kunststoff-Gleitbeläge

Sehr günstig und hinsichtlich ihrer Reibeigenschaften völlig unproblematisch zeigten sich die untersuchten Kunststoff-Gleitleisten aus ZX 100 und ZX 324. Die Ergebnisse der Dauerversuche mit diesen Kunststoffbelägen sind insgesamt sehr positiv zu beurteilen. Die bei 90 kN unter Einsatz von Schmiermitteln gemessenen Reibkräfte

waren gering, der Reibungskoeffizient betrug im Mittel $\mu_m = 0,004$ (Bild 11). Als einzige aller Versuchswerkstoffe erreichten beide Kunststoffvarianten das angestrebte Ziel des «ungeschmierten Dauerbetriebes». Der mittlere Reibbeiwert dieser Langzeit-Trockenläufe betrug hierbei $\mu_m = 0,052$.

Bei den durchgeführten Untersuchungen bezüglich des Reibungsverhaltens zeigten sich zwischen den beiden Werkstoffen ZX 100 und ZX 324 nur sehr geringe Unterschiede. Der im geschmierten Dauerversuch ermittelte mittlere Reibungskoeffizient wies für beide die gleiche Größe aus. Ebenso zeigten beide Varianten insbesondere zu Beginn der Langzeitversuche ein ausgeprägtes Einlaufverhalten mit einer Glättung der Oberflächenrauheiten. Bild 12 verdeutlicht diese Einlaufcharakteristik am Beispiel des Mittenrauhwertes R_a einer Gleitleiste aus ZX 100.

Die ungeschmierten Langzeitversuche erforderten eine modifizierte Befestigung der Kunststoff-Gleitbeläge. Zusätzlich zu der Verklebung ist eine Verschraubung der Beläge vorzusehen, um das Ablösen des Gleitbelags vom Probenträger zu verhindern. Dies führt zwar nicht zu einem Ausfall der Führungen, verschlechtert jedoch das Reibverhalten der Gleitpaarung.

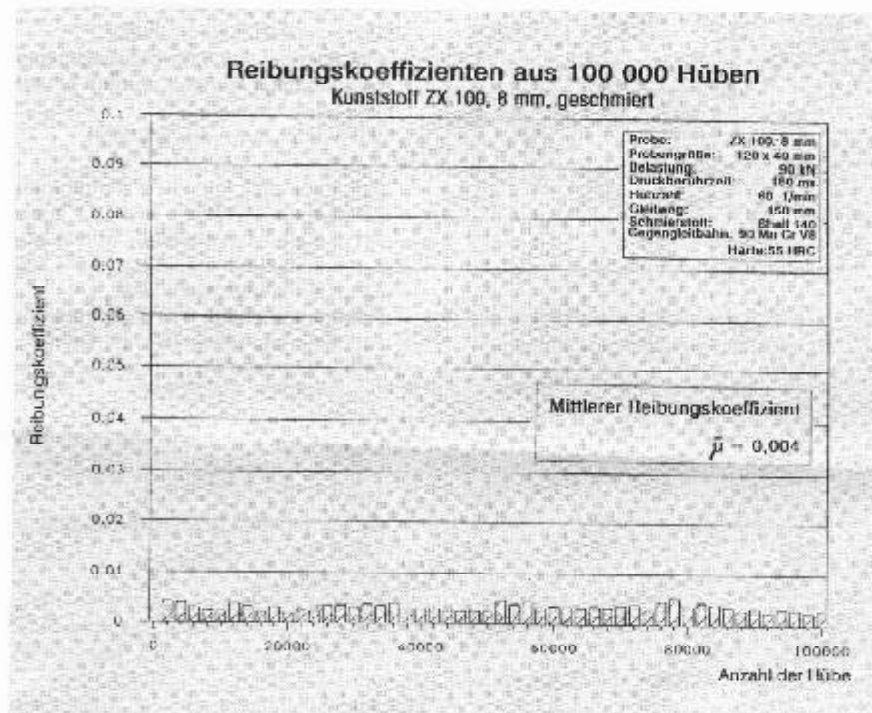
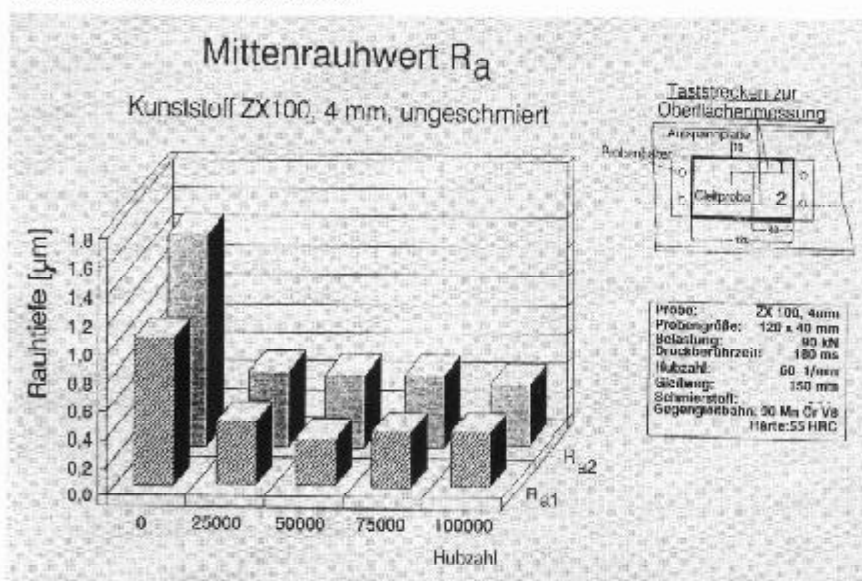


Bild 11. Reibbeiwerte aus dem Langzeitversuch der Kunststoff-Gleitprobe C (ZX 100, 8 mm, geschmiert)

Bild 12. Einlaufverhalten der Kunststoff-Gleitprobe A (ZX 100, 4 mm) gekennzeichnet durch den Oberflächenkennwert R_a



5.3 Keramische Gleitwerkstoffe

Trotz der werkstoffeigenen Sprödigkeit sind auch die Ergebnisse aus den Untersuchungen der keramischen Gleitwerkstoffe insgesamt sehr positiv zu beurteilen. Sie sind jedoch differenziert zu betrachten. Die geschmiert durchgeführten Langzeitversuche mit den Werkstoffen Alsin 98.5 und Y-TZP ergaben sehr geringe Reibungskoeffizienten und verliefen ohne Schäden. Bild 13 zeigt die Ergebnisse der TZP-Keramik aus 100.000 Lasthuben mit einem mittleren Reibungskoeffizienten von $\mu_m = 0,005$. Vorzeitig abgebrochen wurde dagegen die Langzeit-Eignungsprüfung der Gleitleiste mit einem Keramiksegment aus MgO-PSZ, die den hohen Anforderungen nicht gewachsen war und zerstört wurde (Bild 14). Im ungeschmierten Betrieb zeigten sich die Keramikwerkstoffe unter den bekannten Belastungen generell als nicht geeignet.

Neben den sehr geringen Reibungskoeffizienten haben die keramischen Werkstoffe positive Eigenschaften hinsichtlich der Verschleißrate, der

hohen Steifigkeit und des Führungsspiels, das bei den Gleituntersuchungen mit weniger als 0,1 mm gering gehalten werden konnte.

Der Versuch einer ausschließlich keramischen Gleitpaarung mit einer alternativ zu der Stahlgegenleithahn eingesetzte Y-TZP-Keramik als Gegenbahnwerkstoff erwies sich unter den hohen stoßartigen Kräften als ungeeignet.

6 Ausblick

Die durchgeführten Prüfstandsversuche haben insbesondere für den thermoplastischen Gleitbelag ZX 100 und die Zirkonoxid-Keramik Y-TZP zu sehr positiven Ergebnissen geführt. Aus diesem Grund werden diese Werkstoffe im Rahmen eines durch den Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken e.V. (VDW) geförderten For-

schungsvorhabens in einer Maschinenstößelführung unter Praxisbedingungen erprobt. Hierbei wird das Werkstoffverhalten unter den real auftretenden Produktionsbedingungen untersucht werden.

7 Schrifttum

- [1] Teutrine, J.
Untersuchung des Steifigkeitsverhaltens und der Führungsgenauigkeit von Schmiede-Exzenterpressen
Dr.-Ing. Dissertation
Universität Hannover, 1982
- [2] Optimierung von Stößelführungen und Führungsanordnungen mit der Finite-Elemente-Methode
VDW-Forschungsbericht, 1984
- [3] Czichos, H.; P. Feinle
Tribologisches Verhalten von thermoplastischen, gefüllten und glasfaser-verstärkten Kunststoffen. Kontaktdeformation, Reibung, Verschleiß und Oberflächenuntersuchungen
Forschungsbericht 83, Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM), Berlin
Verlag für neue Wissenschaft GmbH, Bremerhaven, 1982
- [4] «Hütte», Taschenbuch der Werkstoffkunde
Akademischer Verein Hütte e.V., Berlin
Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, München
- [5] Buckmann, U.
Haftbar machen. Auftragen von Verschleißschutzschichten mit dem Plasmaprozedurverfahren und mittels Detonations-spritzen
Maschinenmarkt Nr. 24, Juni 1987, Vogel-Verlag Würzburg
- [6] Informationsmaterial zu Hochtechnologiebeschichtungen
Informationsschrift der Firma Union Carbide, Ratingen
- [7] Irmeler, H.O.
Plus durch Plasma. Aspekte der Dünnschicht-Technologie
Metall und Kunststoffoberflächen KEM, März 1988
- [8] Kunststoff Gleitführungen für Werkzeugmaschinen
Informationsschrift der Firma Wolf Kunststoff Gleitlager GmbH, Kerpen-Türnich
- [9] Gleitführungen aus Kunststofflegierung ZX 100
Informationsschrift der Firma Wolf Kunststoff Gleitlager GmbH, Kerpen-Türnich
- [10] Kriegsmann, J.; H. Grenzhausen
Was ist neu an den Mechanokeramikwerkstoffen?
Keramische Zeitschrift, 1/1987, S. 31-35
- [11] König, W.; K. Gerschwiller
Zähigkeitsverhalten keramischer Schneidstoffe
VDI-Z 131 (1989) Nr. 1 - Januar



Bild 13. Reibbeiwerte aus dem Langzeitversuch der Keramik-Gleitleiste Y-TZP, Probe 2

Bild 14. Reibbeiwerte aus dem Langzeitversuch der Keramik Gleitleiste MgO-PSZ, Probe 1



3.2. Ergebnisse der Praxiserprobung

Aufgrund der Ergebnisse der durchgeführten Prüfstandsversuche wurden als Gleitmaterialien für diesen Einsatz der thermoplastische Kunststoff ZEDEX 100K und die Zirkonoxid-Keramik Y-TZP ausgewählt, die sich beide durch sehr geringe Reibbeiwerte am Prüfstand auszeichneten. Spezielle Vorteile bietet der Kunststoff durch seine Trockenlaufeigenschaften und die Keramik durch hohe Festigkeit und geringen Verschleiß.

Ziel der Praxiserprobung der Werkstoffe war es, die Ergebnisse der Prüfstandsuntersuchungen in einem Betriebsversuch zu verifizieren, um schließlich zu gesicherten Erkenntnissen über das Betriebsverhalten der stoßartig belasteten Führungsbahnen mit Umkehrbewegung zu gelangen.

Die Erprobung der Kunststoff-Gleitführungen erfolgte völlig ohne Schmierstoffzugaben, lediglich bei der Montage wurden die Gleitleisten einmalig geschmiert.

3.2.1. Zusammenfassung:

Die durchgeführten Prüfstandsversuche zur Untersuchung der Eignung neuer bzw. neuartiger Gleitwerkstoffe für Führungen in Umformmaschinen haben zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen geführt. Während ein Teil der Gleitwerkstoffe das Versuchsprogramm mit den extremen Belastungen völlig unbeschadet erfüllten, offenbarten andere bereits nach kurzer Zeit unzureichende Reibeigenschaften, zum Teil mit gravierenden Folgen für die Gleitpaarung. Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefasst werden:

Die durchgeführten Untersuchungen des Reibungsverhaltens bei unterschiedlichen Flächenpressungen ergaben für alle auf dem Versuchsstand geprüften Gleitleisten ein einheitliches Verhalten. Bei sämtlichen Gleitproben konnte eine Abnahme des Reibungskoeffizienten mit zunehmender Belastung festgestellt werden. Hierbei reduzierte sich der ermittelte Reibkoeffizient auf bis zu 45-70% des Anfangswertes. In einigen Fällen kehrte sich dieser Effekt in höheren Belastungsbereichen ($>90\text{kN}$) um, so dass sich belastungsabhängige Reibwert-Minima bildeten.

3.2.2. Beschichtungswerkstoffe:

Der Einsatz der untersuchten Beschichtungs-Gleitwerkstoffe führte zu unterschiedlichen Ergebnissen. Die relativ teure Beschichtung mit diamantartigem Kohlenstoff in Verbindung mit einem ungehärteten Proben-träger aus St-50 sind für die extremen Belastungen in Stoßführungen als ungeeignet einzustufen. Beide getesteten Versuchsgleitleisten wurden bereits nach wenigen Lastphasen unter geringen Kräften zerstört. Ursächlich hierfür ist die geringe Schichtdicke der harten Verschleißschicht von 2-3 mm in Kombination mit der mangelnden Grundhärte des Trägerwerkstoffes. Hierauf deuten die günstigeren Ergebnisse der mit Hilfe eines aufwendigen Beschichtungsverfahrens hergestellten Wolframkarbid-Gleitleisten hin, bei denen die verschleißmindernde Schichtdicke ca. 0.06 mm betrug, und war somit um den Faktor 20 größer als bei der Kohlenstoffbeschichtung. Der mittlere Reibungskoeffizient aller Einzelversuche betrug $m=0,026$. Bei der Simulation einer Unterbrechung der Schmierstoffzufuhr zeigte der Werkstoff über längere Zeit (7.000 Hübe) ein gleichmäßiges Reibverhalten, für einen ungeschmierten Langzeitbetrieb unter hoher Last erwies er sich jedoch als nicht geeignet, wie der Ausfall einer Gleitleiste nach 8.000 Lasthuben belegt. Aufgrund der durchgeführten Prüfstandsuntersuchungen ist von einem Einsatz der geprüften diamantartigen Kohlenstoffbeschichtung auf St 50 für hochbelastete Führungsaufgaben abzusehen. Die Wolframkarbid-beschichtung zeigte dagegen gute Notlauf- und Verschleißseigenschaften, die Dauereignung für hohe Lasten und Hubzahlen scheint jedoch nicht sichergestellt.

3.2.3. Kunststoff-Gleitbeläge:

Sehr günstig und, hinsichtlich ihrer Reibeigenschaften unproblematisch, zeigten sich die untersuchten Kunststoff-Gleitleisten aus ZEDEX 100K und ZEDEX 324. Die Ergebnisse der Dauerversuche mit diesen Belägen in einer Materialdicke von 4 mm und 8 mm sind insgesamt sehr positiv zu beurteilen. Die unter Einsatz von Schmiermittel gemessenen Reibkräfte waren sehr gering, der Reibungskoeffizient betrug im Mittel $m=0,004$.

Beide Kunststoffvarianten erlaubten einen ungeschmierten Dauerbetrieb mit einem mittleren Reibbeiwert von $m=0,052$. Beide Varianten zeigten zu Beginn der Langzeitversuche ein ausgeprägtes Einlaufverhalten mit einer Glättung der Oberflächenrauheiten. Als problematisch erwies sich dagegen die Befestigung der Kunststoff-Gleitbeläge. Bei den ungeschmierten Prüfstandsversuchen kam es zu Ablöseerscheinungen der Gleitbeläge von den Probenträgern, die jedoch nicht zu einem Totalausfall führten.

Im Rahmen der Praxiserprobung wurde ZX-100 als Gleitführungswerkstoff im ungeschmierten Betrieb am Stoßel einer Karosseriepresse mit 8.000 kN Nennkraft eingesetzt und das Führungsspiel, das Temperaturverhalten und die Führungsbelastung über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr messtechnisch überwacht.

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbund-leisten

Preisliste

Lieferbedingungen

15

3.2. Ergebnisse der Praxiserprobung

Die über eine Produktionsleistung von über 750.000 Teile ermittelten Führungsspiele dokumentieren einen geringen Verschleiß von ca. 0,2 mm. Auffällig ist das relativ große Spiel der Führung III mit bis zu 0,5 mm an den Enden der Leisten. Eine Überprüfung der Genauigkeit zeigte jedoch auch bei Versuchsende ein unkritisches Verhalten, so dass von einem Nachstellen der Führung abgesehen werden konnte. Auch im ungeschmierten Betrieb zeigte sich keine übermäßige Erwärmung der Gleitleisten. Bei der Messung der Führungskräfte ergab sich die stärkste Führungsbelastung im unteren Totpunkt des Stößels, die durch eine Gestelleinschnürung verursacht wird. Die hierbei auftretenden Flächenpressungen sind mit maximal 1,5 N/mm² sehr gering. Die Ausstattung von Karosseriepessern mit Kunststoffführungen stellt somit eine kostengünstige Alternative zu den bisherigen Führungsmaterialien dar, insbesondere im schmierstofffreien Betrieb.

Neben der hier durchgeführten Praxiserprobung werden bei einem Automobilhersteller in ca. 10 weiteren Pressen Kunststoffführungen eingesetzt. Als besonders vorteilhaft wirkt sich hierbei die Tatsache aus, daß die Ölumlaufschmierung abgestellt werden kann. Die Gleitbeläge werden beim Einbau einmalig geschmiert; bei der üblichen Wartung werden etwa alle 3 Jahre Fettpolster erneuert, wobei Bohrungen in den Führungen als Fettaufnahmestellen fungieren. Die Erfahrungen mit Kunststoffführungen sind durchweg positiv, wobei die Belastungen allerdings bestimmte Größenordnungen nicht übersteigen dürfen. So ist der Einsatz bei 4-Punkt-Pressen unproblematisch, während bei 2-Punkt-Pressen die Haltbarkeit aufgrund der höheren partiellen Belastungen nicht gegeben ist. Auch für den Einsatz in Ziehkissen sind Kunststoffführungen ungeeignet; aufgrund der ungleichmäßigen Belastungen waren die Ergebnisse nicht zufriedenstellend.

3.2.4. Keramische Gleitwerkstoffe:

Trotz der werkstoffeigenen Sprödigkeit sind auch die Untersuchungen der keramischen Gleitwerkstoffe insgesamt als sehr positiv zu beurteilen. Die geschmiert durchgeführten Langzeitversuche mit den Werkstoffen Alsint 98,5 und Y-TZP ergaben sehr geringe Reibungskoeffizienten ($\mu=0,007$ bzw. $\mu=0,004$) und verliefen ohne Schäden. Vorzeitig abgebrochen wurde dagegen die Langzeit-Eignungsprüfung der Gleitleiste mit einem Keramiksegment aus MgO-PSZ, das die hohen Anforderungen nicht ertrug und zerstört wurde. Im ungeschmierten Betrieb zeigten sich die Keramikwerkstoffe als nicht geeignet. Neben den sehr geringen Reibungskoeffizienten besitzen die keramischen Werkstoffe positive Eigenschaften hinsichtlich der Verschleißrate, der hohen Steifigkeit und des Führungsspiels, das bei den Gleituntersuchungen mit weniger als 0,1 mm gering gehalten werden konnte. Der Versuch einer ausschließlich keramischen Gleitpaarung mit einer alternativ zu der Stahlgegengleitbahn eingesetzte Y-TZP-Keramik als Gegenbahnwerkstoff erwies sich unter den hohen stoßartigen Kräften als ungeeignet.

Die Praxiserprobung des Keramikwerkstoffs Zirkonoxid-Y-TZP wurde an der Führung einer 1.600 kN-C-Gestell-Pressen durchgeführt. Auf Schmierstoff konnte bei diesem Einsatz nicht verzichtet werden. Nach sechswöchigem Einsatz mussten die Untersuchungen abgebrochen werden, da sich kleine Bruchstücke aus einem Keramiksegment ablösten. Die Analyse des Schadens ergab, dass nur ein schmaler Teilbereich der Führung an der Lastabtragung beteiligt war, und dies örtlich zu Belastungen führte, denen die Keramik auf Dauer nicht gewachsen war. Nachteilig erwies sich in diesem Zusammenhang die schlechte Einstellbarkeit der Schwalbenschwanzführung, so dass die Parallelität der Führungsflächen nicht ganz erreicht werden konnte. Die Messungen der Führungsspiele deuteten diese Unzulänglichkeit für die Endbereiche der Führungen bereits an.

Auch das Temperaturverhalten des Werkstoffs mit Maximaltemperaturen bis zu 40° C war auffälliger als das der Kunststoffführungen. Die Preßkräfte erreichten für die eingesetzten Werkzeuge Werte von 600 kN bis zu 1300 kN, wobei zum Teil große Außermittigkeiten der Belastung festgestellt wurden. Hieraus ergab sich auch eine größere Flächenpressung von maximal 13 N/mm².

Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Substitution von bestehenden Führungen mit Keramikleisten einen hohen Aufwand erfordert und in einem hohen Maße auf die konstruktive Gestaltung der Gleitflächen und die Montage der Keramik geachtet werden muss.

Nach Information des Fraunhofer Institutes für keramische Technologien und Sinterwerkstoffe in Dresden beträgt die Grenze der ertragbaren Spannung für Keramiken, nach dem derzeitigen Stand der Technik, ca. 1000 MPa. Dieser Wert wird auch von dem bei den Erprobungsversuchen eingesetzten Werkstoff Y-TZP erreicht.

Die Entwicklung leistungsfähiger, keramischer Werkstoffe wird intensiv vorangetrieben, insbesondere bei den Nichtoxid-Keramiken mit ertragbaren Spannungen von ca. 1500 MPa und hoher Zähigkeit.

Die Entwicklungszeit wird auf 2 bis 5 Jahre prognostiziert.

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

16

4.1. Statische Belastbarkeit (Gleitgeschwindigkeit = 0, Flächenpressung ist eine Funktion der Zeit)

4.1.1. kurzfristige statische Belastbarkeit

Mit wachsender Einwirkzeit des Flächendrucks nimmt die Belastbarkeit von ZEDEX 100K ab. Bei sehr kurzen Einwirkzeiten können Flächenpressungen über 100N/mm² zugelassen werden. Die zulässige Druckbelastbarkeit von ZEDEX 100K bei 20° C für schwellende Belastung ist in Abb.1 in Funktion der Druckberührzeit (Zeitspanne in der die max. Flächenpressung auftritt) dargestellt. Die sich durch die Belastung ergebenden plastischen und elastischen Verformungen sind exemplarisch für eine Druckberührzeit von 60s in Abhängigkeit von der Materialdicke und der Belastung in Abb.2 dargestellt.

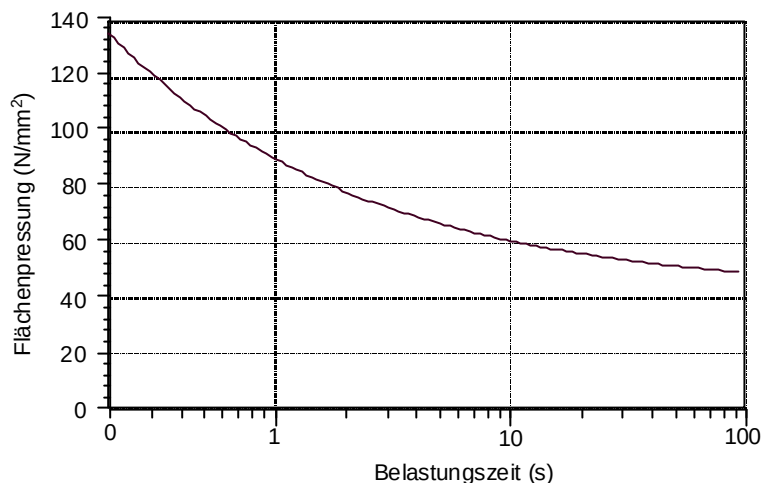


Abb.1 : Zulässige Flächenpressung von ZEDEX 100K in Funktion der Druckberührzeit

4.1.2. Verhalten bei Kantenpressung (Kippen des Stößels bei außermittiger Belastung)

Gleitführung aus ZEDEX 100K sind gegenüber Kantenpressung nahezu unempfindlich. Der Grund ist die ausgesprochen hohe Zähigkeit und die microelastische Oberfläche. Bei örtlich überhöhter Kantenpressung verformt sich die Führung aus ZEDEX 100K an dieser Stelle elastisch und vergrößert somit den Traganteil der Berührungsfläche, so dass sich die spezifische Flächenpressung reduziert.

Bei harten Kunststoffen oder Metallführungen führt Kantenpressung in jedem Fall nach kürzester Laufzeit zu erhöhtem Verschleiß, da diese Werkstoffe aufgrund zu geringer Elastizität örtlich überbeansprucht werden. Bei geschmierten Führungen versagt der Schmierfilm gerade im Bereich der Kanten, insbesondere wenn der Stößel im Bereich des unteren Totpunktes arbeitet, da dies ein Punkt hoher Flächenpressung und niedriger Gleitgeschwindigkeit infolge der Bewegungsumkehr ist. In solchen Fällen können nur Werkstoffe mit guten Notlaufeigenschaften den frühzeitigen Ausfall der Führung verhindern.

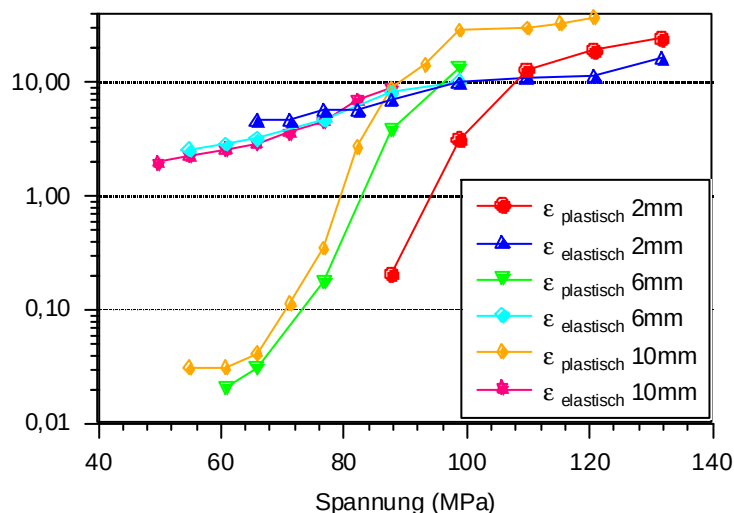


Abb.2 : elastische und plastische Verformungen von ZEDEX 100K unter Last (60s) bei versch. Materialdicken

4.1.3. Langfristige statische Belastbarkeit (Gleitgeschwindigkeit = 0, Flächenpressung ist konstant)

Alle thermoplastischen Kunststoffe neigen unter langfristiger Belastung zum Kriechen bzw. zum Kaltfluss. Die sich ergebenden Verformungen (elastisch und plastisch) bei langfristiger statisch konstanter Belastung für ZEDEX 100K sind den Abb. 3 bis 5 zu entnehmen. Die zulässigen langfristige Belastungen sind nur durch die zulässigen Verformungen der Konstruktion begrenzt.

Spannungs-Dehnungskurven in f (Beanspruchungsdauer):

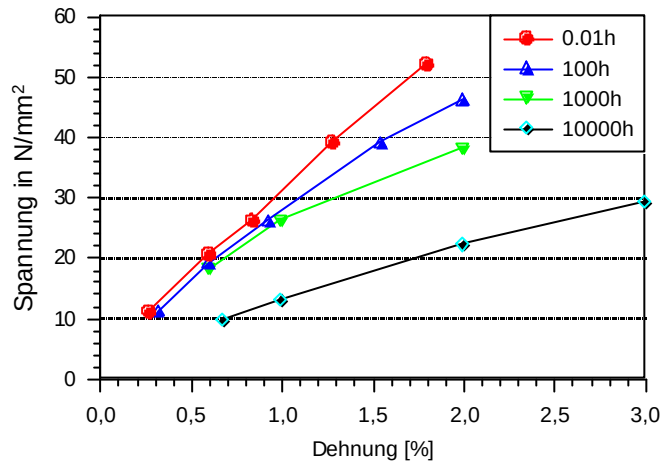


Abb.3:
Spannungs-Dehnungskurven von
ZEDEX 100K bei 10° C.

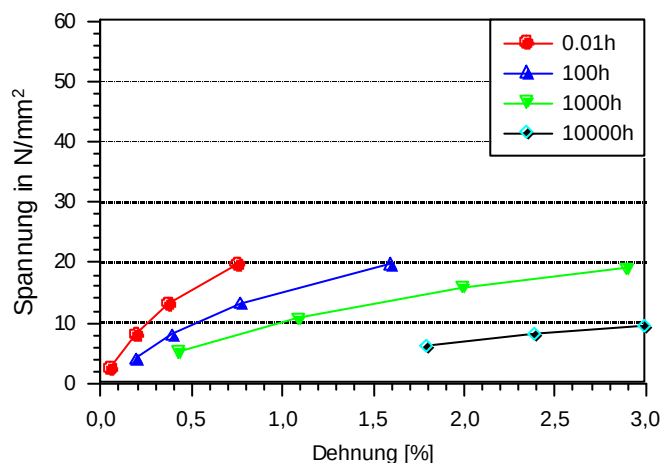


Abb.4:
Spannungs-Dehnungskurven von
ZEDEX 100K bei 40° C.

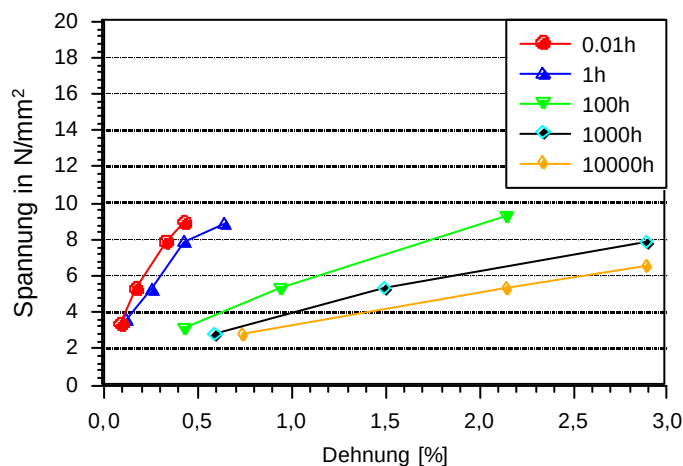


Abb.5:
Spannungs-Dehnungskurven von
ZEDEX 100K bei 60° C.

4.2. Dynamische Belastbarkeit von ZEDEX 100

Die dynamische Belastbarkeit (gleichzeitiges Auftreten von Flächenpressung und Relativbewegung an der Gleitführung) von ZEDEX 100K ist nur durch die entstehende Temperatur durch Reibungswärme an der Gleitführung begrenzt. Reibungswärme entsteht durch Umwandlung von Bewegungs- und Verformungsenergie in Wärmeenergie. Ein Maß für die eingeleitete Wärmeenergie ist der pv-Wert. Damit lässt sich eine maximale Belastung der Gleitführungen abschätzen, bei der die Führungstemperatur nicht über 60° C ansteigt.

Da man davon ausgehen kann, dass die örtlich eingeleitete Wärme sich auf die gesamte überstrichene Führungsfläche gleichmäßig verteilt, verwenden wir zur Bestimmung der Belastbarkeit von Gleitführungen einen mittleren pv-Wert, der sich wie folgt berechnen lässt:
siehe Gleichung 1

$$pv_m = \frac{p_{\max} \cdot t_B \cdot L_{FÜ}}{7,8 \cdot t_{HUB}^2}$$

Gleichung 1

t_B = Druckberührzeit (s)
 t_{HUB} = Zeit für 1 Hub (s)
 pv_m = mittlerer pv-Wert (N/mm² • m/min)
 v = Gleitgeschwindigkeit (m/min)
 $L_{FÜ}$ = überstrichene Führungslänge (mm)

Die Druckberührzeit ist die Zeit, in der die Führung die maximale Flächenpressung ertragen muss. Im Allgemeinen treten die Hauptbelastungen der Führungen bei Umformmaschinen beim Aufsetzen des Schiebers, beim Schneiden und beim Aufsetzen der Distanzen auf. Die mit Abstand größte Belastung tritt mit dem Aufsetzen der Distanzen auf (unterer Totpunkt), so dass die Belastungen, hervorgerufen durch das Aufsetzen des Schiebers und durch das Schneiden, vernachlässigt werden können.

Wenn der mittlere pv-Wert der Anwendung nach Gl. 1 unterhalb der Kurve des zul. pv-Wertes (Abb.6) liegt, kann man im Allgemeinen davon ausgehen, dass die Gleitführungstemperatur nicht über 55°C ansteigt und die Führung ausreichend bemessen ist. Diese grobe Annäherung sollte jedoch auf keinen Fall Prüfstands- oder Feldversuche ersetzen.

Bei der Angabe des max. zulässigen pv-Wertes wurde eine konstante Umgebungstemperatur von 20° C, eine Druckberührzeit von 0,2s pro Hub und ein ausreichendes Führungsspiel vorausgesetzt. Wenn die oben genannten Parameter sich ändern, muss der zulässige pv-Wert entsprechend korrigiert werden.

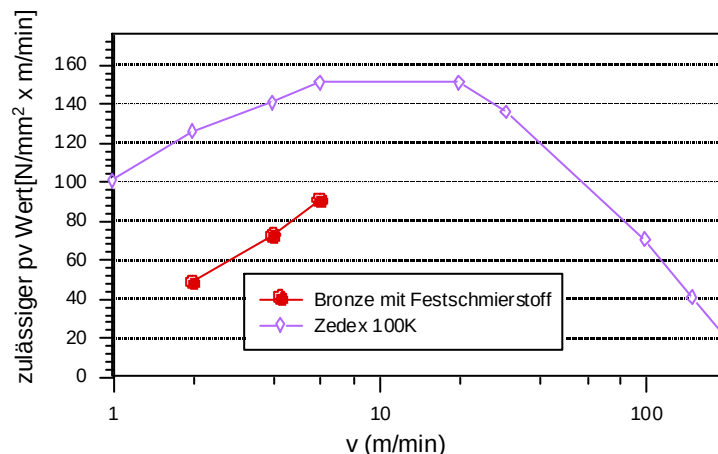


Abb.6: zulässige pv Werte für Trockenlauf

4.3. Reibung und Schmierung

4.3.1. Trockenlauf

Aufgrund seines günstigen Reibverhaltens wird ZEDEX 100K im Normalfall ohne Fremd- und Selbstschmierung, d.h. im Trockenlauf eingesetzt. Der Betrieb der trockenlaufenden ZEDEX 100K Gleitbeläge ist gekennzeichnet durch ein gleichmäßiges, geräuschloses Reibverhalten mit einem niedrigen Reibungskoeffizienten.

Die in Abb.7 dargestellten Reibungskoeffizienten sind unter Einsatzbedingungen, wie sie auch bei Umformmaschinen auftreten, ermittelt worden (v=20m/min und Druckberührzeit = 0.25s).

Diese in der "Praxis" ermittelten Gleitreibungskoeffizienten in Abb.7 sind nicht mit den im Labor ermittelten Werten (Abb. 9-10) vergleichbar. Die Laborwerte der Reibbeiwerte sind hier nur aufgeführt, um Tendenzen bei der Änderung der Temperatur oder des Zwischenmediums aufzuzeigen.

Reibung und Schmierung /Trockenlauf von ZEDEX 100

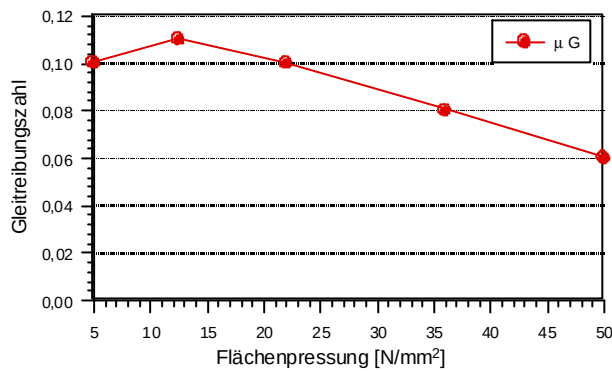


Abb.7: Gleitreibung von ZEDEX 100K im Trockenlauf bei $v = 18 \text{ m/min}$
Gegenauflfläche: 90MnCrV8
Rauhtiefe: $4\mu\text{m } R_z$

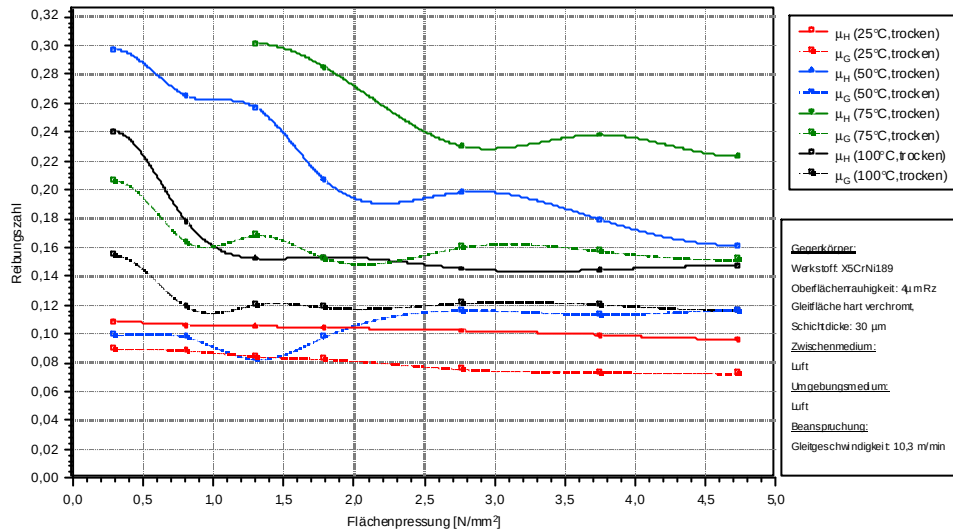


Abb.8: Reibungszahl von ZEDEX 100K im Trockenlauf f (Flächenpressung, Temperatur)

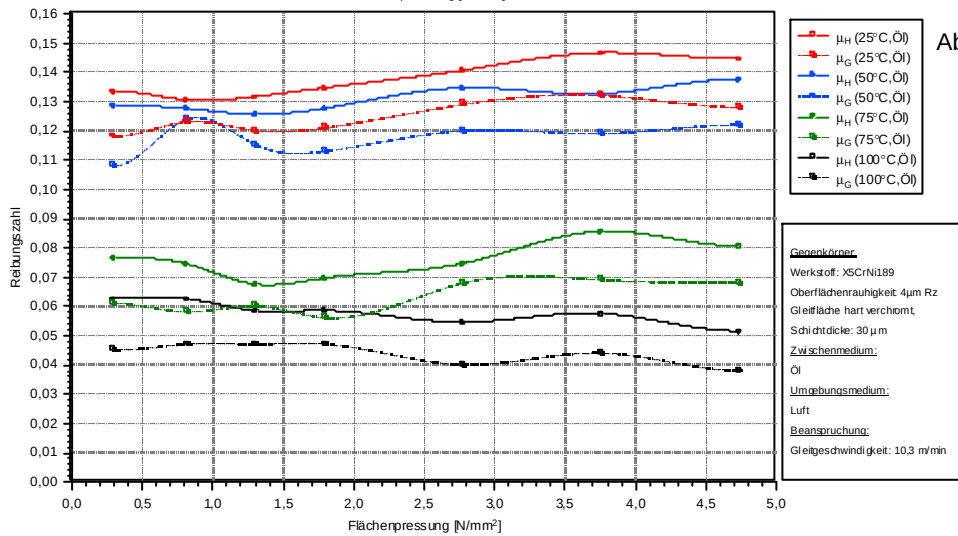


Abb.9: Reibungszahl von ZEDEX 100K bei Ölschmierung f (Flächenpressung, Temperatur)

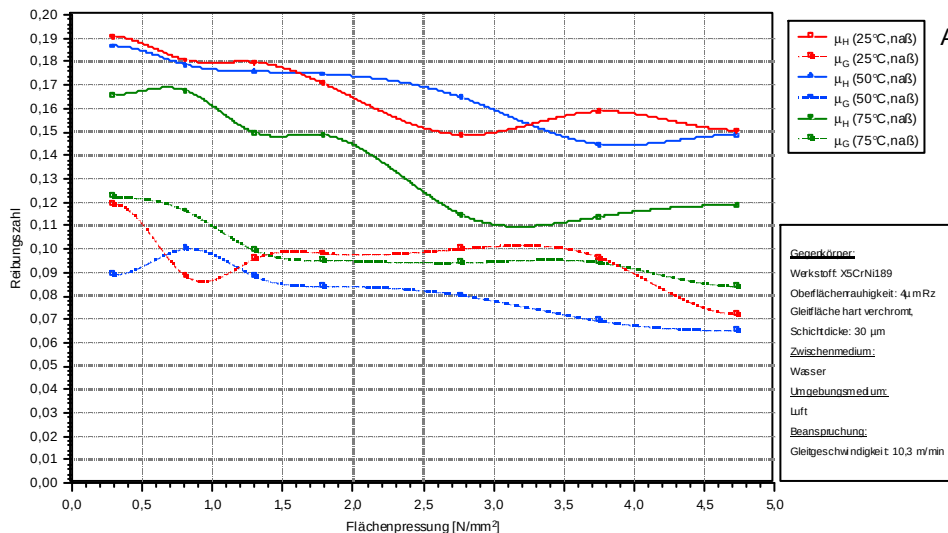


Abb.10: Reibungszahl von ZEDEX 100K bei Wasserschmierung f (Flächenpressung, Temperatur)

ZEDEX 100
Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

20

4.3.2. Schmierung

Eine Schmierung von ZEDEX 100K-Gleitführungen ist grundsätzlich nicht erforderlich.

Jedoch kann durch eine Schmierung die Leistungsfähigkeit der Führung verbessert werden ohne die Führung negativ zu beeinflussen. Auch verbessert eine einmalige Anfangsschmierung das Einlaufverhalten der Führung.

Hauptsächlich werden durch Schmierung folgende Eigenschaften verändert, bzw. verbessert:

- Verbesserung der Gleiteigenschaften (Reibung, Verschleißrate, Reibungswärme)
- Verstärkung der Dämpfung
- Kühlung der Gleitführung durch das Schmiermittel
- Korrosionsschutz der Metallteile
- Abdichtung der Lagerstelle

Ob diese Verbesserungen notwendig sind, sollte für jeden Anwendungsfall überprüft werden.

Bei Umformmaschinen hat sich bisher in der Überzahl der Anwendungen eine Schmierung als nicht erforderlich herausgestellt, meistens wurde der Wegfall einer Ölschmierung sogar gefordert.

Da ZEDEX 100 beständig gegen die üblichen Kühlmittel und Öle ist, kann, sofern erforderlich, bedenkenlos mit Wasser oder allen üblichen Mineralölen geschmiert werden.

In jedem Fall sollten vor der Einführung einer Schmierung die Wechselwirkungen der mit Schmiermittel kontaktierten Bauteile bekannt sein.

4.3.3. Schmiernutengestaltung

Da ZEDEX 100 problemlos spanabhebend bearbeitet werden kann, sind alle Schmiernutenformen und Geometrien möglich. In Untersuchungen hat sich die in Abb.11 dargestellte einfache, quer zur Bewegungsrichtung verlaufende Nut am Besten bewährt. Andere Schmiernutenformen wie z.B. X-Nuten, Z-Nuten oder Ringnuten ergaben durchweg ungünstigere Ergebnisse. Als günstigste Nutengeometrie erwies sich eine Deckel-Stichel Geometrie, (Abb.12) bei der sich mit zunehmender Anzahl der Schmiernuten das Maximum der Gleitreibung in den höheren Geschwindigkeitsbereich verschiebt.

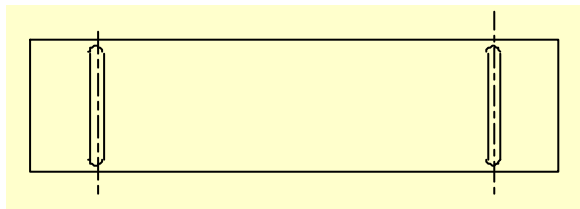


Abb.11

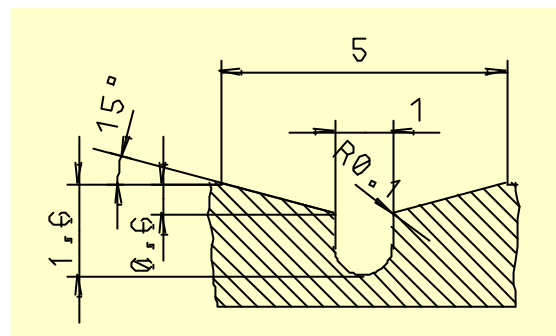


Abb.12

4.3.4. Dämpfung

ZEDEX 100 besitzt eine hohe mechanische Dämpfung, die durch eine Ölschmierung noch weiter gesteigert werden kann. Die Dämpfungskenngröße $\tan \delta$ ist in Funktion der Frequenz aus Abb.15 ersichtlich.

Der Verlustfaktor von ZEDEX 100 ist weitestgehend unabhängig von der Materialdicke, jedoch sollte bei hohen Frequenzen eine größere Materialdicke gewählt werden.

Der Verlustfaktor ist in den Abb.13-14 in Funktion von der Vorbelastung des Gleitbelages dargestellt.

Diese Werte wurden bei der Normtemperatur von 23° C auf einer servohydraulischen Prüfmaschine durchgeführt. Bei höheren Temperaturen ist mit größeren Werten für die Dämpfungskenngrößen zu rechnen.

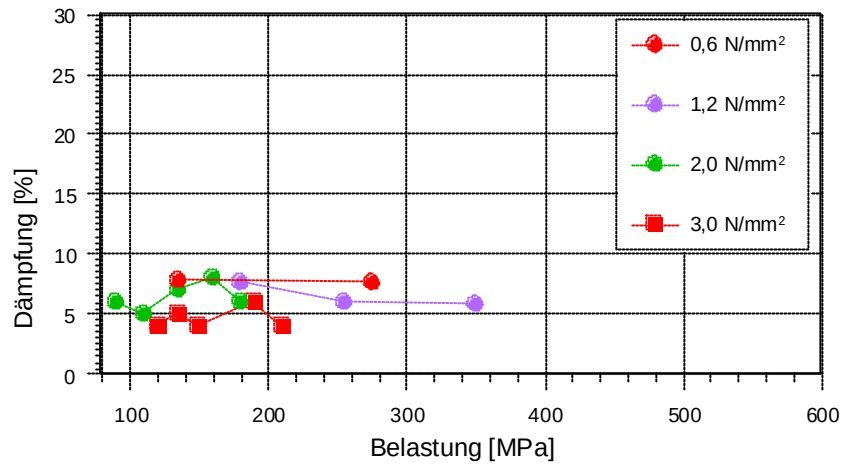


Abb.13: Verlustfaktor von ZEDEX 100K im Trockenlauf f (Vorspannung Frequenz)

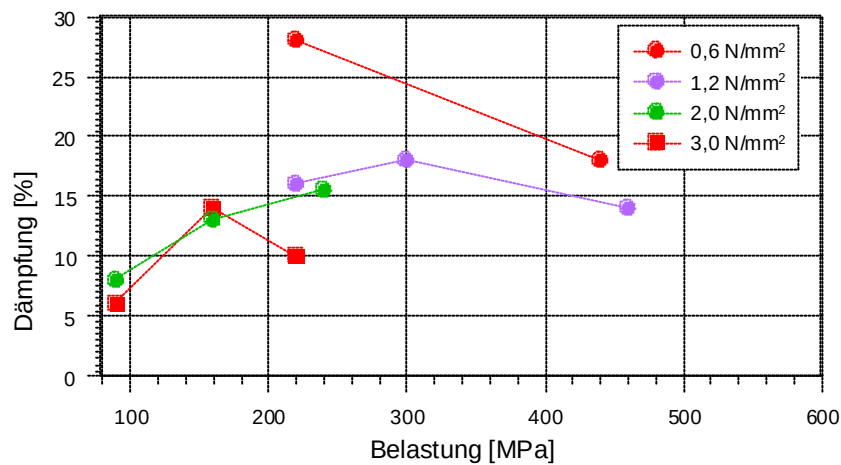


Abb.14: Verlustfaktor von ZEDEX 100K ölgeschmiert f (Vorspannung Frequenz)

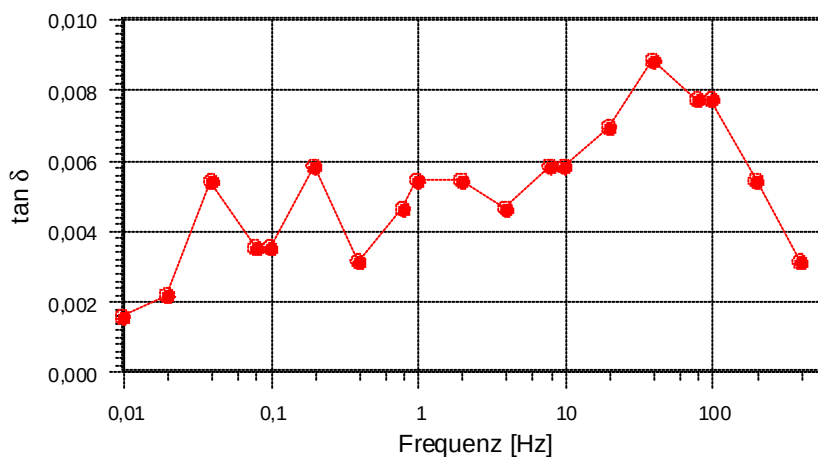


Abb.5: Dämpfungskenngröße tan δ von ZEDEX 100K f (Frequenz) bei 23°C

4.4. Verschleiß und Einlaufverhalten

ZEDEX 100 zeichnet sich durch ein günstiges Reibverhalten aus.

Beginnend mit hoher Rauigkeit und hohen Reibungsbeiwerten beim Einbau der ZEDEX 100 - Führung glättet sich die ZEDEX 100 Oberfläche, und auch die Oberfläche der Stahlführung. Dieser Glättungsprozeß erfordert anfänglich einen höheren Materialabtrag von der Kunststoffoberfläche.

Mit zunehmender Laufstrecke nähert sich die Glättung einem Optimum, so dass sich der Reibungsbeiwert und auch die Verschleißrate stetig bis zum Erreichen des Optimums verringern. Die damit verbundene Änderung des Mittenrauhwertes ist in Abb.17 über der Lasthubzahl dargestellt. Hierin spiegelt sich das Einlaufverhalten der ZEDEX 100 Gleitleisten wider.

Zu beachten ist, dass der Haftreibungskoeffizient sich mit zunehmender Laufstrecke infolge der Vergrößerung des Traganteils erhöht. Dies kann bei ölgeschmierten Führungen in Verbindung mit Adhäsion zu Ruckgleiten (stick-slip) führen.

Der in Abb.16 dargestellte Verschleißvergleich zeigt das ZEDEX 100, im Vergleich zu anderen thermoplastischen Führungswerkstoffen, eine wesentlich günstigere Verschleißcharakteristik bei Trockenlauf aufweist.

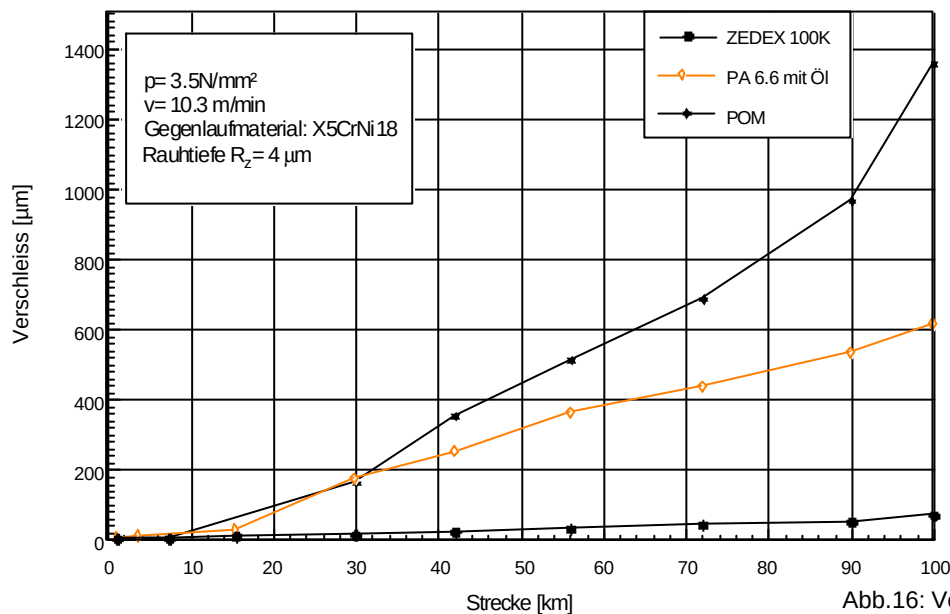


Abb.16: Verschleißkurve von ZEDEX 100K, PA6.6. mit Öl und POM bei Trockenlauf

4.4.1. Geschmierte Führungen

Bei geschmierten Gleitführungen sollte bei hydrodynamischen Verhältnissen kein nennenswerter Verschleiß meßbar sein.

In der Praxis ist aber nie ein hydrodynamischer Schmierfilm während der gesamten Betriebsdauer vorhanden.

Deshalb empfehlen wir, auch bei geschmierten Führungen, unseren Werkstoff ZEDEX 100 einzusetzen, damit im Falle des Versagens des Schmierfilms, durch Kantenpressung oder zu niedrige Gleitgeschwindigkeit beim Anlaufen, ein Totalausfall der Führung sicher vermieden wird.

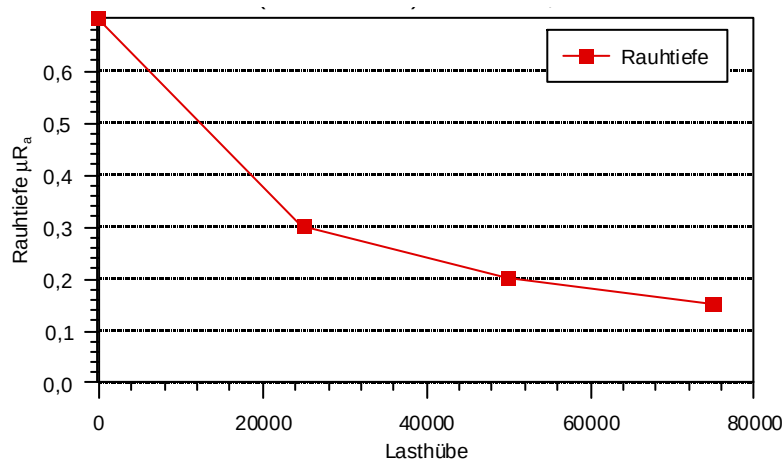


Abb.17: Oberflächenkennwert Ra von ZEDEX 100K im Trockenlauf f (Lasthubzahl) 90MnCrV8, 55HRC

Gleitpartner / Präzision und Führungsspiel									
4.4.2. Gleitpartner Die Oberflächengüte und das Material des Gleitpartners beeinflussen vorrangig die Verschleißcharakteristik der ZEDEX 100 Führungen. Als Gleitpartner werden überwiegend Stahl und Gusseisen eingesetzt. Für hochwertige Führungen sind gehärtete und geschliffene Führungen mit einer Härte von 60 HRC und einer Rauigkeit von Rt = 2 bis 3 mm zu bevorzugen; dadurch wird eine extrem lange Lebensdauer der ZEDEX 100- Führung erreicht. Im Extremfall wird somit eine Beschädigung des Gleitpartners vermieden. Für Führungen mit geringeren Anforderungen ist ein Gleitpartner aus Gusseisen mit einer Härte von 240HB durchaus verwendbar. Jedoch muß hier mit Einbußen im Bereich der Lebensdauer gerechnet werden. 4.5. Präzision und Führungsspiel Das Führungsspiel kann bei kleinen pv-Werten bis auf unter Null (Vorspannung) reduziert werden. Bei höheren Gleitgeschwindigkeiten und hohen pv-Werten sollte ein ausreichendes Führungsspiel vorhanden sein, um eine übermäßige Erwärmung zu vermeiden. Bei zu engem Führungsspiel, kombiniert mit einer extremen Belastung, kann es zu einem Schmelzverschleiß des Kunststoffbelages kommen; dieser Schmelzverschleiß beschädigt aber in keinem Fall den metallischen Gegenlaufpartner, so dass nach Austausch der Kunststoffführung und nach Einstellen des richtigen Lagerspiels die Führung wieder voll einsatzbereit ist. 4.5.1. Maßhaltigkeit Die Maßhaltigkeit von Gleitführungen aus Kunststoff wird von folgenden Faktoren beeinflusst: 4.5.1.1. Feuchtigkeitsaufnahme ZEDEX 100 nimmt aus der Luft oder aus Wasser nur sehr wenig Feuchtigkeit auf, so dass durch eine Feuchtigkeitsveränderung im Materialgefüge keine nennenswerten Maßveränderungen verursacht werden. 4.5.1.2. Kühlmittelbeständigkeit ZEDEX 100 ist absolut kühlmittelbeständig, selbst gegen biologisch abbaufähige Kühlmittel, so dass durch Einwirkung von Kühlmitteln keine Maßveränderungen verursacht werden. 4.5.1.3. Ölbeständigkeit ZEDEX 100 ist absolut beständig gegen Schmier- und Schneidöle, so daß keine Maßveränderungen verursacht werden. Bei verklebten Gleitführungen ist die Klebefuge gemäß unseren Klebeanleitungen gegen eindringende Flüssigkeiten zu schützen.									ZEDEX 100
									Lieferprogramm
									Forschung
									Konstruktion
									Platten
									Gleitbahnbeläge
									Gleitführungen
									Verbundleisten
									Preisliste
									Lieferbedingungen
									24

4.6. Verhalten bei Umwelteinflüssen

4.6.1. Einwirkung von Wärme

Durch Einwirkung von Umgebungswärme oder entstehende Reibungswärme verändern sich verschiedene Materialeigenschaften, die im Bezug auf Gleitführungen eine Rolle spielen, und bei der Konstruktion berücksichtigt werden sollten:

Mit steigender Temperatur verliert ZEDEX 100 an Festigkeit (siehe E-Modul in Funktion der Temperatur Abb.18), es verändert sein Volumen (Ausdehnungskoeffizient ist sechsmal so groß wie der von Stahl) und die Reibungsbeiwerte verändern sich.

Als Grenzwert der Gleitführungstemperatur gilt 60°C. Bis zu dieser Temperatur können in fast allen Anwendungsfällen die Veränderungen vernachlässigt werden.

Sollen Temperaturen über 60°C an der Gleitfläche auftreten, bitten wir Sie, unseren Rat einzuholen.

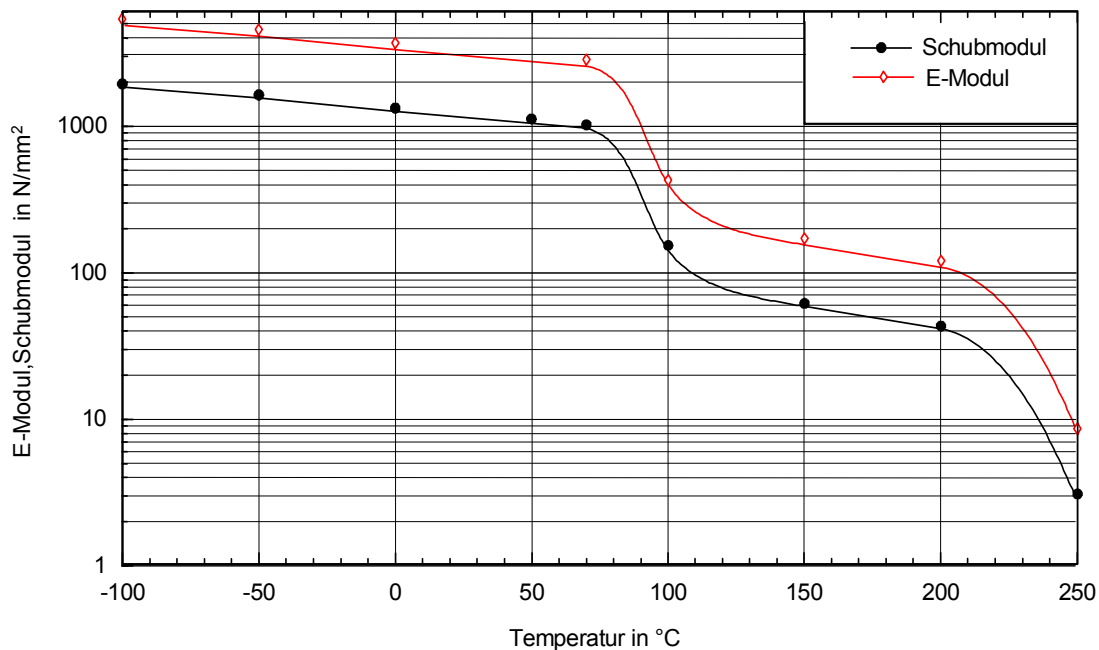


Abb.18: Schubmodul und E-Modul von ZEDEX 100K f (Temperatur in° C)

4.6.2. Einwirkung von Temperaturschwankungen

Für Anwendungsfälle mit großen Temperaturschwankungen sollte die Gleitführung mit Dehnungsfugen versehen, oder auf unsere speziellen Verbundleisten zurückgegriffen werden.

Auf jeden Fall sollte aber die Befestigungsart für den Temperaturbereich geeignet sein.

4.6.3. Einwirkung von Schmutz

Gleitführungen aus ZEDEX 100 besitzen ein sehr gutes Einbettvermögen, so dass bei Einbringen von Partikeln auf die Gleitführung diese in die elastische ZEDEX 100 Führung eingebettet werden und so keinen Schaden an der Oberfläche des Gleitpartners verursachen.

4.6.4. Einwirkung von ultravioletten Strahlen

ZEDEX 100 besitzt im Vergleich zu anderen Polymeren eine gute UV Beständigkeit (s. Abb.19), die Werkstoffveränderung durch UV-Strahlung sollte aber in bestimmten Fällen nicht vernachlässigt werden.

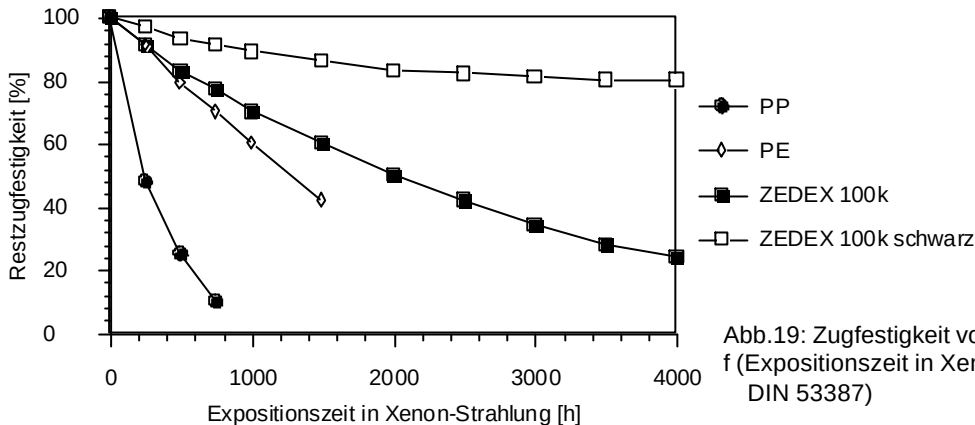


Abb.19: Zugfestigkeit von ZEDEX 100K, PE und PP f (Expositionszeit in Xenon-Strahlung nach DIN 53387)

4.6.5. Einwirkung von heißem Wasser

Wird ZEDEX 100 heißem Wasser ausgesetzt verliert es, wie alle anderen Polymere, an Festigkeit. Die Restzugfestigkeit ist in Abb.20 dargestellt.

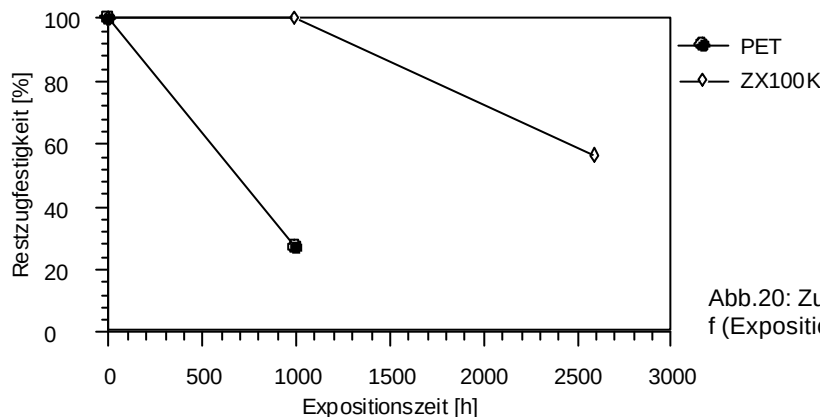


Abb.20: Zugfestigkeit von ZEDEX 100K und PET f (Expositionszeit in Wasser mit 80° C)

4.6.6. Einwirkung von Chemikalien

Die chemische Beständigkeit darf nicht mit Spannungsrissempfindlichkeit verwechselt werden. Unter Spannungsrissempfindlichkeit versteht man die beschleunigte Bruch- oder Rissbildung, die bei mechanisch belasteten Teilen durch Einwirkung bestimmter Medien hervorgerufen wird. Nur mechanische Spannungen oder nur einwirkende Medien verursachen derartige Beschädigungen nicht oder erst nach viel längerer Zeit. Spannungsrissebildung tritt vorwiegend bei amorphen Polymeren auf.

Teile aus ZX-100 sind nahezu unempfindlich gegen dieses Phänomen, während bei amorphen Produkten nur in Kontakt mit Benzin, Propylenchlorid und einigen Alkoholen, Estern und Ketonen diese Erscheinung festgestellt wurde.

ZX-100 ist im allgemeinen sehr gut gegen aromatische und aliphatische Kohlenwasserstoffe, Öle und Fette beständig. Es wird von verdünnten Säuren, nicht alkalischen Salzlösungen und perhalogenierten Kohlenwasserstoffen nicht angegriffen. Einige mehrwertige Alkohole, Ester und teilhalogenierte Kohlenwasserstoffe verursachen eine geringe Quellung. Die dadurch entstehende Erweichung bringt keine bleibenden Nachteile. Oxydierende Mineralsäuren greifen ZX-100 an.

ZX-100 löst sich in konzentrierten alkalischen Lösungen, Phenolen, Kresolen, u.ä. chemischen Stoffen. Wasser mit Raumtemperatur hat weder chemisch noch physikalisch irgend einen Einfluss.

Das Material nimmt nahezu kein Wasser auf (max. 0,3%). Das aufgenommene Wasser wirkt nicht als Weichmacher. Gegen heißes Wasser ist ZX-100 nicht beständig, weil es wie andere Polykondensationsprodukte hydrolyseempfindlich ist und sich allmählich zersetzt.

In Dampf zersetzt es sich ziemlich rasch. Die in der Tabelle angegebenen Werte haben sich aus einer Beständigkeitsprüfung ergeben, bei der unbelastete Probekörper (ISO-1-Stäbe) während zwei Monaten in verschiedenen Chemikalien gelagert wurden.

siehe Tabelle2 (S.27)

Verhalten bei Chemikalieneinflüssen

Chemikalie:	23°	60°	80°	Chemikalie:	23°	60°	80°
Aceton 100%	●			Natriumhypochlorit 10%	●	●	●
Ameisensäure 5%	●	◐	◐	Olivenöl 100%	●	●	●
Ameisensäure 95%	◐	○	○	Ölsäure 100%	●	●	●
Ammoniumhydroxid 10%	○			Perchloräthylen 100%	●	●	
Anilin 100%	●			Petroleum 100%	●		
Äthanol 100%	●			Phenol 100%	◐	○	○
Äthylacetat 100%	●			Phosphorsäure 85%	●	●	●
Äthyläther 100%	●			Pflanzenöle 100%	●	●	●
Äthylendichlorid 100%	◐			Salpetersäure 10%	●	○	○
Baumwollsamensöl 100%	●	●	●	Salpetersäure 40%	○	○	○
Benzin 100%	●			Salzsäure 10%	●	◐	○
Benzol 100%	●	○		Salzsäure 37%	○	○	○
Bleichlauge 100%	●	●		Schmierfette 100%	●	●	●
Butan 100%	●			Schwefelkohlenstoff 100%	●		
Butanol 100%	◐	◐		Schwefelsäure 3%	●	●	●
Butylacetat 100%	●	●		Schwefelsäure 30%	●	●	●
Bremsflüssigkeit 100%	●	●	●	Schwefelsäure 98%	○	○	○
Calciumchlorid 100%	●	●		Seifenlösung 1%	●	●	●
Calciumhypochlorit 10%	●	●		Silconöle 100%	●	●	●
Chloroform 100%	○			Terpentin 100%	●		
Chromsäure 40%	●	●	●	Terpentinölersatz 100%	●		
Citronensäure 10%	●	●	●	Tetrachlorkohlenstoff 100%	●		
Dibutylphtalat 100%	●	●		Tetrahydrofuran 100%	◐		
Dieselöl 100%	●			Toluol 100%	●		
Dioxan 100%	●	○		Transformatorenöl	●	●	●
Essigsäure 10%	●	◐	○	Trichloräthylen	◐		
Essigsäure 100%	◐	◐	○	Vaseline	●	●	●
Fluorwasserstoffsäure 5%	●	◐	○	Wasser	●	●	●
Fluorwasserstoffsäure 50%	○	○	○	Wasserstoffsuperoxid	●		
Freon11 100%	●			Waschmittel,synthetisch	●	●	●
Glycerin 100%	●	●		Xylol	●	●	
Glykol 100%	●	◐	○				
Heptan 100%	●						
Hexan 100%	●	●					
Isopropanol 100%	◐	◐					
Kaliumdichromat 10%	●						
Kaliumchlorid 10%	●	●	●				
Kaliumhydroxid 1%	●	◐	○				
Kaliumhydroxid 10%	◐	○	○				
Kaliumhydroxid 60%	○	○	○				
Kaliumpermanganat 10%	●						
Kresol 100%	○	○	○				
Methanol 100%	●						
Methyläthylketon 100%	●	○					
Methylenchlorid 100%	○	○					
Mineralöle 100%	●	●	●				
Motoröle 100%	●	●	●				
Natriumbicarbonat 10%	●	●	◐				
Natriumbisulfat 10%	●	●	◐				
Natriumcarbonat 20%	●	●	●				
Natriumchlorid 10%	●	●	●				
Natriumhydroxid 1%	●	◐	○				
Natriumhydroxid 10%	◐	○	○				
Natriumhydroxid 60%	○	○	○				

● beständig,wird nicht angegriffen,keine oder sehr geringe Gewichtsveränderung (<1%). Veränderung der mechanischen Eigenschaften um weniger als 10%

◐ beschränkt, nach einer gewissen Zeit beträchtliches Nachlassen der mechanischen Eigenschaften (10 % bis 50 %) Gewichtsveränderung 1% bis 5%, kurzer Kontakt mit der Chemikalie kann in vielen Fällen als zulässig betrachtet werden.

○ nicht beständig, der Kunststoff zersetzt sich und /oder löst sich schnell; Gewichtsveränderung >5% und/oder Verringerung der mech. Eigenschaften um mehr als 50%.

Tabelle 2

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

27

4.7. Physiologische Unbedenklichkeit von ZEDEX 100 A / K / MT

Aufgrund eingehender Untersuchungen können wir erklären, dass Produkte, die unter normalen Verarbeitungsbedingungen aus ZEDEX-100 hergestellt worden sind, den Anforderungen hinsichtlich Zusammensetzung und Gehaltes an extrahierbaren Bestandteilen entsprechen, wie diese enthalten sind in:

- den Empfehlungen des "Bundesgesundheitsamtes" (BGA) der BRD, (Empfehlung XVII) (Stand 01.08.1982, ohne Beschränkung, einschließlich Backen, Braten und Grillen. Amendements bis 15.04.1951.
- EEC - Unbedenklichkeit gegenüber Lebensmitteln für Länder in der EG 90/128, 89/109, 85/572, 82/711 und Vorschrift III/3141/89-EN (Rev.5) vom 01.08.1991.
- der Verordnung vom 10.01.1979 mit Amendements bis 29.08.1991 zur Ausführung der Artikel 2 und 5 des "Verpackingen- und Lebensmittelbeschuß" (Warengesetz) der Niederlande, Abschnitt A, Kapitel I, Paragraph 13.
Für Anwendungen bis über 100°C, einschließlich Backen, Braten und Grillen.
- der belgischen Gesetzgebung (königlicher Erlaß vom 25.08.1976 mit Amendements bis 06.11.1987).
Für Anwendungen bis 100°C, einschließlich Backen Braten und Grillen ohne Beschränkung.
- den Spezifikationen des französischen "Service de la Repression des Fraudes et Controle de la Qualité" (SRFCQ), Jounaux Officiels Broschüre Nr. 1227 vom 01.04.1990 von Frankreich Amendements bis 11.04.1990.
Für Anwendungen bis über 100°C, einschließlich Backen, Braten und Grillen ohne Beschränkung. (abgesehen von der allgemeinen Richtlinie, daß die Verwendung von Kunststoffolien für das Backen und Braten in einem Ofen nicht zugelassen ist.)
- der italienischen Gesetzgebung, Decreto Ministeriale vom 21.03.1973 mit Amendements bis 18.01.1991.
Für Anwendungen bis kuzzeitig über 100°C, einschließlich Backen, Braten und Grillen (Sterilisation).
- den Vorschriften der "Food and Drug Administration" (FDA) der USA, Paragraph 21. Absatz 170-199, 01.04.1991 einschließlich Backen, Braten und Grillen ohne Beschränkungen
(Bitte beachten Sie die allgemeine Ausnahme bezüglich Getränke mit einem Alkoholgehalt höher als 50 Volumenprozent).

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

28

Befestigung von Gleitführungen aus ZEDEX 100K

4.8. Befestigung von Gleitführungen aus ZEDEX 100K

Die Befestigung der Gleitführungen aus ZEDEX 100K sollte nach Möglichkeit durch Kleben vorgenommen werden. Materialdicken über 4mm sollten zusätzlich durch Messingschrauben gesichert werden.
Zum Verkleben der Gleitführungen aus ZEDEX 100 empfehlen wir je nach Umgebungstemperatur zwei unterschiedliche Klebtechnologien:

A. Für Umgebungstemperaturen von + 10° C bis + 60°C

Für Umgebungstemperaturen zwischen 10°C und 60°C empfehlen wir den Zwei-Komponenten Klebstoff Araldit AW 116 von der Firma CIBA-GEIGY in Verbindung mit dem Härter HV 953 U.

Diesen Klebstoff und Härter bieten wir speziell für unsere Kunden in kleinen Gebinden an.

Für diese Technologie muß der Kunststoffbelag von uns zum Kleben vorbehandelt sein!

Die Klebeanleitung für diese Technologie beginnt ab Seite 30.

B. Für Umgebungstemperaturen von - 30°C bis + 80°C

Für Umgebungstemperaturen zwischen -30°C und 80°C empfehlen wir den Einkomponenten Klebstoff „Wolf Klebstoff 100“. Durch eine Vorbehandlung mit dem Aktivator „Wolf Primer 100“ beider Klebeflächen ist eine Festigkeitssteigerung zu erreichen. Dies ist insbesondere bei dem verkleben mit Aluminium zu empfehlen.

Für diese Technologie darf der Kunststoffbelag nicht zum Kleben vorbehandelt sein, d.H. die Kunststoffoberfläche soll möglichst glatt sein! Dies muß bei der Bestellung berücksichtigt werden.

Die Klebeanleitung für diese Technologie beginnt ab Seite 35.

ZEDEX 100

Liefer-
programm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahn-
beläge

Gleit-
führungen

Verbund-
leisten

Preisliste

Liefer-
bedingungen

29

Für Umgebungstemperaturen von + 10° C bis + 60°C

4.9.Klebeanleitung für Umgebungs-temperaturen von +10°C bis +60°C

4.9.1. Vorbehandlung der zu verklebenden Oberflächen

4.9.1.1. ZEDEX 100K Oberfläche

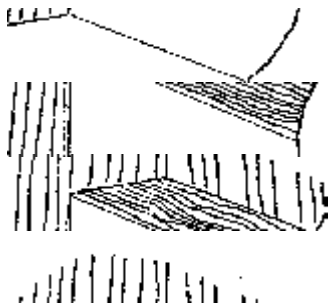
Die Gleitführungen müssen bei der Montage auf der Klebeseite prinzipiell gereinigt werden. Das Verkleben ohne jegliche Vorbehandlung darf nicht erfolgen.

Bei Verschmutzung während der Verarbeitung ist hier eine gründliche Reinigung der Klebseiten wie folgt erforderlich:

- Abreiben der Klebeflächen mit einem sauberen, in Fettlösungsmittel (Aceton, Trichlorethylen, Methyl- lenchlorid, niemals mit Alkohol, Benzin oder Lackverdünner) getränkten Tuch, solange bis ein weißes Tuch keine Verschmutzungserscheinungen mehr besitzt.
- Nach der Reinigung ist eine erneute Verunreinigung durch verschmutzte Finger zu vermeiden.

4.9.1.2. Metalloberfläche

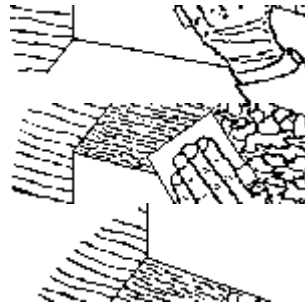
- Aufrauen der Metalloberfläche mit Schleifpapier mit einer Körnung von K80 bis K150, d.h. mit ca. 80-150 Schleifkörnern pro Quadratzentimeter.
- Anschliessend Reinigung der Klebefläche von Fett und Öl.



4.9.2. Auftragen des Klebstoffes

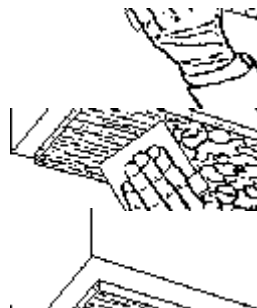
4.9.2.1. Metalloberfläche

- Klebstoff mit einer Spachtel ca. 0,2 mm dick auf die Metallführung auftragen.



4.9.2.2. ZEDEX 100K Oberfläche

- Den Klebstoff mit einer Spachtel ca. 0,2 mm dick auf die Gleitführung aus ZX-100 auftragen. Vertiefungen, Riefen und Poren bzw. Kammern müssen mit Klebstoff ausgefüllt sein.
- Der Klebstoff muß nach dem Auftragen eine geschlossene Oberfläche aufweisen. Luft- einschlüsse müssen vermieden werden, weil sonst die Klebefestigkeit dadurch erheblich vermindert wird.



ZEDEX 100

Liefer-
programm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahn-
beläge

Gleit-
führungen

Verbund-
leisten

Preisliste

Liefer-
bedingungen

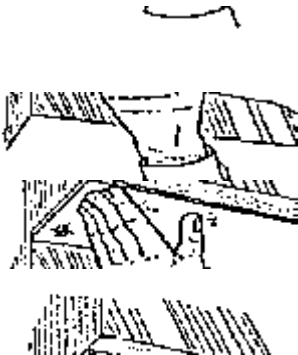
30

4.9.3. Zusammenfügen der Teile

- Beide mit Klebstoff bestrichenen Flächen, von einer Seite beginnend, durch Biegung des ZX-100K Belages aufeinanderlegen.



- Gleitführung aus ZX-100K durch Schieben in exakte Position bringen.

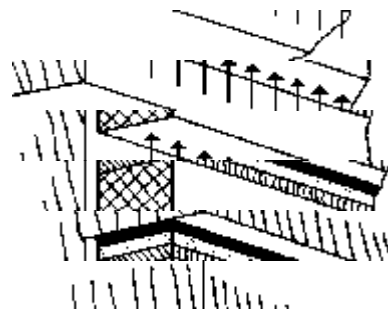


4.9.4. Aushärten der Klebung

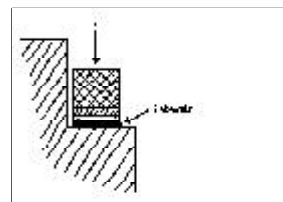
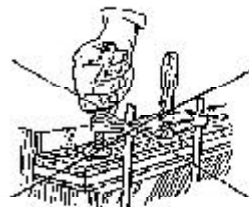
Nach dem Zusammenfügen der Teile muß der Klebstoff unter Belastung aushärten.

Folgende Maßnahmen sind dazu erforderlich :

- Zum Ausgleich von Dickentoleranzen einen Gummi streifen 2 bis 4 mm dick und einer Shorehärte von ca. 60° bis 80° auf die Gleitführung legen. Dieser sorgt für eine gleichmäßige Verteilung der Streckenlast.
- Zur Erzeugung des notwendigen Kontaktdruckes eine Streckenlast aufbringen, die einen spezifischen Flächendruck von 0,05 N/mm² erzeugt. Bei richtiger Belastung bildet sich ein gleichmäßiger Klebewulst.



keine Spannleisten,
Schraubzwingen verwenden



4.9.5. Versiegelung

Erforderlich bei extremer Beanspruchung der Klebestelle durch Kühlmittel, Mineralöle, Wasser u.s.w.

- Mit einem chemischen Primer, der für eine bessere Verklebung sorgt, den Versiegelungsbereich einstreichen.
- Klebefugen mit einer dauerelastischen Dichtungsmasse auf Silikon - Kautschuk - Basis versiegeln.
- Mit der Versiegelung der Klebstelle ist dann der Klebvorgang abgeschlossen.

Für Umgebungstemperaturen von + 10° C bis + 60°C

4.9.6. Klebstoffcharakteristik

Aspekt	Klebstoff AW 116	Härter HV 953U
Farbe	hellbeige, leicht thixtrophe Paste	hochviskose, hellgelbe Flüssigkeit
Viskosität, Brookfield (25°C)	30000 - 45000 mPa s	25000 - 40000 mPa s
Zugscherfestigkeit (DIN 53283) Härtung: 80min/80°C	>18N/mm ²	>18N/mm ²

	Araldit AW 116	Härter HV 953 U
Produktcharakteristik	Modifiziertes Epoxidharz auf Basis von Bisphenol	Mit tertiärem Amin modifiziertes Polyaminoamid
Flammpunkt [° C.] (Pensky-Martens)	126	110
Dichte [g/cm ³]	1,10	0,95
Lagerfähigkeit	2 Jahre	2 Jahre
Eigengeruch	gering	ja
Gefährliche Zersetzungs- produkte	Kohlenmonoxid und Kohlendioxid im Brandfall	Kohlenmonoxid,Kohl- lendioxid und andere toxische Gase und Dämpfe im Brandfall
Abfallbeseitigung	Normale Vernichtungs- methoden laut lokalen Vorschriften	Normale Vernichtungs- methoden laut lokalen Vorschriften

4.9.7.Lagerung

Die in dieser Gerauchsanweisung beschriebenen Komponenten sind bei 18-25° C, stets gut verschlossen und trocken, möglichst in den Originalgebinden zu lagern. Unter diesen Bedingungen entspricht die Lagerfähigkeit den in der Produktbeschreibung angegebenen Zeiten.

4.9.8. Verarbeitung

4.9.8.1. Mischungsverhältnis

	Gewichtsanteile	Volumenanteile
Araldit AW 116	100	100
Härter HV 953 U	50	60

Die beiden Komponenten sind sehr sorgfältig und so lange zu mischen, bis der Härter gleichmässig im Harz verteilt ist.

4.9.8.2. Mischviskosität

Anfangsmischviskosität bei 25°C 25000-30000 m Pas

4.9.8.3. Topfzeit

Die Topfzeit für eine Menge von 100 g Klebstoff beträgt bei 23°C mindestens 90 Minuten.

4.9.8.4.Härtungsbedingungen

Härtungstemperatur [°C]	10	23	40	60	80	100	120
Härtungsdauer [h]:	48	24	5	1	-	-	-
Härtungsdauer [min]	-	-	-	-	30	15	10
Zugscherfestigkeit [N/mm ²]	5	9	24	27	28	30	30

4.9.8.5.Maschinelle Verarbeitung

Zur Verarbeitung großer Klebstoffmengen haben Spezialfirmen Dosier-, Misch- und Auftragsgeräte entwickelt.

4.9.8.6. Reinigung der Werkzeuge

Die Reinigung der Werkzeuge erfolgt am besten mit warmem Schmierseifenwasser, und zwar bevor der Klebstoff angehärtet ist. Das Entfernen bereits gehärteter Harzreste ist mühsam und zeitraubend. Bei Verwendung eines Lösungsmittels, wie z.B. Aceton, sind die üblichen Vorsichtsmaßnahmen zu beachten. Eine Verschmutzung der Hände ist zu vermeiden.

ZEDEX 100

Liefer-
programm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahn-
beläge

Gleit-
führungen

Verbund-
leisten

Preisliste

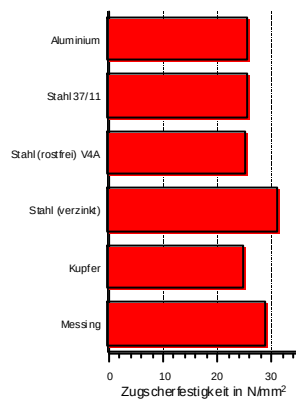
Liefer-
bedingungen

32

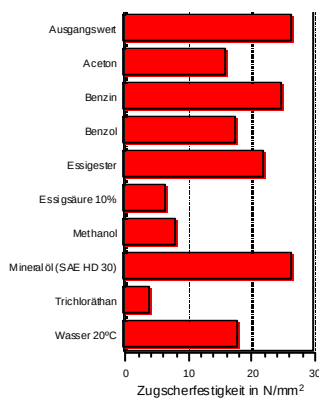
4.9.8.7. Endeigenschaften

Zur Ermittlung der Eigenschaftswerte werden, wenn nicht anders vermerkt, Standard-Prüfkörper aus Aluminium (Anticordal 100 B) von 170 x 25 x 1,5 mm verwendet. Überlappungslänge: 12,5 mm
Die folgenden Werte wurden nach Standardprüfverfahren an typischen Produktionschargen bestimmt und dienen ausschliesslich der technischen Information. Sie stellen keine Produktspezifikation dar.

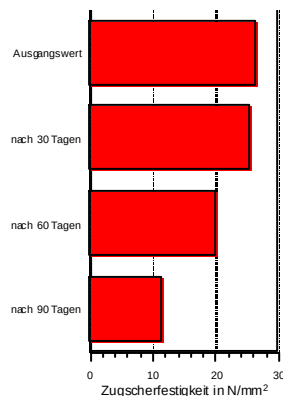
Zugscherfestigkeit verschiedener Metallverklebungen nach DIN 53283



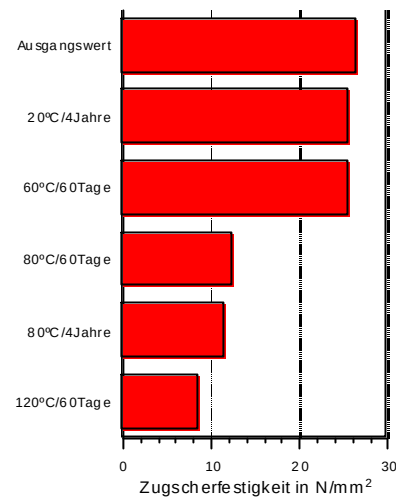
Zugscherfestigkeit nach Lagerung in verschiedenen Agenzien nach DIN 53283



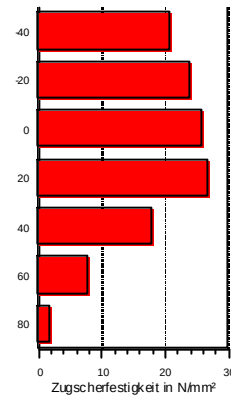
Zugscherfestigkeit nach Lagerung im Tropenklima (40/92) nach DIN 50015



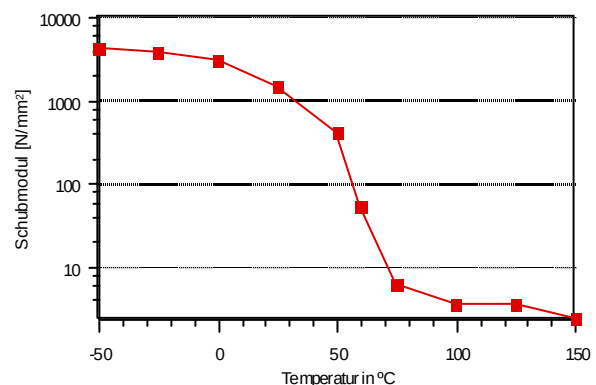
Zugscherfestigkeit nach Wärmealterung



Zugscherfestigkeit in Abhängigkeit der Temperatur nach DIN 53283



Schubmodul in Abhängigkeit der Temperatur nach DIN 53445



Für Umgebungstemperaturen von + 10° C bis + 60°C

4.9.8.8. Arbeitshygiene

Beim Umgang mit Reaktionsharzen sind die gültigen arbeitshygienischen und gesetzlichen Vorschriften zu beachten.

4.9.8.9. Massnahmen zur Arbeitshygiene

Schutzkleidung:

Handschuhe, Stulpen und Schutzbrillen sind obligatorisch.

4.9.8.10. Hautschutz

Vor Arbeitsbeginn und nach jeder Hautreinigung sollte die Haut mit einer Schutz oder Nährcreme geschützt werden.

4.9.8.11. Behandlung verschmutzter Hautpartien

Abtupfen mit saugfähigem Papier; Waschen mit warmen Wasser und alkalifreier Seife, keine Lösungsmittel verwenden.

4.9.8.12. Massnahmen zur Reinhaltung des Arbeitsplatzes

Helles Papier als Arbeitsunterlage, Wegwerfgefäße

4.9.8.13. Beseitigung von verschüttetem Material

Aufnehmen mit Sägemehl, Putzfäden oder Lappen, Abfallkübel mit Plastikauskleidung.

4.9.8.14. Ventilation im Arbeitsraum

3-5 malige Lüfterneuerung pro Stunde

4.9.8.15. Ventilation am Arbeitsplatz

Lokale Absaugvorrichtung, Vermeidung der Inhalation von Dämpfen.

4.9.8.16. Erste Hilfe

Versehentlich in die Augen gelangte Spritzer von Arbeitsstoffen sofort unter fließendem Wasser während 10 bis 15 Minuten auswaschen. Darauf in allen Fällen einen Augenarzt aufsuchen.

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

34

4.10. Klebeanleitung für Umgebungstemperaturen von - 30°C bis + 80°C

4.10.1 Vorbehandlung der zu verklebenden Oberflächen

4.10.1.1. ZEDEX 100 Oberfläche

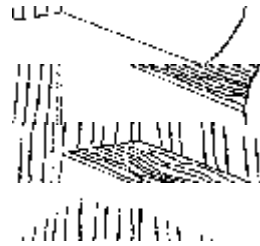
- Die Gleitführungen müssen prinzipiell auf der Klebeseite gereinigt werden. Das Verkleben ohne jegliche Vorbehandlung darf nicht erfolgen. Die Gleitführungen müssen ohne mech. Vorbehandlung zum Kleben ausgeführt sein, d.H. die Kunststoffoberfläche darf nicht "aufgeraut" sein.

Bei Verschmutzung während der Verarbeitung ist hier erneut eine Reinigung der Klebseiten wie folgt erforderlich:

- Abreiben der Klebeflächen mit einem sauberen, in Fettlösungsmittel (Aceton, Trichloräthylen, Methyl- lenchlorid, niemals mit Alkohol, Benzin oder Lackverdünner) getränkten Tuch, solange bis ein weißes Tuch keine Verschmutzungserscheinungen mehr besitzt. Nach der Reinigung ist eine erneute Verunreinigung durch verschmutzte Finger zu vermeiden.
- Durch eine Vorbehandlung beider Klebeflächen mit Wolf Primer 100 ist eine Festigkeitssteigerung zu erreichen. Dies ist insbesondere bei der Verklebung mit Aluminium zu empfehlen. Hierzu streicht man den ZX-100 Belag und das Metall mit Hilfe eines Naturhaarpinsels mit dem Primer gleichmäßig ein, bis die Oberfläche ganz bedeckt ist.

4.10.1.2. Metalloberfläche

- Aufrauen der Metalloberfläche mit Schleifpapier mit einer Körnung von K80 bis K150, d.h. mit ca. 80-150 Schleifkörnern pro Quadratzentimeter.
- Anschließend Reinigung der Klebefläche von Fett und Öl und evtl. Vorbehandlung mit Primer wie unter Punkt 4.10.1.1 beschrieben.



4.10.2. Auftragen des Klebstoffes

4.10.2.1. Metalloberfläche

Mit dem Klebstoffauftrag kann begonnen werden, wenn der Primer oder / und das Reinigungsmittel völlig abgetrocknet sind.

- Dann wird der Klebstoff mit Hilfe einer Kartuschenspritze einseitig auf die Metalloberfläche in Form von Raupen aufgetragen.



- Mit einer Zahnpachtel wird der Klebstoff zu einer gleichmäßig dicken Schicht von ca. 0,3 mm Dicke auf die Metalloberfläche auftragen. Vertiefungen, Riefen und Poren bzw. Kammern müssen mit Klebstoff ausgefüllt sein.

- Der Klebstoff muß nach dem Auftragen eine geschlossene Oberfläche aufweisen. Die Rillen, welche durch die Zahnpachtel erzeugt wurden müssen alle in Längsrichtung verlaufen.
- Lufteinschlüsse müssen vermieden werden, weil sonst die Klebefestigkeit dadurch erheblich vermindert wird.



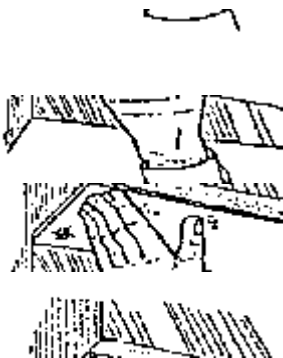
Für Umgebungstemperaturen von - 30°C bis + 80°C

4.10.2.2. Zusammenfügen der Teile

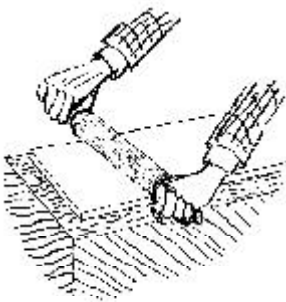
- Beide mit Klebstoff bestrichenen Flächen, von einer Seite beginnend, durch Biegung des ZX-100K Belages aufeinanderlegen.



- Gleitführung aus ZX-100 in exakte Position bringen.



- Danach mit einer Rolle den ZX-100 Belag andrücken, damit die restliche Luft entweichen kann. Dabei sollte die "Rollrichtung" mit der Richtung der Rillen in der Klebstoffschicht übereinstimmen.

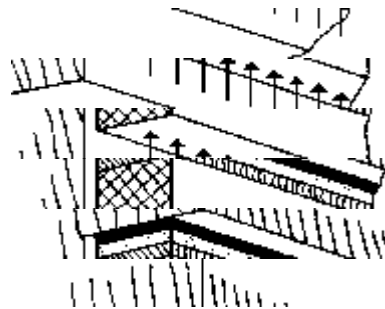


4.10.2.3. Aushärten der Klebung

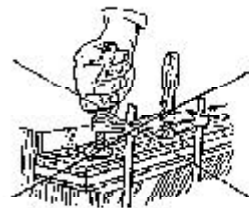
- Nach dem Zusammenfügen der Teile muß der Klebstoff unter Belastung aushärten.

Folgende Maßnahmen sind dazu erforderlich :

- Zum Ausgleich von Dickentoleranzen einen Gummistreifen 2 bis 4 mm dick und ca. 60 bis 80 Shore A auf die Gleitführung legen. Dieser sorgt für eine gleichmäßige Verteilung der Streckenlast.
- Zur Erzeugung des notwendigen Kontaktdruckes eine Streckenlast aufbringen, die einen spezifischen Flächendruck von 0,05 N/mm² erzeugt.
- Bei richtiger Belastung bildet sich eine gleichmäßige Klebewulst.



keine Spannrollen,
Schraubzwingen verwenden



4.10.2.4. Versiegelung

Eine Versiegelung des Klebspaltes ist bei Verwendung des Klebstoffes Wolf Klebstoff 100 nicht erforderlich.

ZEDEX 100

Liefer-
programm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahn-
beläge

Gleit-
führungen

Verbund-
leisten

Preisliste

Liefer-
bedingungen

36

4.10.3. Klebstoffcharakteristik

Produktcharakteristik	Wolf Klebstoff 100	Wolf Primer 100
Farbe, Aggregatzustand	schwarz pastös	farblos, flüssig
Siedebereich [° C]	-10	-88 bis -80
Schmelzbereich [°C]		+76 bis 80
Flammpunkt [°C]	>61	-1
Dichte [g/cm³]	1,2	0,91
Viskosität 20°C [m Pas]		10-15
Abfallschlüssel	55903	55370
Kennzeichnung nach EG Norm	enthält Isocyanat Verbindungen	leicht entzündlich, reizend

4.10.4. Lagerung

Die in dieser Gerauchsanweisung beschriebenen Komponenten sind bei 6 - 22° C, stets gut verschlossen und trocken, möglichst in den Originalgebinden zu lagern. Unter diesen Bedingungen entspricht die Lagerfähigkeit den in der Produktebeschreibung angegebenen Zeiten.

4.10.5. Klebstoff und Primerbedarf

Für eine Fläche von einem Quadratmeter wird ca. eine Klebstoffmenge von 0,5l benötigt.
Wenn zusätzlich noch geprimt wird, dann benötigt man ca. 0,05l Primer

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

37

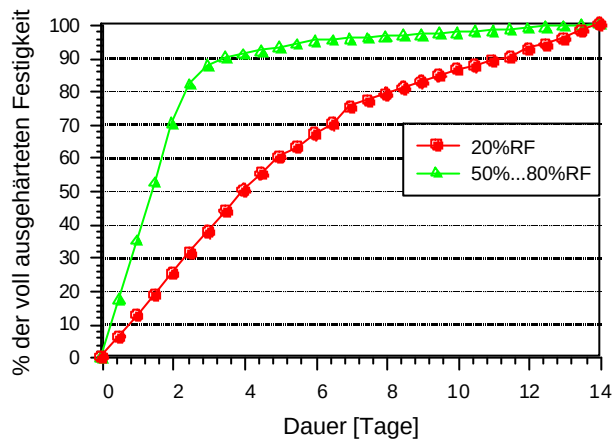
Für Umgebungstemperaturen von - 30°C bis + 80°C

4.10.6. Typisches Durchhärungsverhalten

4.10.6.1. Zeit bis zur vollen Aushärtung

Die Oberfläche des Klebstoffes wird berührtrocken nach einer Expositionszeit von 65 bis 75 min in einer Umgebung mit einer Feuchtigkeit von 50% und einer Umgebungstemperatur von 20-25°C.

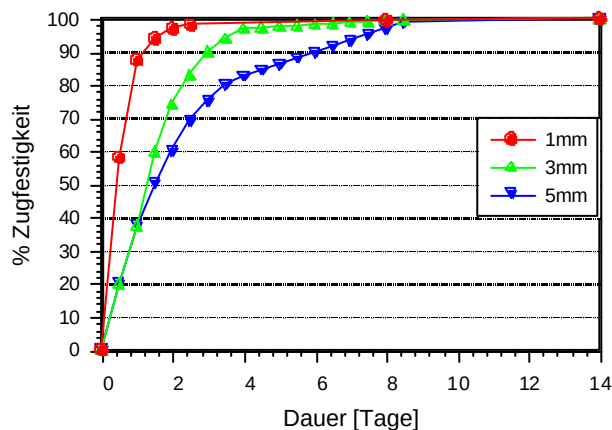
Das folgende Diagramm zeigt den Grad der Durchhärtung bei verschiedenen Luftfeuchtigkeiten. (Temperatur 22°C, auf Baustahl, mit Wolf Primer 100 geprimert, Spaltbreite 3mm, Festigkeit ermittelt gemäß ASTM D1002/DIN 53283)



4.10.6.2. Aushärtgeschwindigkeit in Funktion des Bindungsspalt

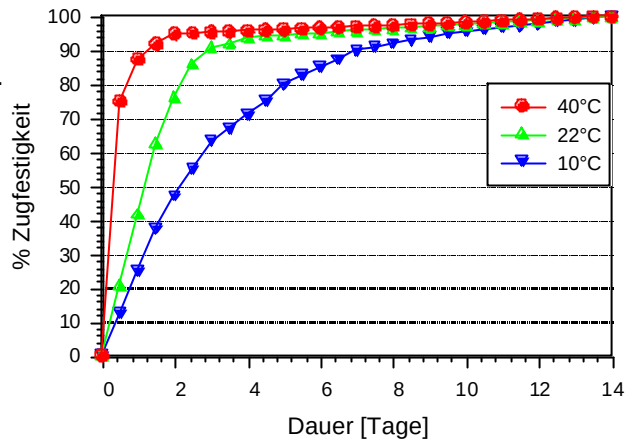
Das folgende Diagramm zeigt den Grad der Durchhärtung bei verschiedenen Spaltbreiten, bei 22°C und 50% relativer Luftfeuchte auf Baustahl, geprimert mit Wolf Primer 100.

Die Festigkeit ist ermittelt gemäß ASTM D1002/DIN 53283.



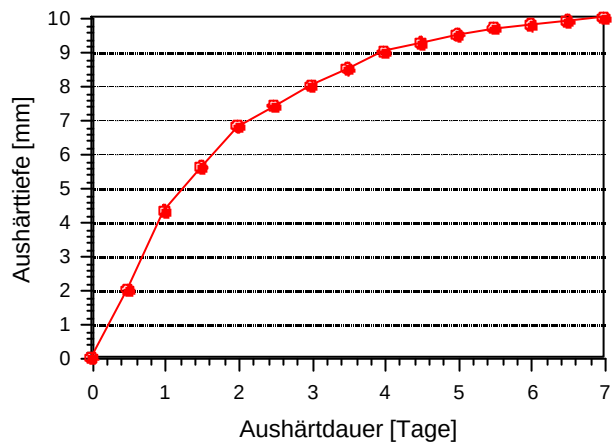
4.10.6.3. Aushärtezeit in Funktion der Temperatur

Das folgende Diagramm zeigt den Grad der Durchhärtung bei verschiedenen Temperaturen bei 50% relativer Luftfeuchte auf Baustahl, geprimert mit Wolf Primer 100 bei 3mm Spaltbreite. Die Festigkeit ist ermittelt gemäß ASTM D1002/DIN 53283.



4.10.6.4. Aushärttiefe

Das folgende Diagramm zeigt die Steigerung der Aushärttiefe in Funktion der Zeit, bei Aushärtung bei 22°C und 50% relativer Luftfeuchte.



ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

38

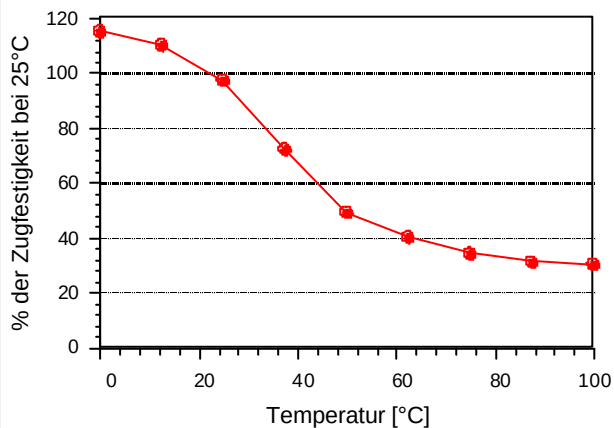
Für Umgebungstemperaturen von - 30°C bis + 80°C

4.10.7. Typische Kenndaten von durchgehärtetem Wolf Klebstoff 100 (nach 14 Tagen; 22°C; 50% relativer Luftfeuchtigkeit)

4.10.7.1. Mechanische Eigenschaften

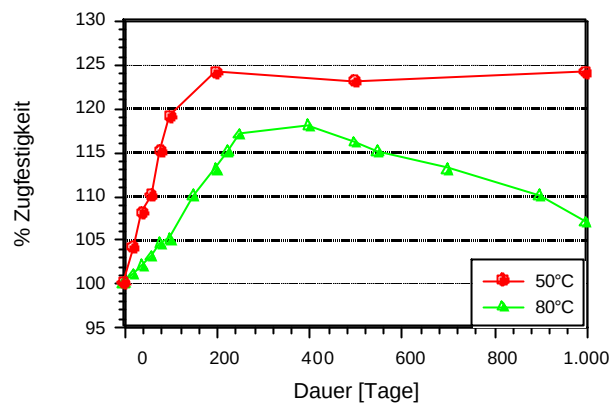
Eigenschaft	Norm ASTM	Einheit	Bemerkung	Wert
Shore Härte		A		22 - 30
Shore Härte		A	nach 1000 h	30 - 40
Reißdehnung	D638	%		600 - 700
Zugfestigkeit	D638	N/mm ²		1 - 2,5
Zug-E-Modul	D638	N/mm ²		0,4 - 0,8
Scherfestigkeit	D1002	N/mm ²	auf Baustahl	0,5 - 1,0
Scherfestigkeit	D1002	N/mm ²	auf G8Ms	0,7 - 1,5
T-Schälfestigkeit	D1876	N/mm ²	auf Baustahl	10

4.10.7.2. Zugfestigkeit bei Wärmealterung in Funktion der Temperatur



4.10.7.3. Alterung durch Wärmeeinwirkung gemessen

bei 22°C



4.10.8. Chemische Beständigkeit

Chemikalie	Temperatur [°C]	Konzentration [%]	Restfestigkeit nach 100h [%]	Restfestigkeit nach 500h [%]	Restfestigkeit nach 1000h [%]
Wasser	22		100	55	66
Luftfeuchtigkeit	40	95	115	100	95
Motorenöl	80		130	120	150
Schwefelsäure	22	6,5	100	100	90
Kochsüßlauge	22	7,5	95	95	95

Testprozedur: Zugfestigkeit ASTM D638
Aushärteprozedur: 14 Tage bei 22°C, 50% rel. Luftfeuchtigkeit

4.11. Allgemeiner Hinweis

Dieser Klebstoff wird nicht empfohlen für Einsatz in reinem Sauerstoff, und/oder sauerstoffreichen Systemen und sollte daher nicht als Dichtmittel für Chlor, oder andere stark oxidierende Materialien verwendet werden.

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

39

4.12.Spanabhebende Bearbeitung von ZEDEX 100

Allgemein

Die Bearbeitung von ZX-100 z.B. auf Drehmaschinen, Fräsmaschinen, Bohrmaschinen, Dicktenhobel, Abrichthobel und Ständerfräsmaschinen einschließlich der manuellen Bearbeitung durch Feilen, Schaben, Schleifen und Polieren macht keinerlei Sondermaschinen oder Sondereinrichtungen erforderlich.

Maschinen

Beim Bearbeiten von ZEDEX 100 treten sehr geringe spezifische Schnittkräfte auf. Dies ermöglicht es, dass für die Bearbeitung von Werkstücken aus ZEDEX 100 Maschinen mit geringerer Antriebsleistung als für die Bearbeitung des gleichen Teils aus Metallen ausreicht.

Zum Bearbeiten von ZEDEX 100 können die schnellaufenden Maschinen, die bei der Leichtmetall oder Holzbearbeitung zum Einsatz kommen, verwendet werden. Sie ermöglichen die hohen Arbeitsgeschwindigkeiten bei einem geringem Vorschub und bei großem Spanwinkel, die bei der Kunststoffverarbeitung erforderlich sind, um das Ausreißen des Werkstoffs und die Bildung von Wärmestaus möglichst gering zu halten.

Wird ZEDEX 100 durch die Bearbeitung übermäßig erwärmt, so kann es zum Schmelzen oder Verbrennen der Werkstücke oder Ausglühen der Werkzeuge kommen. Deshalb ist bei der Bearbeitung das Werkstücks gegebenenfalls zu kühlen.

Die beste Kühlung wird durch die Wärmeabfuhr über den Span mit einem Luftstrahl erreicht.

Sehr gute Ergebnisse werden auch durch Verwendung von Kühlwasser erreicht. Um das Hängen bleiben dieser Späne zu vermeiden, empfiehlt es sich, die Werkzeugspitzen abzurunden.

Werkzeuge

Allgemein gültig für alle Werkzeuge, die bei der Bearbeitung von Kunststoffen eingesetzt werden ist, daß sie sehr scharf sein müssen und einen großen Spanwinkel aufweisen sollten. Dabei kann die Schärfe der Werkzeuge nicht genug betont werden. Bei Werkzeugen mit zu geringem Spanwinkel und ohne ausreichend großen Freiwinkel neigen die Späne zum Schmelzen und zum Hängenbleiben an den Teilen.

Für das Bearbeiten von ZEDEX 100 eignet sich Werkzeugstahl nicht.

Mit Werkzeugen aus SS(Schnellarbeitsstahl) kann man wirtschaftliche Standzeiten erreichen; werden aber hohe Stückzahlen verlangt, so ist es besser, Werkzeuge aus HM (Hartmetall) einzusetzen.

Sehr enge Toleranzen über große Serien lassen sich mit diamantbestückten Werkzeugen erreichen.

Richtwerte für die Werkzeugauswahl:

SS Klasse EV 4, EV 4 Co, E Mo 5 V3

HM Sorten K 10 bis K 40

Werkzeuge, mit denen Metall bearbeitet worden ist, sind grundsätzlich nachzuschärfen, bevor ZEDEX 100 damit bearbeitet wird.

Spannen

Beim Spannen der Werkstücke sollte der niedrige E-Modul von ZEDEX-100 berücksichtigt werden, um eine Deformation durch zu hohen Spanndruck zu vermeiden.

Weiterhin sollte ein Spannen über einen längeren Zeitraum vermieden werden, da der langeinwirkende Spanndruck eine Maßveränderung und somit eine Verminderung des Spanndrucks beim Werkstück hervorruft.

Maßhaltigkeit

Bei Kunststoffteilen sind die Fertigungstoleranzen größer zu wählen als bei Metallen. Ebenso muss man darauf achten, dass die temperaturbedingten Maßänderungen um ca. eine Zehnerpotenz größer sind.

Maßgenaue Teile sollte man aus spannungsarmen Halbzeugen fertigen, diese Werkstücke sollten unter Umständen vor der Fertigung getempert werden. Werden größere ungleichmäßige Spanabnahmen erforderlich, empfiehlt sich je nach Toleranzanforderung ein grobes Vorarbeiten des Werkstückes und eine 24-stündige Auslagerung, um danach erst mit der Endbearbeitung zu beginnen.

Beseitigung von Spannungen

Bei der Herstellung von ZX-100-Halbzeugen ist es nicht immer zu vermeiden, daß innere Spannungen entstehen. Wir sind bemüht diese zu eliminieren, was aber nicht immer möglich ist.

Bei größeren Dimensionen können derartige restliche innere Spannungen beim Durchbohren zu Rissbildungen oder nachträglichen Dimensionsänderungen führen. Um Rissbildungen beim Durchbohren zu vermeiden, kann es in schwierigen Fällen notwendig sein, das Werkstück bis 130°C zu erwärmen und in noch warmem Zustand zu durchbohren und /oder vorzuarbeiten.

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

40

4.12.Spanabhebende Bearbeitung von ZEDEX 100

Tempern

Das Tempern von ZX-100 sollte in Wamluftöfen bei ca. 140 °C erfolgen.
Die Aufheizgeschwindigkeit des Ofens sollte 140° C/h nicht überschreiten.
Die Haltezeit lässt sich nach der Formel:

Haltezeit [h] = $3.874 - 0.03259 \cdot sk + 0,00105 \cdot sk^2$ ermitteln.
sk = Wanddicke des Halbzeuges in mm

Die Abkühlgeschwindigkeit des Ofens sollte 6°C/ h nicht überschreiten.

Sägen

Beim Trennen mit der Bandsäge ist eine Schnittgeschwindigkeit zwischen 8 und 25 m/s zu wählen, denn bei geringeren Geschwindigkeiten können ausgefrante Schnitte entstehen.
Als Bearbeitungsmaterial sollten nur Metallsägeblätter oder hartmetallbestückte Kreissägeblätter eingesetzt werden, die eine genügend große Zahnschränkung aufweisen. Die saubersten Schnittflächen werden dann erzielt, wenn das Sägeblatt nur wenige Millimeter über die zu trennenden ZEDEX-100 Platte hervorragt und der Sägevorgang zügig durchgeführt wird.

Schneiden

Tafeln aus ZEDEX 100 können mit einer Schlagschere geschnitten werden.

Feilen,Raspeln,Schaben

Beim Feilen haben sich grobgehauene Holzraspeln bewährt. Spezialfeilen mit einem der Rassel sehr ähnlichen Feilenhieb sind aber noch vorteilhafter. Diese haben Öffnungen im Feilenblatt, wodurch die beim Feilen abgetrennten Späne von der Werkstückoberfläche abgeführt werden können. Dadurch wird das Verschmieren der Oberfläche verhindert.

Durch ihre Gestaltung genügt ein leichtes Abklopfen, um die Späne aus der Feile zu entfernen.

Um eine geglättete Oberfläche bei Werkstücken, die mit der Feile oder Rassel bearbeitet wurden, zu erreichen, wird eine scharfe Ziehklinge verwendet. Mit diesem Werkzeug kann man auch scharfe Kanten am Kunststoffwerkstück brechen. Zum Vorbereiten von Schweißfugen wird ein sogenanntes Kehleisen oder ein Herzscharer verwendet.

Scharer, die zum Glätten von Kehlnähten verwendet werden, sollten einen Radius von mindestens 2 mm aufweisen, denn durch die dabei entstehenden gut abgerundeten Übergänge können keine störenden Kerbspannungen entstehen.

Bohren

Zum Bohren von ZEDEX 100 eignen sich Spiralbohrer nach DIN 1412, die auch in der Metallverarbeitung eingesetzt werden.

Um einen Wärmestau bei tiefen Bohrungen zu vermeiden, soll man den Bohrer mit Bohröl bzw. mit Druckluft kühlen, häufig lüften und die Späne ausbringen.

Zweischneider mit Führungszapfen werden für Bohrungen über 30 mm verwendet. Kreisschneider können nur für dünne Tafeln verwendet werden.

Tiefe Bohrungen über 50 mm Durchmesser werden am günstigsten mit Aufbohr- und Senkwerkzeugsystemen der Fa. RASMUC oder mit einem Wohlhaupter Bohrkopf ausgeführt.

Für Präzisionsbohrungen sollte das Bohren in zwei Arbeitsgängen erfolgen, d.h. vorbohren, Material erkalten lassen und nachbohren. Sehr eng tolerierte Bohrungen werden durch Aufreiben mit einer Reibahle - nach DIN 206, DIN 212, DIN 219 - erreicht. Die Bohrungen sollten mit 0.1mm Bearbeitungszugabe vorgebohrt werden.

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

41

4.12.Spanabhebende Bearbeitung von ZEDEX 100

Fräsen

Um die große Zerspanungswärme , die beim Fräsen von ZEDEX 100 entsteht, abführen zu können, empfiehlt es sich, auch beim Fräsen einen möglichst großen Spanungsquerschnitt zu wählen.

Diese Bedingung lässt sich durch einen großen Vorschub ,große Schnitttiefe und einer nicht zu hohen Schnittgeschwindigkeit erreichen.

Die Oberflächengüte beim Umfangsfräsen von ZEDEX 100 wird allein von der Hauptschneide bestimmt.

Beim Bearbeiten mit einem Umfangsfräser wird die Oberflächengüte durch die Schneidengeometrie und ganz besonders vom Vorschub beeinflusst.

Mit einschneidigen Werkzeugen sind größte Schnittleistungen bei hohen Oberflächengüten zu erreichen.

Bei Werkzeugen mit mehreren Schneiden kommt es zum Verkeilen der kommaförmigen Späne bei den nachfolgenden Schneiden, je größer die Schneidenzahl des Werkzeugs ist.

Zahnräder mit hoher Verzahnungsqualität, die beim Spritzgießen nicht erzielt werden kann, werden mit dem Abwälzfräser gefertigt.

Drehen

Beim Drehen von ZEDEX 100 sind hohe Vorschübe und große Spanquerschnitte anzustreben.

Um eine Oberfläche mit besonders hoher Qualität zu fertigen, sollte die Schneide als Breitschlichtschneide ausgeführt sein. Ebenfalls sollte die geforderte Werkstückkontur und die Oberflächenqualität in einem Arbeitsgang erreicht werden.

Bei Innenausdrehungen sind die normalen Innenausdrehstähle einsetzbar, man muss nur auf eine stetige Spanabfuhr achten. Deshalb sind für Innenausdrehungen, bei denen eine hohe Oberflächenqualität gefordert ist, Spezialbohrer mit einem Drallwinkel von 15 Grad zu bevorzugen.

Hobeln

Zum Bearbeiten von ZEDEX 100 können sowohl Holzbearbeitungsmaschinen-, Abricht-, Dickten-hobelmaschinen- als auch Metallverarbeitungsmaschinen-Shaping und Langhobelmaschinen verwendet werden.

Gewindeherstellung

Die Kernlochbohrungen für Gewinde sollten ca. 0,2 mm im Durchmesser kleiner ausgeführt werden als es bei der Metallbearbeitung üblich ist.

Gewindeschneiden mit einem Schneideisen ist ohne Probleme möglich.

Für die Herstellung von Gewindebohrungen können die in der Metallbearbeitung üblichen Gewindebohrer verwendet werden.

Schleifen,Polieren

Im Allgemeinen lässt sich ZEDEX 100 schleifen und polieren, man muss nur darauf achten,dass nicht durch zu hohen Anpressdruck zu hohe Reibungswärme an der zu bearbeitenden Oberfläche entsteht.

Beim Schleifen sind handelsübliche Schleifbänder und Schleifscheiben, mit möglichst grober Körnung einsetzbar.

Nach Möglichkeit sollte beim Schleifen eine ausreichende Kühlflüssigkeit auf die Schleifscheibe gestrahlt werden, damit die Poren nicht durch Kunststoffpartikel zugesetzt werden. In jedem Falle grobkörnige Schleifscheiben verwenden.

Rändeln

ZEDEX 100 kann gerändelt werden. Als Rändelwerkzeug können sowohl radial- wie axial-, Einfach- oder Doppelrollen eingesetzt werden.

ZEDEX 100

Liefer-
programm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahn-
beläge

Gleit-
führungen

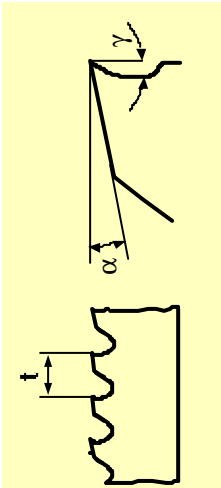
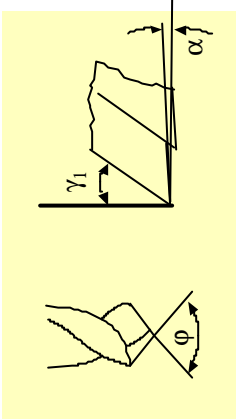
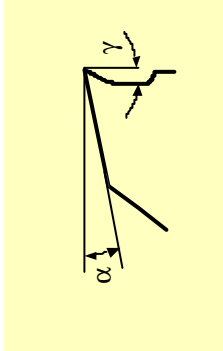
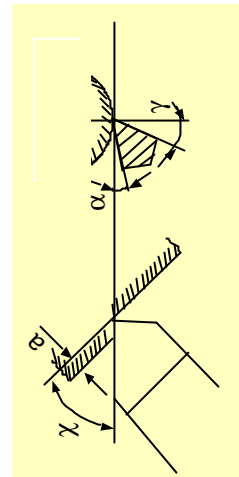
Verbund-
leisten

Preisliste

Liefer-
bedingungen

42

4.12.Spanabhebende Bearbeitung von ZEDEX 100

Trennen (Sägen) von ZEDEX 100										Bohren von ZEDEX 100									
 α = Freiwinkel [°] γ = Spanwinkel [°] v = Schnittgeschwindigkeit [m/min] t = Zahnteilung [mm] = Zahnteilung [mm] Index K = Kreissäge Index B = Bandsäge										 α = Freiwinkel [°] γ_1 = Spanwinkel [°] ϕ = Spitzenwinkel [°] v = Schnittgeschwindigkeit [m/min] S = Vorschub [mm/U]									
Werkzeug	α	γ_K	γ_B	t	V_K	V_B	Werkzeug	α	γ_1	ϕ	v	S							
SS	30 bis 40	5 bis 8	0 bis 8	2 bis 8	bis 3000	bis 3000	SS	0 bis 12	3 bis 5	60 bis 90	50 bis 100	0,2 bis 0,5							
HM	10 bis 15	0 bis 5	0 bis 8	2 bis 8	bis 3000	bis 3000													
Fräsen von ZEDEX 100										Drehen von ZEDEX 100									
 α = Freiwinkel [°] γ = Spanwinkel [°] v = Schnittgeschwindigkeit [m/min] S = Vorschub [mm/Zahn] a = Vorschub [mm/Zahn] = Spantiefe [mm]										 α = Freiwinkel [°] γ = Spanwinkel [°] χ = Einstellwinkel [°] v = Schnittgeschwindigkeit [m/min] S = Vorschub [mm/Zahn] a = Vorschub [mm/Zahn] = Spantiefe [mm]									
Werkzeugwerkstoff	α	γ	v	Werkzeug	α	γ	χ	v	S	a									
SS	5 bis 15	bis 15	bis 1000	SS	5 bis 15	0 bis 10	45 bis 60	200 ... 500	0,1 bis 0,5	bis 6									
				HM	5 bis 10	0 bis 4	ca.15	200 ... 300	0,1 bis 0,2	bis 6									
Lieferbedingungen	Preisliste	Verbundleisten	Gleitführungen	Gleitbahnbeläge	Platten	Konstruktion	Forschung	Lieferprogramm	ZEDEX 100										
43																			

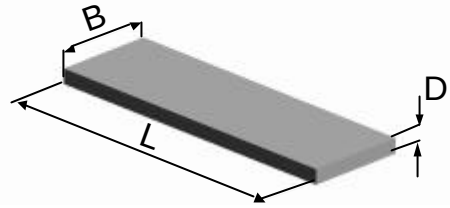
5.Standard - Platten aus ZEDEX 100

Toleranzen:

Bei der Dickentoleranz D_{min} wird bei 90% aller Platten das Nennmaß nicht unterschritten.

Lieferzeit:

alle Platten ab Lager lieferbar
Plattenzuschnitte auf Anfrage



ZEDEX 100

Liefer-
programm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahn-
beläge

Gleit-
führungen

Verbund-
leisten

Preisliste

Liefer-
bedingungen

44

Artikelnummer	D mm	D max mm	D min mm	B mm	B max mm	L mm	L max mm	Gewicht kg
HZPA1K002012	1.0	1,20	0,9	1000	1020	2000	2020	3.3
HZPA1K002011	1.0	1,20	0,9	1000	1020	1000	1020	1.65
HZPA1K003012	1.5	1,60	1,4	1000	1020	2000	2020	4.5
HZPA1K003011	1.5	1,60	1,4	1000	1020	1000	1020	2.25
HZPA1K004012	2.0	2,15	1,85	1000	1020	2000	2020	5.7
HZPA1K004011	2.0	2,15	1,85	1000	1020	1000	1020	2.85
HZPA1K005012	2.5	2,65	2,35	1000	1020	2000	2020	7.4
HZPA1K005011	2.5	2,65	2,35	1000	1020	1000	1020	3.7
HZPA1K006012	3.0	3,3	2,8	1000	1020	2000	2020	8.7
HZPA1K006011	3.0	3,3	2,8	1000	1020	1000	1020	4.35
HZPA1K008012	4.0	4,3	3,8	1000	1020	2000	2020	11.9
HZPA1K008011	4.0	4,3	3,8	1000	1020	1000	1020	5.95
HZPA1K010012	5.0	5,3	4,75	1000	1020	2000	2020	14.7
HZPA1K010011	5.0	5,3	4,75	1000	1020	1000	1020	7.35
HZPA1K012012	6.0	6,35	5,7	1000	1020	2000	2020	17.6
HZPA1K012011	6.0	6,35	5,7	1000	1020	1000	1020	8.8
HZPA1K016012	8.0	8,85	8,0	1000	1020	2000	2020	25.1
HZPA1K016011	8.0	8,85	8,0	1000	1020	1000	1020	12.55
HZPA1K020062	10.0	11,5	10,0	600	620	2000	2020	20.5
HZPA1K020011	10.0	10,9	10,0	1000	1020	1000	1020	15.25
HZPA1K024062	12.0	13,5	12,0	600	620	2000	2020	25.9
HZPA1K024061	12.0	13,5	12,0	600	620	1000	1020	12.95
HZPA1K030062	15.0	16,8	15,0	600	620	2000	2020	29.1
HZPA1K030061	15.0	16,8	15,0	600	620	1000	1020	14.55
HZPA1K040062	20.0	21,8	20,0	600	620	2000	2020	38.2
HZPA1K040061	20.0	21,8	20,0	600	620	1000	1020	19.1
HZPA1K050062	25.0	26,2	25,0	600	620	2000	2020	44.6
HZPA1K050061	25.0	26,2	25,0	600	620	1000	1020	22.3
HZPA1K060062	30.0	33,2	30,0	600	620	2000	2020	55.3
HZPA1K060061	30.0	33,2	30,0	600	620	1000	1020	27.65
HZPA1K070062	35.0	39,5	35,0	600	620	2000	2020	65.8
HZPA1K070061	35.0	39,5	35,0	600	620	1000	1020	32.9
HZPA1K080062	40.0	42,3	40,0	600	620	2000	2020	71.2
HZPA1K080061	40.0	42,3	40,0	600	620	1000	1020	35.6
HZPA1K100062	50.0	52,0	50,0	600	620	2000	2020	88.2
HZPA1K100061	50.0	52,0	50,0	600	620	1000	1020	44.1

7. Gleitführungen nach Kundenzeichnungen aus ZEDEX 100K

Vorteile:

- leicht austauschbar
- hoch belastbar
- hoher zulässiger Temperaturbereich (-30 Grad C. bis +50 Grad C.)
- preisgünstig

Standardausführung:

Kunststoffschiene : ZEDEX 100K
ohne Nutenstruktur
auf Anfrage auch höherwertige
Materialkombinationen lieferbar

Sonderausführung: mit Nutenstruktur
s.S.47

Abmessungen:

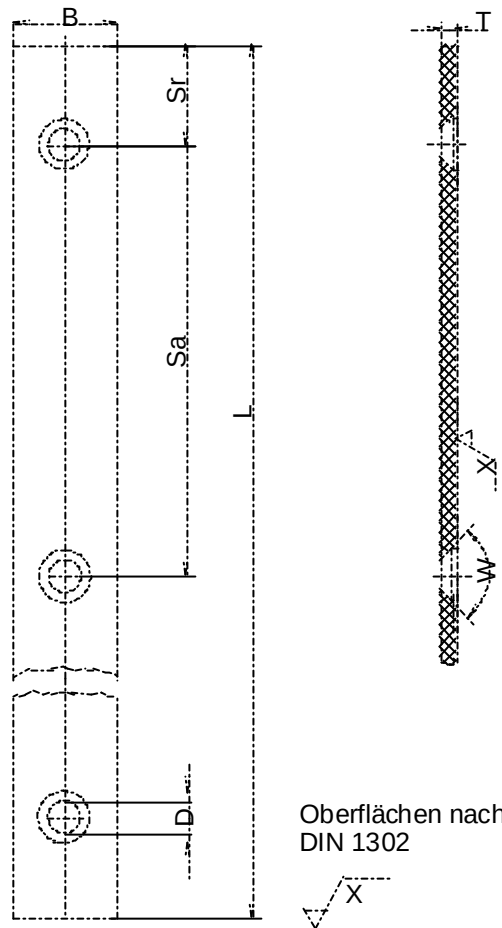
innerhalb der angegebenen Grenzen
frei wählbar.

Befestigung:

Fertig bearbeitet zum Verschrauben
mit Messing Senkkopfschrauben oder
durch Kleben.

Fertigung:

nur nach Kundenzeichnung



Abmessungsbereich für Gleitführungen:

B [mm]	L [mm]	T [mm]	Nuten	Bohrungen
<500	< 2000	1,5 bis 50	alle Formen alle Geometrien	alle Abstände alle Geometrien

Toleranzen und Oberflächenangaben für Gleitführungen:

B [mm]	L [mm]	T [mm]	X [$\mu\text{m Ra}$]	Sa, Sr [mm]
DIN 7168m	DIN 7168m	+0,02 -0,02	0,8	+0,1 -0,1

ZEDEX 100

Liefer-
programm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahn-
beläge

Gleit-
führungen

Verbund-
leisten

Preisliste

Liefer-
bedingungen

46

8. Verbundleisten aus ZEDEX 100 / Stahl

ZEDEX 100

Lieferprogramm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahnbeläge

Gleitführungen

Verbundleisten

Preisliste

Lieferbedingungen

47

Vorteile:

- keine Klebearbeiten erforderlich
- keine Nacharbeit zum Erreichen höchster Präzision erforderlich
- leicht austauschbar
- höherer zulässiger Temperaturbereich (-30 Grad C bis +50 Grad C)
- höhere Druckbelastbarkeit
- verminderte Reibung
- schmutzunempfindlich

Standardausführung:

Stahlrücken: St 2k

Kunststoffschicht : ZEDEX 100K

ohne Nutenstruktur

auf Anfrage auch höherwertige Materialkombinationen lieferbar

Sonderausführung: mit Nutenstruktur wie abgebildet

Abmessungen:

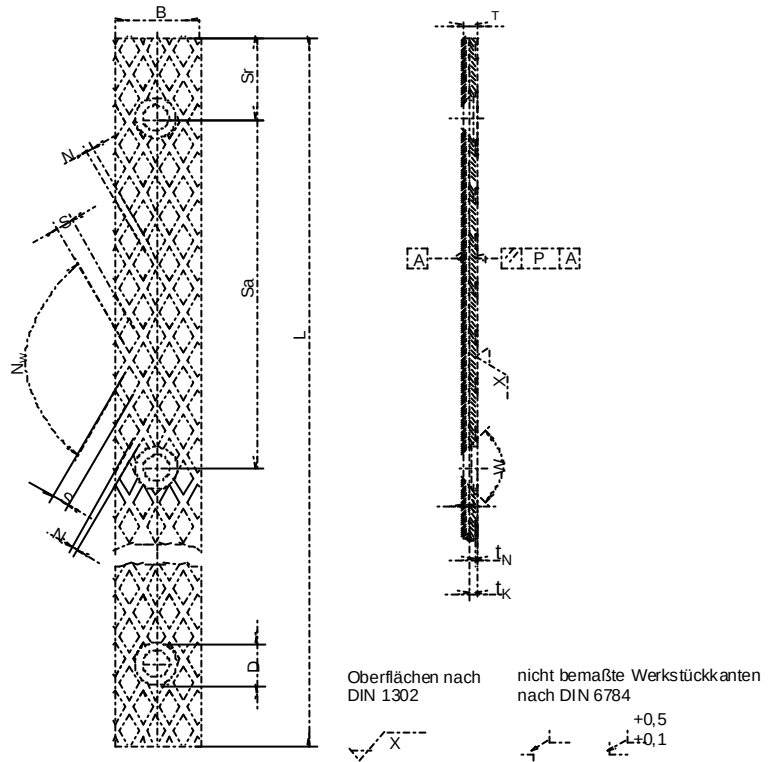
innerhalb der angegebenen Grenzen frei wählbar.

Befestigung:

Fertig bearbeitet zum Verschrauben mit Messing Senkkopfschrauben oder durch Punktschweißen.

Fertigung:

nur nach Kundenzeichnung



Abmessungsbereich für Verbundleisten:

B [mm]	L [mm]	T [mm]	t _k	t _N , N _w , N, s[mm]
<100	< 2000	3-24	1-4	frei wählbar, je nach Anwendungsfall

Toleranzen und Oberflächenangaben für Verbundleisten:

B, L [mm]	T [mm]	t _k [mm], t _N [mm]	t _s [mm], D[mm]	X [µm Ra]	Sa, S _r [mm]
DIN 7168m	+0,02 -0,02	DIN 7168m	DIN 74m	0,8	+0,1 -0,1

10.Verkaufs- und Lieferbedingungen

Allgemeines

Falls keine besonderen Vereinbarungen getroffen werden, gelten grundsätzlich für unsere Verkäufe ausschließlich unsere nachfolgenden Bedingungen. Die Einkaufsbedingungen des Bestellers verpflichten uns nicht, auch wenn wir ihnen nicht ausdrücklich widersprechen.

1. Bestellung

Eine Bestellung gilt erst als angenommen, wenn sie von uns schriftlich bestätigt ist. Mündliche und fernmündliche Abreden haben, soweit sie von uns nicht schriftlich bestätigt wurden, keine Gültigkeit. Für den Umfang unserer Lieferverpflichtungen sind ausschließlich die Angaben in unserer schriftlichen Auftragsbestätigung maßgebend. Nachträgliche Änderungswünsche des Bestellers sind für uns erst mit unserer schriftlichen Bestätigung verbindlich; dabei behalten wir uns die Berechnung eines Mehrpreises vor.

2. Preise

Unsere Preise sind Nettopreise und haben Gültigkeit ab Werk ausschließlich Verpackung, zuzüglich MwSt. Sollte bis zur Lieferung eine Erhöhung der Löhne und/oder des Materialpreises eintreten, behalten wir uns eine Preisänderung vor.

3. Lieferzeiten

Die angegebenen Lieferzeiten sind als ungefähr zu betrachten und können infolge höherer Gewalt, Rohstoffmangel, usw., soweit uns keine Schuld trifft, verlängert werden. Verzugsstrafen, oder sonstige Schadensersatzansprüche für verzögerte Lieferungen sind ausgeschlossen. Als versandfertig gemeldete Ware muss der Käufer sofort abrufen. Im anderen Fall sind wir berechtigt, sie auf Kosten und Gefahr des Käufers nach eigenem Ermessen zu lagern. Werden Aufträge aus irgendwelchen Gründen sistiert oder annulliert, sind die im Fertigungsumlauf befindlichen Teile vom Auftraggeber zu bezahlen.

4. Abweichungen und Gewichte

Abmessungen, Gewichte und Abbildungen in Angeboten und Preislisten sind für uns unverbindlich und für die Berechnung nicht maßgebend. Für die Abrechnung und Bezahlung ist das von uns festgestellte Gewicht maßgebend. Handelsübliche Abweichungen der Ware in Qualität, Maßgenauigkeit und Farbton bleiben vorbehalten. Gestattet sind auch Abweichungen der bestellten Warenmenge bis zu +5% und bei Sonderanfertigungen bis zu +10%.

5. Verpackung

Sonderverpackungen werden zum Selbstkostenpreis berechnet und nicht wieder zurückgenommen.

6. Versand

Sofern nichts Besonderes vereinbart ist, geschieht der Versand nach unserem Ermessen auf die bestmögliche Art. Die Gefahr geht mit Abgang der Ware vom Werk auf den Besteller über. Die Transportversicherung muß in jedem Falle vom Käufer vorgenommen werden.

7.A Gewähr

Für gelieferte Erzeugnisse wird in der Weise Gewähr übernommen, dass Stücke, an denen Stoff- oder Herstellungsfehler, welche die Verwendbarkeit der Stücke ausschließen, einwandfrei nachgewiesen werden, nach Wahl des Lieferwerkes zum berechneten Preis zurückgenommen oder durch neue, der ursprünglichen Bestellung entsprechende Stücke kostenlos ersetzt werden. Die untauglichen Stücke sind zurückzugeben. Jede weitere Verbindlichkeit und etwaige Ansprüche auf Vergütung von Schadenersatz, wozu auch Verzugsstrafe zu rechnen ist, von Arbeitslöhnen, Fracht- und Verpackungskosten werden ausdrücklich abgelehnt. Beanstandungen hinsichtlich Stückzahl, Gewicht oder Güte der Waren können nur dann berücksichtigt werden, wenn sie vom Käufer innerhalb der gesetzlichen Frist, jedoch bei äußerlich erkennbaren Mängeln nicht später als 2 Monate nach Empfang der Ware schriftlich angezeigt werden. Der Mängelanspruch verjährt spätestens einen Monat nach schriftlicher Zurückweisung der Mängelrüge durch uns.

7.B Produzentenhaftung

Haftung für Schäden, die nachweisbar durch die von uns gelieferten Produkte eingetreten sind, wird grundsätzlich nur in Höhe von max. 15% unseres Verkaufswertes übernommen. Weitere Ansprüche lehnen wir ab.

8. Zahlungsbedingungen

Diese Preise gelten rein netto Kasse und sind zahlbar:

-bis 15.000 Euro Rechnungsnettowert innerhalb 10 Tagen nach Rechnungsdatum abzüglich 2% Skonto oder innerhalb 30 Tagen netto,

-über 15.000 Euro Rechnungsnettowert 1/3 bei Auftragserteilung, 1/3 bei Versandbereitschaft der Ware, 1/3 innerhalb 10 Tagen nach Rechnungsdatum abzüglich 2% Skonto oder innerhalb 30 Tagen netto. Die Zurückhaltung von Zahlungen wegen irgendwelcher, von uns nicht anerkannten Gegenansprüchen des Bestellers ist nicht statthaft, ebensowenig die Aufrechnung mit solchen. Scheck- und Wechselhergaben gelten erst nach Einlösung als Zahlung. Die Wechselgegennahme bedarf immer einer Vereinbarung mit uns. Bei Hereinnahme von Wechseln werden die bankmäßigen Diskont- und Einziehungsspesen berechnet. Sie sind sofort und in bar zu bezahlen. Bei Zahlungsverzug werden ab Fälligkeitsdatum Verzugszinsen in Höhe von 4% über dem Diskontsatz der Deutschen Bundesbank berechnet.

9. Eigentumsvorbehalt

Alle gelieferten Waren bleiben bis zur völligen Bezahlung sämtlicher Forderungen und bis zum Ausgleich eines etwaigen Kontokorrentschuldaldos des Käufers unser Eigentum. Die Ware darf in diesem Falle weder verpfändet, noch zur Sicherung übereignet werden. Pfändungen durch Dritte sind uns unverzüglich anzuzeigen. Der Eigentumsvorbehalt erstreckt sich auch auf die durch Verarbeitung entstehenden Erzeugnisse, insoweit gilt der Käufer für uns als Verwahrer. Bis zur restlosen Bezahlung gelten Forderungen des Käufers aus dem Weiterverkauf verarbeiteter oder unverarbeiteter Ware an Dritte in Höhe unserer jeweils noch offenstehenden Forderungen als an uns abgetreten. Der Käufer erkennt diese Abtretung ausdrücklich an.

10. Verwendung der Ware

Wir haften nicht für eine etwaige Nichteignung der Ware für den vom Käufer bestimmten Zweck. Schäden, die durch Weiterverarbeitung der Ware entstehen, werden von uns nicht ersetzt. Sofern wir für die Anwendung unserer Erzeugnisse eine technische Beratung oder Hilfe leisten, erfolgt diese nach dem jeweiligen Stand der Technik. Hieraus können jedoch Gewährleistungs- oder Ersatzansprüche nicht hergeleitet werden.

11. GERICHTSSTAND

ist Kerpen.

12. ERFÜLLUNGSORT

ist Kerpen-Turnich.

ZEDEX 100

Liefer-
programm

Forschung

Konstruktion

Platten

Gleitbahn-
beläge

Gleit-
führungen

Verbund-
leisten

Preisliste

Liefer-
bedingungen

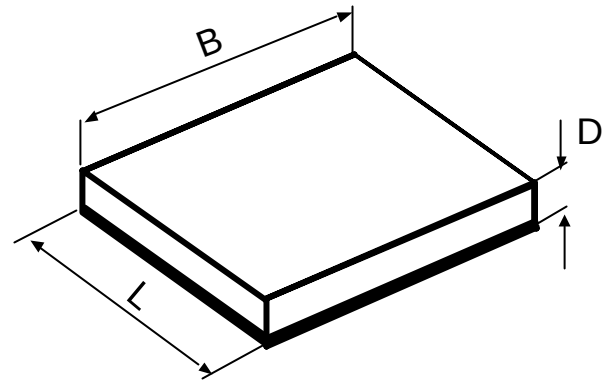
49

Anfragevordruck für Platten- und Gleitbahnbelagzuschnitte zur Preis- und Lieferzeitermittlung

WOLF KUNSTSTOFF-GLEITLAGER GmbH
Heisenbergstr. 63-65
50169 Kerpen
Fax: 02237-9749-20
email: info@plasticbearings.com

Abteilung:
Verkauf Tel. 02237-9749-13

Absender:
Anschrift (Stempel)



Anfrage ☐ Bestellung ☐
(Zutreffendes bitte ankreuzen)

Pos.	Material	Dicke [mm]	Länge [mm]	Breite [mm]	Anzahl Stück	Klebefläche	Preis [Euro]	Liefertermin Woche
1	ZX-100K	+ -	+ -	+ -		Ja = Gleitbahnbelag Nein = Platte		
2	ZX-100K	+ -	+ -	+ -		Ja = Gleitbahnbelag Nein = Platte		
3	ZX-100K	+ -	+ -	+ -		Ja = Gleitbahnbelag Nein = Platte		
4	ZX-100K	+ -	+ -	+ -		Ja = Gleitbahnbelag Nein = Platte		
5	ZX-100K	+ -	+ -	+ -		Ja = Gleitbahnbelag Nein = Platte		
6	ZX-100K	+ -	+ -	+ -		Ja = Gleitbahnbelag Nein = Platte		
7	ZX-100K	+ -	+ -	+ -		Ja = Gleitbahnbelag Nein = Platte		
8	ZX-100K	+ -	+ -	+ -		Ja = Gleitbahnbelag Nein = Platte		

Sonstiges:

Datum/Unterschrift

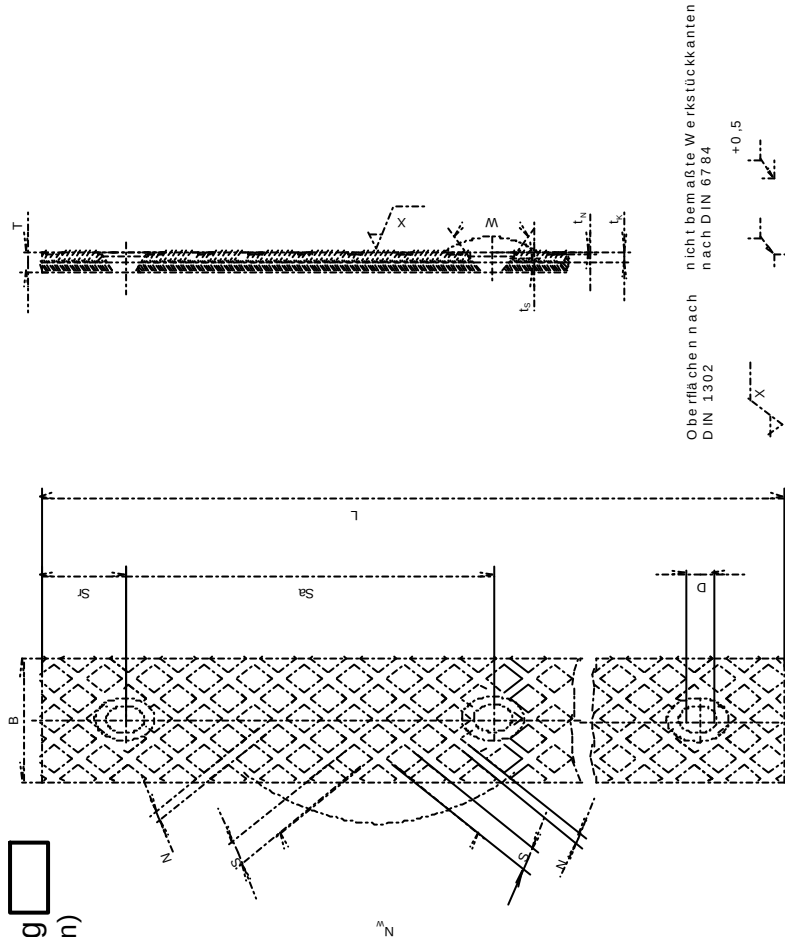
Abmessungen: mindestens 1,5mm dick
max. bis 8mm x 1000mm x 2000mm
bzw. bis 50mm x 600mm x 2000mm

Anfragevordruck für Verbundleisten

Anfrage ☐ Bestellung ☐
(Zutreffendes bitte ankreuzen)

WOLF
KUNSTSTOFF-GLEITLAGER GmbH
Heisenbergstr. 63-65
D-50169 Kerpen
Telefon: 02237-9749-13
Fax: 02237-9749-20
email info@plasticbearings.com

Absender:
Anschrift (Stempel)



Pos.	Länge L [mm]	Breite B [mm]	Dicke T [mm]	Stahldicke t _s [mm]	Kunststoffdicke t _k [mm]	Nutttiefe t _n [mm]
1	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+
Pos.	Durchmesser D [mm]	Bohrungsabstand S _a [mm]	Randabstand S _r [mm]	Senkungswinkel W [°]	Nutbreite N [mm]	Stegbreite S [mm]
1	+	+	+	+	+	+
2	+	+	+	+	+	+
3	+	+	+	+	+	+

Sonstiges:

Datum/Unterschrift