

50X1-HUM

Page Denied

Next 1 Page(s) In Document Denied

TIZIT HARTMETALL

KLEMMWERKZEUGE



METALLWERK PLANSEE GESELLSCHAFT M.B.H. REUTTE-TIROL

WERK REUTTE:
POSTFACH 44 — TELEFON: 19, 40, 170 — TELEGRAMM: METALLWERK REUTTE — FERNSCHREIBER: 05 5 28

BÜRO INNSBRUCK:
MARIA-THERESIEN-STRASSE 55 — TELEFON: 4850 — TELEGRAMM: SINTERMETALLE INNSBRUCK — FERNSCHREIBER: 05 568

BÜRO WIEN: I.,
WIPPLINGERSTRASSE 25 — TELEFON: U 21 5 90 SERIE — TELEGRAMM: SINTERMETALLE WIEN — FERNSCHREIBER: 01 18 78

TIZIT-KLEMMWERKZEUGE

mit auswechselbaren TIZIT-Einsätzen

TIZIT-Klemmwerkzeuge haben folgende Vorteile:

1. Keine Lötspannungen

TIZIT-Vollhartmetalleinsätze sind mechanisch im Halter befestigt (geklemmt). Lötspannungen sind daher ausgeschlossen und die natürliche Zähigkeit des Hartmetalles wird bestens ausgenützt.

2. Umsetzbare Schneidkanten

Vor jedem Nachschliff können die Schneidkanten umgesetzt werden, und zwar:

bei runden Einsätzen	etwa 12 mal
bei Dreikanteinsätzen	6 mal
bei Viereckseinsätzen	8 mal.

Das Umsetzen ist ein einfacher Vorgang. Ein Ausspannen des Klemmhalters aus der Maschine ist dabei nicht erforderlich.

3. Auswechselbare Einsätze

Wenige Formen von TIZIT-Einsätzen ergeben dadurch, daß sie in verschieden geformte Klemmhalter eingesetzt werden können, eine Vielzahl von Werkzeugtypen. In einem Halter können TIZIT-Einsätze aller benötigten TIZIT-Sorten verwendet werden.

Wenige Standardgrößen an Klemmhaltern und Einsätzen genügen somit für eine Vielzahl von Verwendungsfällen. Dadurch ergeben sich geringere Lagerhaltung und verminderte Werkzeugkosten.

4. Weniger Schleifarbeit

Ein Nachschliff ist erst nach Stumpfung aller Schneidkanten erforderlich. Der Nachschliff wird dadurch vereinfacht, daß nur die zwei Stirnflächen geschliffen werden müssen.

5. Unveränderte Werkzeugeinstellung

Das Klemmwerkzeug kann beim Umsetzen und meist auch beim Auswechseln der Einsätze unverändert in Arbeitsstellung verbleiben. Dadurch ergeben sich geringe Einstell- und Verlustzeiten.

Einige Richtlinien für die Verwendung von TIZIT-Klemmwerkzeugen

TIZIT-Klemmwerkzeuge sind zufolge ihrer konstruktiven Gestaltung selbstverständlich nicht für alle Arbeiten geeignet und werden in gewissen Fällen die Werkzeuge in gelöteten Ausführung nicht ersetzen können. Klemmwerkzeuge setzen sich aber in den Werkstätten immer mehr durch, weil insbesondere bei Serienfertigungen sehr erhebliche Vorteile zu erzielen sind, wenn man gewisse Richtlinien beim Einsatz beachtet.

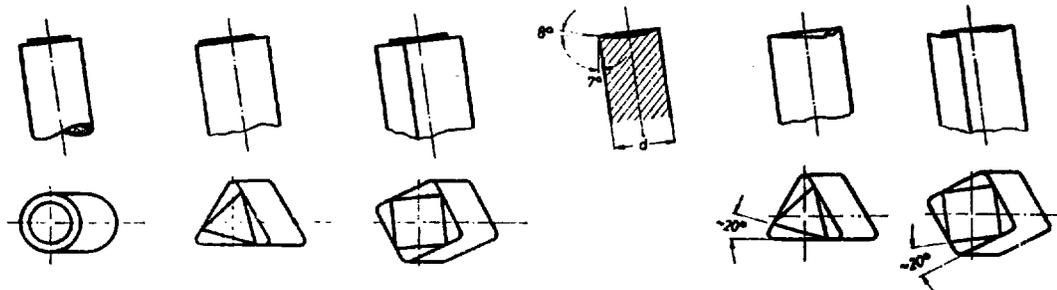
Spanwinkel

Die ebengeschliffenen Spanflächen (Stirnflächen) der Einsätze ergeben einen negativen Spanwinkel von etwa 7 Grad. Werkzeuge mit negativen Spanwinkeln verlangen gegenüber Hartmetallwerkzeugen mit positiven Spanwinkeln eine etwas höhere

Schnittgeschwindigkeit und etwas höhere Antriebsleistung. Die Anwendung negativer Spanwinkel bringt bei genügend kräftigen Werkzeugmaschinen besonders auf Werkstoffen höherer Festigkeit vielfach Mehrleistungen und es ist auch möglich, daß die nächst härtere Hartmetallsorte verwendet werden kann als bei gelöteten Werkzeugen mit positivem Spanwinkel.

Spanformstufen - Positiver Spanwinkel

In vielen Fällen wird es notwendig sein, Spanformstufen allein oder positive Spanwinkel und Spanformstufen anzubringen. In der nachstehenden Abbildung werden Beispiele gebracht, wie in solchen Fällen vorgegangen werden kann.



Für alle auftretenden Schleifarbeiten an TIZIT-Einsätzen empfehlen wir die von uns erzeugten DIATIT-Schleifscheiben. Wir bitten, im Bedarfsfälle unsere Prospekte DIATIT-Schleifscheiben und -Handläpper anzufordern.

Anwendungsmöglichkeiten und Lieferformen

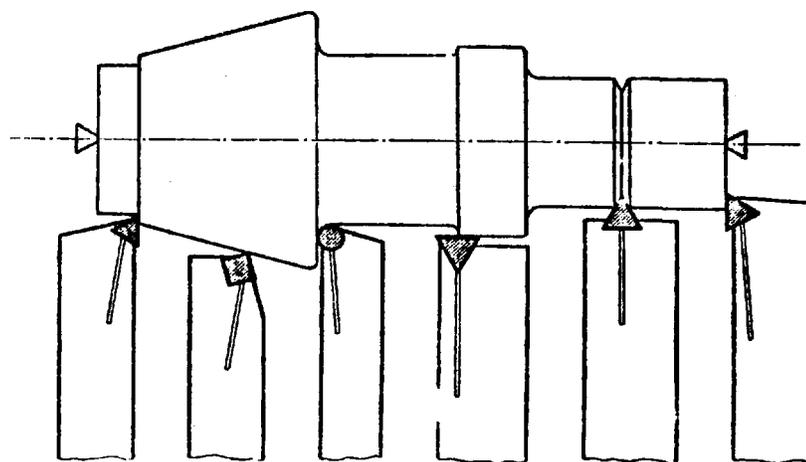
TIZIT-Klemmwerkzeuge können für die meisten vorkommenden Dreharbeiten eingesetzt werden. Einige Anwendungsbeispiele sind in nachstehender Skizze wiedergegeben.

TIZIT-Einsätze werden in allen für die Zerspanungstechnik in Betracht kommenden TIZIT-Sorten geliefert. Die Normal-

formen sind der nachstehenden Werknorm 17 zu entnehmen. Außerdem liefern wir auch TIZIT-Vollhartmetall-Zylinder und Prismen nach Angabe als Feinbohrmesser, ferner als Einsätze für Bohrstangen, Fräser und Stahlhalter in Sonderausführung.

Normalausführung unserer TIZIT-Klemmwerkzeuge siehe Rückseite. Wir liefern ferner auch Klemmwerkzeuge für Sonderzwecke, wie für Walzenbearbeitung, Kurbelwellenbearbeitung u.a.

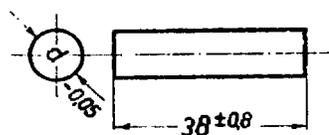
Wenn Sie sich über zweckmäßige Einsatzmöglichkeiten von TIZIT-Klemmwerkzeugen unterrichten wollen, steht Ihnen unser technischer Beratungsdienst auf Wunsch zur Verfügung.



DA 20L VA 20L KA 20R DF 20R DB 20R DA 20R
DA 25L VA 25L KA 25R DF 25R DB 25R DA 25R

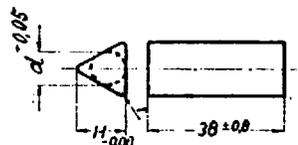
TIZIT-Vollhartmetall-Einsätze für Klemmwerkzeuge

Werknorm 17



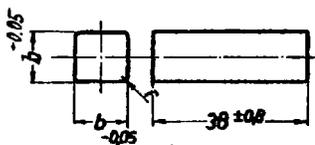
Zylinder, allseitig geschliffen

Bestell-Nr.	Zoll	d	mm
Ti 17010	3/8"		9,52
Ti 17013	1/2"		12,70



Prismen dreikantig, allseitig geschliffen

Bestell-Nr.	Zoll	d	mm	H	r*)
Ti 17305	1/8"		6,35	8,72	0,8
Ti 17310	3/8"		9,52	13,09	1,2
Ti 17313	1/2"		12,70	17,45	1,6



Prismen vierkantig, allseitig geschliffen

Bestell-Nr.	Zoll	b	mm	r*)
Ti 17410	3/8"		9,52	0,8
Ti 17413	1/2"		12,70	1,2
Ti 17419	3/4"		19,05	1,6

*) Kleinere Radien auf Wunsch als Sonderausführung

Bei Bestellungen ist anzugeben: 1. Bestellnummer, 2. TIZIT-Sorte

TIZIT HARTMETALL

ZIEHSTEINE



**METALLWERK PLANSEE
GESELLSCHAFT M.B.H.
REUTE-TIROL**

TIZIT-Steinbearbeitungswerkzeuge

Steinbearbeitungswerkzeuge wurden bisher ganz aus Stahl hergestellt. Trotz hochvergüteter Schneide wurden diese Stahlwerkzeuge verhältnismäßig rasch stumpf und mußten häufig nachgeschliffen werden. Die Verwendung von Hartmetall, diesem sehr harten und verschleißfesten Werkstoff, für die Schneide von Steinbearbeitungswerkzeugen war ein großer Fortschritt.

Unsere TIZIT-Steinbearbeitungswerkzeuge haben folgende Vorteile:

1. Lange Schneidhaltigkeit, daher genaues und gleichmäßiges Arbeiten.
2. Nachschmieden und Nachhärten ist nicht erforderlich.
3. Verminderung des Werkzeugstandes, daher überlichtliche Werkzeughaltung.
4. Trotz höherer Anschaffungskosten, größere Wirtschaftlichkeit wegen der außerordentlich langen Lebensdauer.

Behandlung

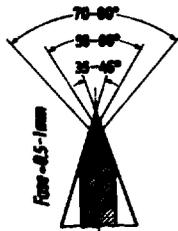
TIZIT-Steinbearbeitungswerkzeuge sind sorgfältig in Holzkassetten aufzubewahren und sollen keineswegs zwischen die anderen Stahlwerkzeuge gegeben werden, da sonst die Schneide beschädigt werden kann.

Schneidenwinkel

Der Schneidenwinkel richtet sich nach dem zu bearbeitenden Gestein und beträgt:

- bei weichem Gestein (Marmor, Kunststein u. dgl.) 35 bis 45°
- bei mittelhartem Gestein (Sandstein, Konglomerat u. dgl.) 50 bis 60°
- bei hartem Gestein (Granit, Syenit u. dgl.) 70 bis 80°

Wenn die TIZIT-Schneide bei richtiger Arbeitsweise ausbricht, dann ist der Schneidenwinkel für das bearbeitete Gestein zu spitz; er kann durch Anschleifen einer Fasse laut untenstehender Skizze leicht vergrößert werden.



Arbeitsregeln

Es ist insbesondere auf den richtigen Schneidenwinkel entsprechend der Härte der Gesteinsart zu achten! Man soll nicht mit zu großer Schlagkraft arbeiten, dafür kann die Schlagzahl erhöht werden. Die Meißel dürfen nicht verkantet angesetzt werden, damit nicht die ganze Schlagkraft auf eine Schneidenecke wirkt; dies könnte infolge Überlastung zum Ausbrechen führen. Ist ein Werkzeug scharf oder stumpf geworden, dann soll man mit diesem nicht weiterarbeiten, sondern schon bei geringer Stumpfung die Schneide mit einem Siliziumkarbid-Abziehstein nachschärfen.

Schleifanleitung

Scharfe und scharfenfreie Schneiden sind die Vorbedingung für einwandfreies Arbeiten und lange Lebensdauer. Die üblichen Korundscheiben sind zum Schleifen von Hartmetall gänzlich ungeeignet. TIZIT-Steinbearbeitungswerkzeuge dürfen nur mit Schleifscheiben aus Siliziumkarbid (Grünkornscheiben, Körnung 80 bis 100, Härte H bis J) geschliffen werden.

Man schleife entweder völlig trocken oder unter starkem, gleichmäßigem Wasserstrahl. Tropfenweise oder unterbrochene Kühlwasserzufuhr, sowie ein Abschrecken der Werkzeuge ist wegen Gefahr der Rißbildung unbedingt zu vermeiden. Die Scheibe soll gegen die Schneide laufen, der Schleifdruck niedrig sein.

Zum Abziehen der Schneiden verwende man grüne Siliziumkarbid-Handabziehsteine.

TIZIT-Steinbearbeitungswerkzeuge werden von uns sachgemäß, rasch und billig nachgeschliffen.

Bestellanleitung

Bei Bestellung sind folgende Angaben zu machen:

1. Werkzeugbezeichnung.
2. Bestellnummer.
3. Zu bearbeitende Gesteinsart.

Außer den angeführten, serienmäßig erzeugten TIZIT-Steinbearbeitungswerkzeugen liefern wir auch:

Gesteinsbohrer, Marmorbohrer, Glasbohrer, Sprengseilen, Scharierseilen, Stockhämmerinsätze, Sonderwerkzeuge für Preßluft- und Elektrohämmer, Dreh- und Hobelstähle für die Steinbearbeitung.

METALLWERK PLANSEE
GRÜNDUNG 1890-01
REUTE, TIROL

Pressluftmeißel

Bestell Nr.	Bruch B mm	Schaft L mm SW
Ti 2500	9	14
Ti 2512	12	14
Ti 2515	15	14
Ti 2520	20	14

Normales Einsteckende.
 Einsteckende mit anderen Abmessungen auf Wunsch lieferbar.

Pressluftbohrer

Bestell Nr.	Bruch B mm	L1	Schaft L
Ti 2400	6	30	11
Ti 2400	6	33	11
Ti 2410	10	33	14
Ti 2412	12	39	14
Ti 2415	15	39	14
Ti 2420	20	-	18

Normales Einsteckende.
 Einsteckende mit anderen Abmessungen auf Wunsch lieferbar.

METALLWERK PLANSEE
GRÜNDUNG 1890-01
REUTE, TIROL

Plattenreisser

Bestell Nr. Ti 2705

Zum Trennen von Eternitplatten, Fliesen etc. - mehrfach ritzen, dann brechen!

Fliesenmeißel

Länge 70mm
 Bestell Nr. Ti 2703.

Fliesenschneidrädchen

Dø bei Bestellung angeben.
 Bestell Nr. Ti 2704

METALLWERK PLANSEE

REUTE, TIROL

BÜRO WIEN I, WIPPLINGERSTRASSE 25 TELEFON U-21-5-00
BÜRO HORNBERG MARIA-THERESIENSTRASSE 20 TELEFON 4050

TIZIT-Steinbearbeitungswerkzeuge

Schriftfeisen

Normalausführung mit gerader Schneide.
Bombierte Schneide auf Wunsch lieferbar.

Bestell Nr.	Breite Ø mm	Schaft Ø x L mm
Ti 2203	5	8 x 8
Ti 2206	5	8 x 8
Ti 2207	7	8 x 8
Ti 2209	9	10 x 10
Ti 2212	12	10 x 10
Ti 2215	15	10 x 10

Schaftlänge 150 mm

Beiz- und Schlageisen

Normalausführung mit Hammerkopf.
Sonderausführung mit Schlagekopf auf Wunsch lieferbar.

Bestell Nr.	Breite Ø mm	Schaft Ø hart-SW
Ti 2315	15	10
Ti 2318	18	10
Ti 2320	20	10
Ti 2325	25	10
Ti 2330	30	10
Ti 2335	35	10
Ti 2340	40	10

Schaftlänge 150 mm

Beiz- und Schlageisen mit verstärktem Kopf und Rundschaft

Robuste Ausführung

Bestell Nr.	Breite Ø mm	Schaft Ø Ø mm
Ti 2320 R	20	10
Ti 2325 R	25	10
Ti 2325 R extra stark	25	10

Länge 200 mm
Schaftlänge 180 mm

Handschlagbohrer

Bestell Nr.	Breite Ø mm	Bohr. L ₁	Öss.-Lg. L	Schaft Ø mm
Ti 2600	8	50	170	10
Ti 2608	8	80	170	12
Ti 2610	10	60	180	10
Ti 2612	12	70	190	10
Ti 2615	15	70	190	10
Ti 2620	20	-	200	10

Schriftspitzeisen

Schaft Ø hart SW 10 x 150 mm
Bestell Nr. Ti 2701

Anreissnadel

Schaft Ø^ø x 150 mm
Bestell Nr. Ti 2702

Handspitzeisen

mit Kegel- und Pyramidenspitze

Bestell Nr. Ti 2700
Schaft Ø hart SW 10 x 220 mm.

TIZIT HARTMETALL

STEINBEARBEITUNGS- WERKZEUGE



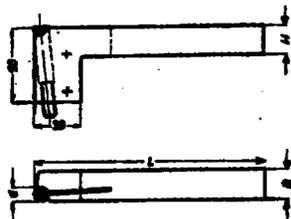
METALLWERK PLANSEE GESELLSCHAFT M.B.H. REUTTE-TIROL

WERK REUTTE :
Postfach 44 — Telefon 19, 40, 170 — Telegramm: Metallwerk Reutte — Fernschreiber: 05 520

BÜRO INNSBRUCK :
Marie-Theresien-Straße 55 — Telefon 4850 — Telegramm: Sintermetalle Innsbruck — Fernschreiber: 05 548

BÜRO WIEN : S.,
Wipplingerstraße 25 — Telefon U 21 5 90 Serie — Telegramm: Sintermetalle Wien — Fernschreiber: 01 1878

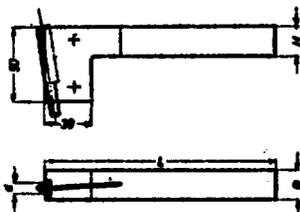
Klemmwerkzeuge mit TIZIT-Einsätzen, Normalausführung



Rechter Halter

Maße in mm

Werkzeug-Bestell-Nr.		Einsatz-Bestell-Nr.	d	B	H	L
Rechter Halter	Linker Halter					
KA 20 R	KA 20 L	TI 17010	9,52	20	20	150
KA 25 R	KA 25 L	TI 17013	12,7	25	25	200

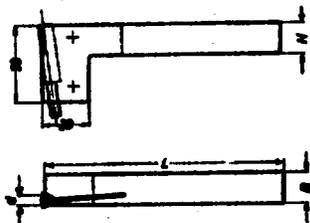


Rechter Halter — Linker Halter nur als Sonderanfertigung

Maße in mm

Werkzeug-Bestell-Nr.		Einsatz-Bestell-Nr. ^{*)}	d	B	H	L
Rechter Halter						
DB 20 R		TI 17306	6,35	20	20	150
DB 25 R		TI 17310	9,52	25	25	200

^{*)} Halter für TIZIT-Einsätze 17313 nur in Sonderanfertigung

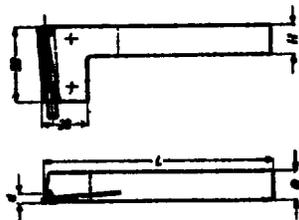


Rechter Halter

Maße in mm

Werkzeug-Bestell-Nr.		Einsatz-Bestell-Nr. ^{*)}	d	B	H	L
Rechter Halter	Linker Halter					
DF 20 R	DF 20 L	TI 17306	6,35	20	20	150
DF 25 R	DF 25 L	TI 17310	9,52	25	25	200

^{*)} Halter für TIZIT-Einsätze 17313 nur in Sonderanfertigung

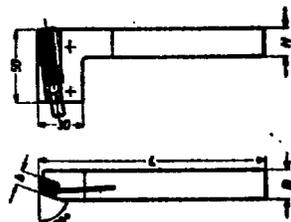


Rechter Halter

Maße in mm

Werkzeug-Bestell-Nr.		Einsatz-Bestell-Nr. ^{*)}	d	B	H	L
Rechter Halter	Linker Halter					
DA 20 R	DA 20 L	TI 17306	6,35	20	20	150
DA 25 R	DA 25 L	TI 17310	9,52	25	25	200

^{*)} Halter für TIZIT-Einsätze 17313 nur in Sonderanfertigung



Rechter Halter

Maße in mm

Werkzeug-Bestell-Nr.		Einsatz-Bestell-Nr. ^{*)}	b	B	H	L
Rechter Halter	Linker Halter					
VA 20 R	VA 20 L	TI 17410	9,52	20	20	150
VA 25 R	VA 25 L	TI 17413	12,7	25	25	200

^{*)} Halter für TIZIT-Einsätze 17419 nur in Sonderanfertigung

Bei Bestellung ist anzugeben: 1. Bestellnummer, 2. TIZIT-Sorte des Einsatzes

Für das Ziehen von Drähten, Stangen und Rohren haben sich Hartmetall-Ziehwerkzeuge wegen ihrer überragenden Verschleißfestigkeit und der dadurch bedingten hohen Wirtschaftlichkeit hervorragend bewährt. Kein moderner Zieherbetrieb kann heute mehr ohne Hartmetall-Ziehwerkzeuge auskommen.

Auf Grund unserer langjährigen Erfahrung in der Hartmetallerzeugung stellen wir

TIZIT-HARTMETALL-ZIEHWERKZEUGE

für alle möglichen Anwendungsfälle in Spitzenqualität her.

Unsere TIZIT-Hartmetall-Ziehwerkzeuge zum Ziehen von Drähten, Stangen und Rohren aus allen ziehbaren Metallen und Legierungen zeigen folgende Vorteile:

1. Höchste Verschleißfestigkeit — daher größter Durchsatz an Ziehgut ohne merkliche Veränderung des Ziehlochdurchmessers.
2. Ermöglichung hoher Ziegeschwindigkeiten bei großen Querschnittsabnahmen — daher höchste Ziehleistung.
3. Aufweitung oder Veränderung des Profiles erst nach sehr großem Durchsatz — daher genaueste Abmessungen des Ziehgutes, weniger häufige Nachprüfung, seltenere Auswechslung der Ziehwerkzeuge und größere Ringgewichte.
4. Hervorragende Pullerfähigkeit — daher sehr glatte und saubere Oberfläche des Ziehgutes.
5. Bestmögliche Ausnutzung der Ziehmaschinen, insbesondere der Hochleistungs-Mehrfachziehmaschinen und kürzeste Lieferzeiten.

Die höheren Anschaffungskosten der TIZIT-Hartmetall-Ziehwerkzeuge gegenüber Ziehseisen werden durch die viel höhere Leistung der TIZIT-Hartmetall-Ziehwerkzeuge weit aufgewogen. Auf dem Gebiete des Feinzuges setzen sich die TIZIT-Hartmetall-Ziehwerkzeuge, insbesondere in den Vorzügen, immer mehr gegen die Diamantziehsteine durch. Die viel niedrigeren Anschaffungs- und Nachbearbeitungskosten bei ausreichender Leistung sichern auch auf diesem Gebiete eine wirtschaftliche Verwendung der TIZIT-Ziehwerkzeuge.

Unser Lieferprogramm umfaßt Kerne für Draht-, Stangen- und Rohrzug, Ziehsteine für Draht-, Stangen- und Rohrzug sowie Profiltziehsteine, ferner Ziehdorne für Rohrzug. Die Hartmetallkerne der gebrauchsfertigen Ziehwerkzeuge werden von uns aus hochverschleißfesten, dem Verwendungszweck angepaßten TIZIT-Spezialsorten hergestellt, welche auf Grund langjähriger Erfahrungen entwickelt wurden.

Der Werkstoff für die Fassung richtet sich nach der Größe des Hartmetallkernes sowie nach der mechanischen- und Korrosionsbeanspruchung beim Ziehen.

Einiges über den Einsatz von Hartmetall-Ziehwerkzeugen

Querschnittsabnahme und Ziehwinkel

Beim Drahtziehen sind zu kleine und zu große Querschnittsabnahmen ungünstig, weil im ersteren Falle ungünstige Zieh- und Verschleißverhältnisse auftreten, während bei zu großen Abzügen Ziehstein und Ziehgut gefährdet sind. Bei praktisch gleichem Abzug soll der Ziehwinkel um so größer sein, je weicher das zu ziehende Material ist. Bei Naßzug sind im allgemeinen größere Ziehwinkel gebräuchlich als beim Trocken- oder Schmierzug. Oft unerklärliche Streuungen in der Leistung von Ziehsteinen unter vermeintlich gleichen Bedingungen sind meist darauf zurückzuführen, daß doch verhältnismäßig geringfügige Unterschiede in der Ausbildung des Ziehkannals bestehen und mehrere ungünstige Faktoren sich gleichzeitig auswirken. Selbstverständlich hat auch die Länge der zylindrischen Führung und die Oberflächengüte des Ziehkannals einen entscheidenden Einfluß auf die Ziehleistung.

Trockenzug — Schmierzug — Naßzug

Beim Drahtzug hat die Schmierung die Aufgabe, die Reibung zwischen Ziehgut und Ziehstein durch Ausbildung eines Schmierfilmes herabzusetzen. Die Ziehkraft wird dadurch erniedrigt und der Ziehsteinverschleiß vermindert. Die Schmierung hat großen Einfluß auf die Ziehleistung und damit ganz allgemein auf die Wirtschaftlichkeit des Ziehvorganges. In der Praxis sind die verschiedensten Schmiermittel und Schmierverfahren gebräuchlich, die meist auf Grund langjähriger Erprobung entwickelt wurden.

Die wichtigsten Schmiermittel bzw. Verfahren sind:

Trockene, fette Seife in Pulver- oder Flockenform (Trockenzug) und viskose, wasserunlösliche, mineralische und pflanzliche

Schmierfette (Schmierzug). Insbesondere bei weichen Metallen ist der Naßzug gebräuchlich, wobei als Schmiermittel meist wasseremulgierbare Öle verwendet werden.

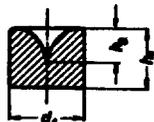
Ziehsteinpfege

Um die volle Leistung der Hartmetallziehsteine zu erreichen, ist eine sorgfältige Pflege der Steine erforderlich. Es ist ratsam, etwa aufgeraute Ziehflächen rechtzeitig wieder auf Hochglanz nachzupolieren. Das Aufpolieren von TIZIT-Hartmetall-Ziehsteinen kann wirtschaftlich nur mit Borkarbid und Diamantpulver durchgeführt werden. Dieses kann in entsprechender Feinheit und Gleichmäßigkeit — davon hängt die Güte der Polierung ab — durch einschlägige Spezialfirmen bezogen werden. Das Aufpolieren soll mit größter Sorgfalt erfolgen und bis zu höchster Oberflächengüte führen. Mehrkosten beim Polieren machen sich durch Mehrleistung der Steine stets bezahlt. Es ist eine vielfach gemachte Beobachtung, daß in Ziehereien mit schlecht eingerichteten oder ungenügend überwachten Polierabteilungen die Leistung der neuangefertigten Ziehsteine wesentlich größer ist, als die der im Betrieb nachgearbeiteten. Ist ein Stein zu weit aufgezogen, dann muß er durch Schleifen und Polieren auf einen größeren Durchmesser aufgearbeitet werden. Keineswegs darf dabei nur die zylindrische Führung aufgeschliffen werden, da sie dadurch länger würde, was vermehrte Reibung und erhöhten Verschleiß zur Folge hätte. Andererseits darf auch nicht der Ziehkonus allein aufgearbeitet werden, weil dadurch die zylindrische Führung verkürzt oder sogar beseitigt würde. Es ist daher von größter Wichtigkeit, daß bei der Nachbearbeitung sowohl der Ziehkonus als auch die zylindrische Führung aufgeweitet werden, wobei der für das betreffende Ziehgut günstigste Ziehwinkel erhalten bleiben muß.

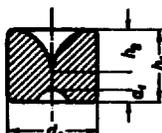
TIZIT-Kerne für Drahtzug

Werknorm 50

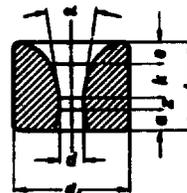
Form I



Form II



Form III



Bestellzeichen	Kernmaße in mm*)												
	Nr.	Form	d ₁	h ₁	h ₂	a ₁	α°	e	k	z	a	Kleinste Rohbohrung d	
												normal	Sonderherstellung
84	I u. II III	8	4	2,5	1	—	18	1,5	1	0,5	1	—	—
96	I u. II III	9	6	4	1,5	—	18	2	2	0,5	1,5	0,2	0,2—0,05
975	I u. II III	9	7,5	5	2	—	18	2	3	0,5	2	0,2	0,2—0,05
128	I u. II III	12	8	5	2	—	18	2	3	1	2	0,3	—
1510	I u. II III	15	10	6,5	2,5	—	18	3	3,5	1	2,5	0,3	—
1713	II III	17	13	8	3	—	12, 18	3,5	4,5	2	3	0,5	—
2014	II III	20	14	9	3	—	12, 18	3	6	2	3	2	—
2217	III	22	17	—	—	—	12, 18, 22	4	7	2	4	3	—
3024	III	30	24	—	—	—	12, 18, 22	4	11	4	5	4	—

Bei Bestellung ist anzugeben:

1. Bestellnummer und Form
2. Bei Form III die gewünschte Rohbohrung d und bei den Größen von 17x13 aufwärts der gewünschte Winkel α
3. Art des Ziehgutes, seine Härte und Festigkeit
4. Ziehgeschwindigkeit
5. Schmiermittel, Trocken- oder Naßzug.

Bestellbeispiel:

Für Kern 17x13 mm, Form III, Rohbohrung 2,5 mm, Winkel α = 12°:

1713, III, d = 2,5, α = 12°.

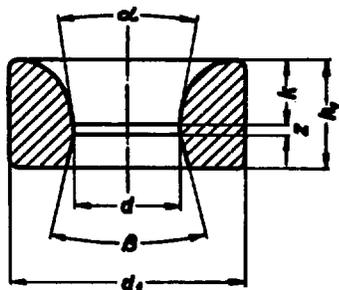
*) Sämtliche Maße sind Rohmaße und werden im Rahmen der Sinter toleranzen eingehalten. Die Zeichnungen sind schematisch.

Bei Kernen der Form III mit Rohbohrungen kleiner als 0,5 mm ist der Ausgang als Kugelkalotte ausgebildet.

Sämtliche Kerne werden mit abgerundeter Bodenkante geliefert. Andere, insbesondere größere Abmessungen auf Anfrage.

TIZIT-Kerne für Stangen- und Rohrzug

Werknorm 51



Kernabmessungen für die gewünschten Bohrungen siehe die Liefertabellen für TIZIT-Ziehsteine für Stangen- und Rohrzug.

Bei Bestellung ist anzugeben:

1. Rohbohrung d
2. Kernabmessungen d₁ und h₁ gemäß Werknorm 56 und 57
3. Winkel α und β
4. Maße z und k
5. Art des Ziehgutes, seine Härte und Zugfestigkeit
6. Ziehgeschwindigkeit
7. Querschnittsabnahme pro Zug
8. Schmiermittel, Trocken- oder Naßzug.

Empfehlenswerte Schleifzugaben zur Erzielung einwandfreier Oberflächen der Fertigbohrungen und Sintererhalten für die Rohbohrungen von Kernen für Draht-, Rohr- und Stangenzug

Maße in mm

Fertigbohrung	Schleifzugabe	Rohbohrungen	Sintererhalten d. Rohbohrungen ± Abmaße
0,12—0,3		0,05—0,09*) 0,10—0,14*) 0,15—0,19*)	
0,3	0,2	0,1	0,05
0,4—0,6	0,3	0,1—0,3	0,05
0,7—1	0,4	0,3—0,6	0,05
1—2	0,5	0,5—1,5	0,10
2—4	0,6	1,4—3,4	0,15
4—6	0,7	3,3—5,3	0,20
6—8	0,8	5,2—7,2	0,25
8—10	0,9	7,1—9,1	0,30
10—13	0,9	9,1—12,1	0,35

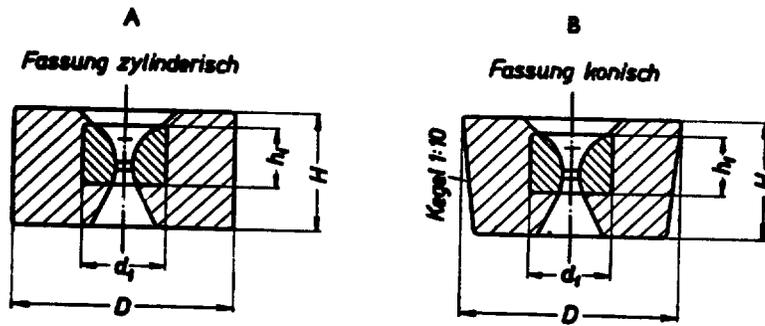
Fertigbohrung	Schleifzugabe	Rohbohrungen	Sintererhalten d. Rohbohrungen ± Abmaße
13—16	1	12—15	0,40
16—20	1,1	14,9—18,9	0,45
20—25	1,1	18,9—23,9	0,50
25—30	1,2	23,8—28,8	0,55
30—35	1,2	28,8—33,8	0,60
35—40	1,3	33,7—38,7	0,65
40—45	1,3	38,7—43,7	0,70
45—50	1,4	43,6—48,6	0,80
50—55	1,5	48,5—53,5	0,90
55—60	1,6	43,4—58,4	1
60—70	1,8	58,2—68,2	1,20
70—80	2	68—78	1,40

Rohbohrung = gewünschte Fertigbohrung minus Schleifzugabe.

*)Wir liefern Rohbohrungen unter 0,20 mm in den 3 angeführten Bohrungsbereichen.

TIZIT-Ziehsteine für Drahtzug

Werknorm 55



Maße in mm

Kern		Fassung*)		Üblicher Bohrbereich bei	
Durchmesser d1	Höhe h1	Durchmesser D	Höhe H	harten Metallen	mittelharten und weichen Metallen
8	4	28	12	0,12—1	0,12—1,5
9	6	29	15		0,12—2,5
9	7,5	28	15	0,12—2	
12	8	29	18	0,3—3	0,3—3,5
15	10	43	20		0,4—5
17	13	43	27	0,5—5	
20	14	43	27		
22	17	53	34	1—7	1—7
30	24	75	48	3—10	2—12

*) Ziehsteine bis einschließlich Kerngröße 15x10 liefern wir normal mit Messingfassung, die größeren mit Stahlfassung. Andere Wünsche bitten wir in der Bestellung anzugeben. Für Naßzug in säurehaltigen Bädern sind zweckmäßig Messingfassungen zu bestellen. Wir liefern, sofern keine besonderen Angaben gemacht werden, unsere Ziehsteine mit folgenden Bohrungstoleranzen:

Bohrungsdurchmesser in mm	Toleranz in mm
bis 1	+0,01 -0,01
1—5	+0,02 -0,015
5—12	+0,03 -0,02

Bei Bestellung ist anzugeben:

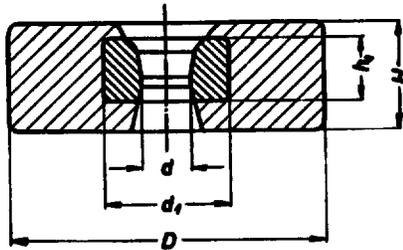
1. Form der Fassung A oder B
2. Kern- und Fassungsmaße
3. Bohrungsmaß
4. Art des Ziehgutes, seine Härte und Zugfestigkeit
5. Ziehgeschwindigkeit
6. Querschnittsabnahme pro Zug
7. Schmiermittel, Trocken- oder Naßzug.

Abweichungen von der Werknorm sind gesondert anzugeben.

TIZIT-Ziehsteine für Stangenzug harter Metalle

Werknorm 56

Maße in mm



Kern		Fassung		Bohrungsbereich
Durchmesser d ₁	Höhe h ₁	Durchmesser D	Höhe H	
30	24	75	48	5-10
35	24	100	50	10-13
40	24	100	50	13-16
45	24	120	50	16-19
50	25	120	50	19-22
55	25	150	50	22-25
60	25	150	50	25-28
65	25	170	50	28-31
70	28	200	60	31-34
75	28	220	60	34-37
80	28	250	60	37-40
85	28	250	60	40-43

Sofern nicht anders vorgeschrieben, liefern wir die Bohrungen der Ziehsteine mit folgenden Toleranzen:

Bohrungsdurchmesser d in mm	Toleranz in mm
5-15	+0,02 -0,02
15-30	+0,02 -0,02
30-50	+0,02 -0,02
über 50	+0,02 -0,02

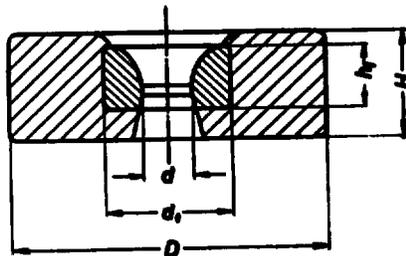
Bei Bestellung ist anzugeben:

1. Kern- und Fassungsmaße
2. Bohrungsmaß und gewünschte Toleranz
3. Art des Ziehgutes, seine Härte und Zugfestigkeit
4. Ziehgeschwindigkeit
5. Querschnittsabnahme pro Zug
6. Schmiermittel, Trocken- oder Naßzug.

TIZIT-Ziehsteine für Rohr- und Stangenzug weicher Metalle

Werknorm 57

Maße in mm



Kern		Fassung		Bohrungsbereich
Durchmesser d ₁	Höhe h ₁	Durchmesser D	Höhe H	
25	15	75	30	5-10
30	15	75	30	10-13
35	17	100	35	13-16
40	18	100	35	16-19
45	18	120	40	19-21
50	20	120	40	21-25
55	22	130	45	25-29
60	24	130	45	29-33
65	24	130	45	33-37
70	25	150	50	37-41
75	26	150	50	41-45
80	26	170	50	45-49
85	26	170	50	49-53
90	28	200	55	53-57
100	28	250	60	57-65
110	30	270	65	65-73
120	30	300	65	73-85

Sofern nicht anders vorgeschrieben, liefern wir die Bohrungen der Ziehsteine mit folgenden Toleranzen:

Bohrungsdurchmesser d in mm	Toleranz in mm
5-15	+0,02 -0,02
15-30	+0,02 -0,02
30-50	+0,02 -0,02
über 50	+0,02 -0,02

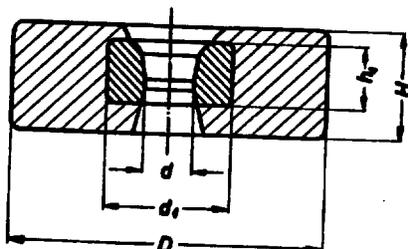
Bei Bestellung ist anzugeben:

1. Kern- und Fassungsmaße
2. Bohrungsmaß und gewünschte Toleranz
3. Art des Ziehgutes, seine Härte und Zugfestigkeit
4. Ziehgeschwindigkeit
5. Querschnittsabnahme pro Zug
6. Schmiermittel, Trocken- oder Naßzug.

TIZIT-Ziehsteine für Stangenzug harter Metalle

Werknorm 56

Maße in mm



Kern		Fassung		Bohrungsbereich
Durchmesser d ₁	Höhe h ₁	Durchmesser D	Höhe H	
30	24	75	48	5—10
35	24	100	50	10—13
40	24	100	50	13—16
45	24	120	50	16—19
50	25	120	50	19—22
55	25	150	50	22—25
60	25	150	50	25—28
65	25	170	50	28—31
70	28	200	60	31—34
75	28	220	60	34—37
80	28	250	60	37—40
85	28	250	60	40—43

Sofern nicht anders vorgeschrieben, liefern wir die Bohrungen der Ziehsteine mit folgenden Toleranzen:

Bohrungsdurchmesser d in mm	Toleranz in mm
5—15	+0,0 -0,02
15—30	+0,0 -0,03
30—50	+0,0 -0,03
über 50	+0,0 -0,03

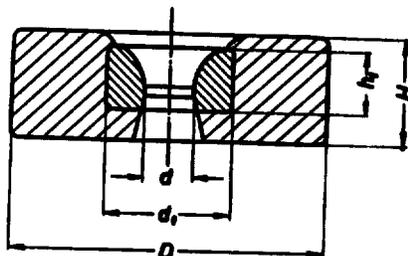
Bei Bestellung ist anzugeben:

1. Kern- und Fassungsmaße
2. Bohrungsmaß und gewünschte Toleranz
3. Art des Ziehgutes, seine Härte und Zugfestigkeit
4. Ziehgeschwindigkeit
5. Querschnittsabnahme pro Zug
6. Schmiermittel, Trocken- oder Naßzug.

TIZIT-Ziehsteine für Rohr- und Stangenzug weicher Metalle

Werknorm 57

Maße in mm



Kern		Fassung		Bohrungsbereich
Durchmesser d ₁	Höhe h ₁	Durchmesser D	Höhe H	
25	15	75	30	5—10
30	15	75	30	10—13
35	17	100	35	13—16
40	18	100	35	16—19
45	18	120	40	19—21
50	20	120	40	21—25
55	22	130	45	25—29
60	24	130	45	29—33
65	24	130	45	33—37
70	25	150	50	37—41
75	26	150	50	41—45
80	26	170	50	45—49
85	26	170	50	49—53
90	28	200	55	53—57
100	28	250	60	57—63
110	30	270	65	63—73
120	30	300	65	73—80

Sofern nicht anders vorgeschrieben, liefern wir die Bohrungen der Ziehsteine mit folgenden Toleranzen:

Bohrungsdurchmesser d in mm	Toleranz in mm
5—15	+0,0 -0,02
15—30	+0,0 -0,03
30—50	+0,0 -0,03
über 50	+0,0 -0,03

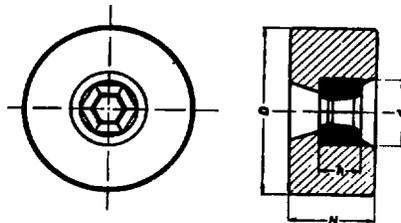
Bei Bestellung ist anzugeben:

1. Kern- und Fassungsmaße
2. Bohrungsmaß und gewünschte Toleranz
3. Art des Ziehgutes, seine Härte und Zugfestigkeit
4. Ziehgeschwindigkeit
5. Querschnittsabnahme pro Zug
6. Schmiermittel, Trocken- oder Naßzug.

TIZIT-Profilziehsteine für Vierkant- und Sechskantprofile

Werknorm 58

Maße in mm



Kern		Fassung		Vierkant SW	Sechskant SW
Durchmesser d ₁	Höhe h ₁	Durchmesser D	Höhe H		
17	15	43	27	bis 3	bis 4
22	17	53	34	3—6	4—7
30	22	75	48	6—9	7—10
35	22	100	50	9—11	10—13
40	24	100	50	11—14	13—16
45	24	120	50	14—17	16—19
50	26	120	50	17—20	19—23
55	26	130	50	20—23	23—27
60	28	130	55	23—26	27—30
65	28	150	55	26—29	30—33
70	28	150	55	29—32	33—36
75	29	170	60	32—35	36—39
80	29	170	60	35—38	39—42

Die Toleranzen für Vierkant- und Sechskantprofile betragen:

Schlüsselweite in mm	Toleranz in mm
bis 10	+0,0 -0,03
10—20	+0,0 -0,04
20—30	+0,0 -0,05
über 30	+0,0 -0,06

Bei Bestellung ist anzugeben:

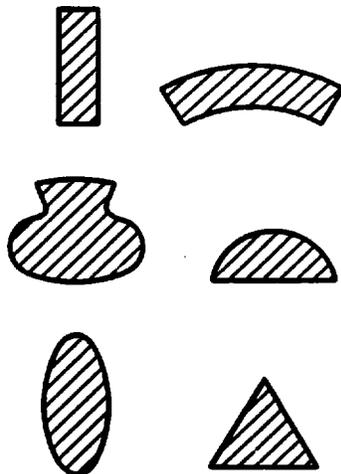
1. Kern- und Fassungsmaße
2. Maße des Profils mit Toleranzen
3. Art des Ziehgutes, seine Härte und Zugfestigkeit
4. Ziehgeschwindigkeit
5. Querschnittsabnahme pro Zug
6. Schmiermittel, Trocken- oder Naßzug.

Wir liefern auch verstellbare Vierkantmatrizen, für die Bereiche von 3 bis 10 mm und 10 bis 30 mm, auf Anfrage.

TIZIT-Profilziehsteine für Sonderprofile

Werknorm 59

Maße in mm



Kern		Fassung		Größtmaß des Profils	
Durchmesser d ₁	Höhe h ₁	Durchmesser D	Höhe H	Stahlzug	Metallzug
9	7,5	28	15	2,0	2,5
15	10	43	20	3,0	3,5
17	13	43	27	4,0	4,5
22	17	53	34	6,0	6,5
30	24	75	40	9,0	10,0
35	24	100	40	12,0	14,0
40	24	100	40	15,0	18,0
45	24	130	40	17,0	22,0
50	25	130	45	20,0	25,0
55	25	150	50	23,0	28,0
60	25	150	50	26,0	32,0
65	25	150	50	29,0	36,0
70	25	150	50	32,0	40,0
75	26	150	50	34,0	44,0
80	26	170	50	36,0	48,0
90	28	200	55	38,0	54,0
100	28	260	60	40,0	60,0
110	30	260	60	42,0	66,0
120	30	300	65	45,0	72,0
130	30	300	65	49,0	80,0

Für Stangen- und Rohrprofilzüge gelten die gleichen Kern- und Fassungsgrößen.

Bei Rohrprofilzügen können die Größtmaße des Profils um etwa 10% größer gehalten werden.

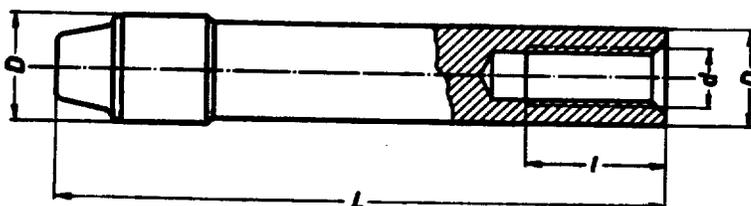
Bei Bestellung ist anzugeben:

1. Kern- und Fassungsmaße
2. Bei Sonderprofilen, Zeichnung mit Maßen und Toleranzen
3. Art des Ziehgutes, seine Härte und Zugfestigkeit
4. Ziehgeschwindigkeit
5. Querschnittsabnahme pro Zug
6. Schmiermittel, Trocken- oder Naßzug.

TIZIT-Ziehkerne

Werknorm 69

TIZIT-Ziehkerne werden zum Ziehen von Röhren, bei welchen genaue Dimensionen in den Durchmessern und Wandstärken, sowie glatte Innen- und Außenoberflächen verlangt werden, verwendet.



Wir liefern, sofern nicht anders vorgeschrieben, unsere Ziehkerne mit folgenden Durchmessertoleranzen:

Durchmesser in mm	Toleranz in mm
bis 10	+0,02 -0,0
10—20	+0,03 -0,0
über 20	+0,04 -0,0

Bei Bestellung ist anzugeben:

1. Durchmesser D
2. Maße d und l der Gewindebohrung
3. Gesamtlänge L
4. Art des Ziehgutes (geschweißte oder nahtlose Röhre), seine Härte und Zugfestigkeit
5. Größe des Abzuges
6. Art der Schmierung.

Für alle Fragen der spanlosen Formgebung mit TIZIT-Hartmetall-Ziehwerkzeugen steht unser technischer Beratungsdienst kostenlos zur Verfügung.

Wir liefern ferner folgende TIZIT-Werkzeuge für die Draht- und Blechverarbeitung.

Drahtziehbacken und -greifer, Drahtrichtrollen, Drahtführungen, Drahtwalzen, Hämmerbacken, Kaltschlagmatrizen, Reduziermatrizen, Abscherpatronen, Abschermesser, Tiefzieh- und Prägwerkzeuge, Präzisionswalzen u. a.

Für die Zerspanung sämtlicher metallischer und nichtmetallischer Werkstoffe liefern wir:

TIZIT-Hartmetallplatten, -Hartmetallformstücke und -Hartmetallwerkzeuge.

METALLWERK PLANSEE GESELLSCHAFT M.B.H. REUTTE-TIROL

WERK REUTTE :

POSTRACH 44 - TELEFON: 19. 48. 178 - 241 SERIE - TELEGRAMM: METALLWERK REUTTE - FERNSCHREIBER: 05 5 28

ZWEIGWERK BILL :

PATSCH BEI INNSBRUCK - INNSBRUCK I, LANDEPOST 2 - TELEFON: INNSBRUCK 2156 - TELEGRAMM: BILLMETALL INNSBRUCK

SÜD O INNSBRUCK :

MARIA-THERESIEN-STRASSE 33 - TELEFON: 4889 - TELEGRAMM: SINTERMETALLE INNSBRUCK - FERNSCHREIBER 05 419

SÜD O WIEN : I.,

WIPPLINGERSTRASSE 25 - TELEFON: U 21 1 90 SERIE - TELEGRAMM: SINTERMETALLE WIEN - FERNSCHREIBER: 01 18 78

TIZIT

HARD METAL

CEMENTED HARD CARBIDE



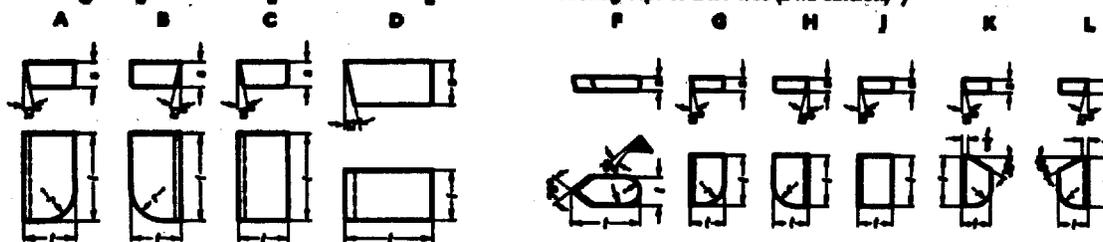
METALLWERK PLANSEE
GESELLSCHAFT M.B.H.
REUTTE-TIROL
A U S T R I A

TIZIT HARD METAL



Cutting Tips and Special Shapes

Cutting Tips to DIN 4966 (2nd edition) 1)



dimensions in mm²⁾

Type A, B and C				Type D			Type F			Type G, H and J				Type K and L			
l	t	s	r	l	t	s	l	t	s	l	t	s	r	l	t	s	r
20	12	6	8	3	7	2	4	12	2	6	4	2	2	8	4	2	3
25	14	7	8	4	8	3	5	14	2.5	8	5	2	3	10	5	2.5	3
32	16	8	10	5	10	4	6	16	3	10	6	2.5	4	12	6	3	4
40	18	10	10	6	12	5	8	18	4	12	8	3	5	16	8	4	5
50	20	12	12	8	14	6	10	20	5	16	10	4	6	20	10	5	6
				10	17	8	12	25	6								
				12	20	10											

Use TIZIT-grade according page 4

Please state in your order:

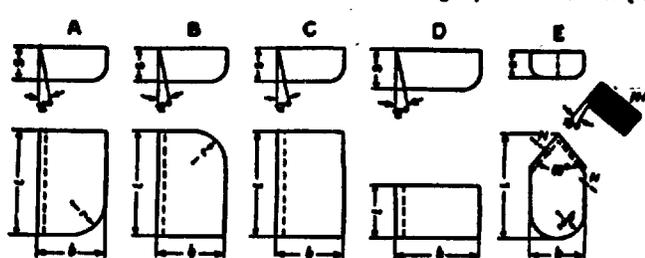
1. Type e. g. B 2. Length l e. g. 20 mm 3. TIZIT-grade e. g. S1T

Description e. g.: TIZIT Cutting Tip B 20 S1T DIN 4966

1) DIN stands for "DEUTSCHE INDUSTRIE NORMEN" i. e. German Industrial Standards.

2) All measurements are given in accordance with the metric system — 1 millimetre (mm) = 0.03937 inches.

Cutting Tips to DIN E 4966 (1st edition)



dimensions in mm

l	Type A, B, and C			Type D		Type E	
	b	s	r	b	s	b	s
4				6	3		
5				8	4		
6				10	5		
8	5	3	3	12	6	4	3
10	6	4	3	16	8	5	3
12	8	4	4	20	10	6	3
16	10	5	4	25	12	8	4
20	12	6	5			10	5
25	16	8	6			12	6
32	20	10	10			16	8
40	25	12	10				
50	32	16	12				

Use TIZIT-grade according page 4

Please state in your order: 1) Type e.g. A, 2) Length l e.g. 12, 3) TIZIT grade e.g. U

Description e. g.: TIZIT Cutting Tip A 12 U DIN E 4966

Besides we supply TIZIT Cutting Tips to other Standards (DIN and foreign Standards and our own Standards) and special shapes in almost any size or form to customers specification (according to drawing or samples) for various applications e. g.:

For Cutting:

Cutting Tips for drills DIN E 8010 and 8013, reamers, mills, counterbores and countersinks DIN E 8011, gun boring drills DIN 92145, Broad nose tools for chilled cast iron WN 10, Grooving tools WN 11, Form tools for grain mill rolls WN 12, Grooving tools for V-belt pulleys WN 13, Inserts for clamped tools (finish ground).

Cutting Tips for stone-mason tools WN 22—24.

Inserts for percussive rock drill bits and rotary drills.

Inserts for core drill bits, inserts and tips for deep boring tools WN 80.

For non-cutting applications:

Tips for Wire Drawing Dies WN 55 and other drawing tools, Inserts for blanking, stamping, deep drawing tools, bending bars, wire straightening, riveting and seaming rolls, swaging dies, rolls for rolling mills.

Wear resistant applications:

Tips for Laths and Grinder Centers DIN E 8012, Guiding Bars DIN 92146, Sand Blast Nozzles WN 70, Machine Guide Bushings, Wire and Textile Guides, Centerless Grinder Rests, Gliding Blocks, Gauges and other measuring instruments, Bearings, Nozzles, Valves, Balls for Hardness Testing, Ball Mills and Balls.

Heat Resisting Parts:

Protective Tubing for Thermo-Couples, Rest Pins for Enamel Furnaces, Blades and Nozzles for Turbines.

TIZIT HARD METAL



Tools

Cutting Tools DIN 4971 — 4981

measurements in mm

1. Type (Order number in heavy print)	Straight Rough Turning Tools	Bent Rough Turning Tools	Straight Finishing Tools	Broadnose Finishing Tools	Bent Finishing Tools	Bent Facing Tools	Offset Facing Tools	
	DIN 4971	DIN 4972	DIN 4973	DIN 4976	DIN 4978	DIN 4979	DIN 4980	
3. Right hand or left hand	R L	R L			R L	R L	R L	
2. Shank Dimensions	Cross Section <input type="checkbox"/> square or <input type="checkbox"/> rectangular							
	Width	Height	Length	Order No.	Width	Height	Length	Order No.
	10	10	100	10 q	10	16	125	16 h
	12	12	110	12 q	12	20	140	20 h
	16	16	140	16 q	16	25	180	25 h
20	20	160	20 q	20	32	220	32 h	
25	25	200	25 q	25	40	280	40 h	
32	32	250	32 q	32	50	315	50 h	
40	40	315	40 q	40	63	355	63 h	
50	50	355	50 q	50	80	400	80 h	
63	63	400	63 q					

1. Type (Order number in heavy print)	Rough Boring Tools				Edge Boring Tools			
	DIN 4973				DIN 4974			
2. Shank Dimensions	Cross Section <input type="checkbox"/> square or <input type="checkbox"/> round							
	Width	Height	Length	Order No.	Diameter	Length	Order No.	
	10	10	125	10 q	10	160	10 r	
	12	12	140	12 q	12	180	12 r	
	16	16	180	16 q	16	220	16 r	
20	20	220	20 q	20	250	20 r		
25	25	250	25 q	25	315	25 r		
				32	355	32 r		

1. Type (Order number in heavy print)	Parting Tools				
	DIN 4981				
3. Right hand or left hand	R	L			
2. Shank Dimensions	Cross Section <input type="checkbox"/> rectangular				
	Width	Height	Length	Cutting Width	Order No.
	6	10	100	3	10 h
	8	12	110	3	12 h
	10	16	125	3	16 h
	12	20	140	4	20 h
	16	25	180	5	25 h
	20	32	220	6	32 h
25	40	280	8	40 h	
32	50	315	12	50 h	

4. TIZIT Grade according to page 4

Please state in your orders:

1. Type number e. g. 72 for Bent Rough Turning Tool DIN 4972
2. Cross Section of Shank e. g. 32h for rectangular 20x32x220 mm
3. Right hand or left e. g. L for left hand
4. TIZIT grade e. g. S2T for steel cutting.

Order No.: 72.32 h L S2T

Further examples:

Rough Boring Tool DIN 4973, shank 16 r round, for machining steel and cast iron, grade TIZIT U: Order No.: 72.16 r U

Parting Tool DIN 4981, 12x20x140, rectangular, right hand, for cast iron grade TIZIT G1: Order No.: 81.20 h R G1

TIZIT HARD METAL



Tools

Tools to our own Standards

measurements mm

Broadnose Tools for machining chilled iron Standard WN 10

shank			Order No.
w*)	h*)	l*)	
60	40	400	Ti 1001
70	40	400	Ti 1002
80	40	400	Ti 1003
90	40	400	Ti 1004
100	40	400	Ti 1005

Grooving Tools Standard WN 11

shank			Order No.
w	h	l	
2,5	15	150	Ti 1101
3	15	150	Ti 1102
3,5	15	150	Ti 1103
4	20	200	Ti 1104
4,5	20	200	Ti 1105
5	20	200	Ti 1106
5,5	20	200	Ti 1107
6	20	200	Ti 1108
7	20	200	Ti 1109
8	30	225	Ti 1110
9	30	225	Ti 1111
10	30	250	Ti 1112

Form Tools for Grain Mill Rolls Standard WN 12

shank			Order No.
w	h	l	
6	10	180	Ti 1201
10	16	200	Ti 1202
12	20	220	Ti 1203
16	25	220	Ti 1204

State Order No. and form

Vee-Grooving Tools Standard WN 13

Groove width	shank			Order No.
	w	h	l	
10	12	20	140	Ti 1312
13	15	25	180	Ti 1315
17	19	32	220	Ti 1319
20	22	32	260	Ti 1322
25	27	32	300	Ti 1327
32	34	50	330	Ti 1334
40	42	50	350	Ti 1342

*) w width, h height, l length

In your order please state TIZIT grade required according to application. See page 4

Lathe Centers DIN 806 with TIZIT Inserts DIN E 8012

Morse taper	Order No.	Morse taper	Order No.
0	Ti 0980	4	Ti 0984
1	Ti 0981	5	Ti 0985
2	Ti 0982	6	Ti 0986
3	Ti 0983		

Scrapers Standard WN 30

width	Order No.
18	Ti 3018
20	Ti 3020
22	Ti 3022
27	Ti 3027
31	Ti 3031

Sand Blast Nozzles with TIZIT Inserts Standard WN 70

Type A			Type B		
I. D.	O. D.	length	I. D.	O. D.	length
2	24	50	6	30	80
3	24	50	8	30	80
4	24	50	10	30	80

further dimensions upon request.

In addition we have an extensive range of TIZIT Tools to our own Standards and readily offer TIZIT Tools manufactured to customers' drawings and samples, e. g.:

For cutting:

- Turning and planing tools, Tools with hard metal tips and solid hard metal bits for boring bars, precision boring tools, form turning tools, special flat and circular form tools, turning bits, face mill blades, inserted blade cutters.
- Milling Cutters, countersinks and counterbores, reamers.
- Drills and boring tools for metals and non-metallic materials.
- Wood working tools.
- Button turning tools.
- Stone working tools e. g.: hand chisels, pneumatic chisels, hand boring tools, tile cutting chisels and wheels, marble drills, masonry drills.
- Rotary drills for mining, core drill bits.

For non-cutting applications:

- Drawing dies for wire, bars and tubes, heading and extruding dies, dies for hot extrusion, blanking, stamping and deep drawing dies, bending tools.
- Wire straightening, riveting and seam rolls, swaging dies, rolls for rolling mills. Tableting dies and pressing dies for the ceramic, powdermetallurgical and other Industries.

Wear resistant applications:

- Special non-standard lathe and grinder centers, machine parts, bushings, chucks, wire and textile guides, centerless grinder rests, measuring and guiding pins, bearings, valves, nozzles, hard metal lined ball mills and balls.

Under the trade name DIATTI we manufacture diamond tools e. g.:

- Grinding wheel dressers, diamond files, grinding, cutting and lapping wheels, grinding and lapping pins, core drills a. s. o.

Ask for our special catalog and TIZIT Manual

TIZIT HARD METAL



Hard metal TIZIT is available in the following grades:

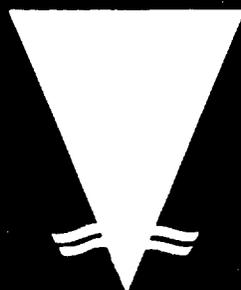
Grade	Distinguishing color or mark	Applications
TIZIT 5T	grey	For precision turning and precision boring of steel and steel-castings.
TIZIT 5T	black	For machining wrought and cast steel at high cutting speeds with small to medium feeds.
TIZIT 5T	white	For machining wrought and cast steel at medium cutting speeds and medium feeds. Cutting speeds are 30% lower than for 5T.
TIZIT 5T	red	For machining wrought and cast steel at medium and low cutting speeds and large feeds. Particularly used where greatly changing depths of cut and intermittent cuts occur. Cutting speeds 30% lower than for 5T.
TIZIT 5T	white	Suitable for turning, planing, milling, boring and drilling steel and steel-castings at low cutting speeds. Particularly recommended for applications where high speed steels have been used previously up to slow. This is a new grade, which is tougher than 5T.
TIZIT U	orange	Universal purpose grade for machining steel, steel-castings and various types of cast iron at medium cutting speeds.
TIZIT 2E	blue	For machining grey cast iron, non-ferrous metals and plastics. Also for wear resistant parts.
TIZIT 2E	brown	For machining wood, hard wood such as teak, plywood etc. and fibrous plastics. Also for percussive drills and wear resistant parts.
TIZIT 2E	green	For dies, blanking, stamping and forming tools, deep drawing dies, swaging dies and wear resisting parts.
TIZIT 2E	green G4-G6	Extremely tough grades for wear parts, for applications as extruding and heading dies, swaging dies where impact resistance is important.
TIZIT H1	yellow	For machining chilled cast iron and cast iron over 200 Brinell, malleable iron, steel over 180 kg/mm U.T.S., bronze, silicon alloyed light metals, glass and porcelain.
TIZIT H2	yellow H2	For the machining of special chilled iron with a hardness of over 90 shore and for precision machining of medium to very hard grey cast iron.
TIZIT H3	yellow H3	A suitable grade for machining non-metallics e. g. insuloid and synthetic plastics, glass, porcelain etc., where very high wear-resistant properties are required.
TIZIT WZ	pink WZ	Heat- and scale resisting grades, suitable as high temperature materials. Applications such as: pins for supporting work going through enamel firing furnaces, protective tubing for thermo-couples, carbide blades and nozzles and wear resisting parts for high temperature working.

All cutting tips manufactured from TIZIT Hard metal bear distinguishing marks TI 5T, TI 2T and so on.

METALLWERK PLANSEE
GESELLSCHAFT M.B.H.
REUTE-TIROL
A U S T R I A

Post Box 44 — Telephone 48 (241) — Cable Address METALLWERK-REUTE

SINTERED MATERIALS



PRODUCTION PROGRAMME

P R O D U C T I O N P R O G R A M M E

We, as a specialized firm for Powder Metallurgy possess over 30 years' experience in the manufacture and application of sintered material of all kinds. Our aim is to improve our well-known products and to develop new types of sintered alloys and thus to satisfy the ever increasing demands of the industry. Our production programme covers nearly the whole field of powder metallurgy and we now produce the following materials:

METALLWERK PLANSEE
REUTH, TIROL



METALLWERK PLANSEE
GEWELTCHAFI M-D-K
NEUTE, TIROL

PRODUCTION PROGRAMME

Molybdenum

In the form of wire, gauze, rods, sheets, tape, foil, rivets and shaped pieces of all kinds.

Applications:

Vacuum Technique: Structural parts for amplifiers and transmitter tubes, X-ray tubes, high tension valves, rectifiers, etc.

Electric Lamp Production: Structural parts for lamps and bulbs, mandrel wire for tungsten filaments.

Electric Furnaces: Heating elements, structural parts for high temperature furnaces.

Switchgear: Contacts for high tension air blast switches and relays, arcing contacts.

Chemical Industry: Corrosion resistant structural parts, tubes for thermo couples in glass or metal melting furnaces, stirring equipment.

Die Casting: Valves, nozzles, etc.

Jet Engines: Nozzles, blades, etc.

Tungsten

In the form of rods, sheets, tape and form pieces.

Applications:

Vacuum Technique: Structural parts for X-ray tubes (anodes of all kinds such as discs, solid tungsten anodes, buttons loose or with cast-on copper bodies), amplifiers, transmitter tubes, rectifiers, fluorescent tubes, etc.

Switchgear: Contact discs, for example rivets for ignition of all kinds, contacts for inverted rectifiers, voltage regulators and high tension air blast switches, etc.

Sparkling Plug Industry: Electrodes for high efficiency sparking plugs.

Welding Technique: Electrodes for the Atomic Hydrogen or Argon arc welding.



PRODUCTION PROGRAMME

OMMET-A, OMMET-B

Sintered Ni-Mo-Fe or Ni-Mo-alloys
in the form of wire, gauze, sheets and form pieces.

Applications:

Vacuum Technique: Structural parts for amplifiers and transmitter tubes.

Chemical Industry: Corrosion resistant parts.

OMMET-Fe

Sintered Iron of highest purity
in the form of wire, rods, sheets.

Applications:

Vacuum Technique: Structural parts for amplifiers, transmitter tubes, mercury arc rectifiers, glow rectifiers, high tension valves, oscillographs, mercury switches, vacuum switches, etc.

ELMET Contact Metals

Sintered compound metal on tungsten-copper, tungsten-silver, silver-nickel, silver-cadmium-oxide base, etc.

In the form of **ELMET** pieces ready for facing contacts by brazing or soldering, or ready-made contacts with **ELMET** facings.

Applications:

Switchgear for low, medium and high tension.

ELMEDUR, ELMET-H3 for Resistance Welding Electrodes

In the form of rods, discs, rings, form pieces and ready-made electrodes for all kinds of resistance welding.

Applications:

Welding Technique: Electric resistance welding, electric upsetting machines.

ELMET Heavy Metal

In the form of pieces of all shapes and sizes.

Applications:

Engineering and Watchmaking Industry: Protection against Radioactivity; balancing bodies, counter balance weights, fly wheel weights, containers for radio-active substances.

PRODUCTION PROGRAMME



Hard Metal TIZIT

In the form of **tips** (Standard and Special), **form pieces** of all kinds, **wear resisting parts**, **pieces with high resistance against oxidation and elevated temperatures**, all of different grade according to the application. **Tools for cutting purposes and chipless forming.**

Applications:

Cutting: Tools for turning, planing, milling, drilling, etc. of all metal or non-metallic materials.

Sheet Metal, Wire Industries, etc.: Tools for chipless forming; drawing dies, press tools, blanking tools, dies for extrusion presses, calibrating dies of metallic and non-metallic materials.

Engineering, Textile, Wire, Ceramic Industries: Wear resisting parts of all kinds.

Chemical Industry, Mining Industry, etc.: Wear resisting parts of all kinds.

High Temperature Technique: Parts with resistance against high temperatures and oxidation such as tubes for thermo couples, turbine blades, nozzles, etc.

Hard Facing Alloys, DURAZIT, DURAWELD, EMPEDUR, SIN-TRAMANT, WOLFRAMANT

In the form of cast welding rods, tubular welding rods sintered or cast inserts for boring crowns.

Applications:

Engineering, Mining Industry, etc.: Abrasion resisting facings and wear resisting hard facing of machine parts especially on deep boring tools.

DIATIT Diamond Tools

In the form of tools with metal bound diamond layers, such as grinding and lapping wheels, grinding rods, cutting wheels, drills, files and laps, and other special tools. **Diamond board.**

Applications:

Grinding and Polishing Technique: Tools for grinding, drilling, cutting and engraving of very hard and brittle material.

Dental Purposes: Grinding and polishing discs and other dental tools.



PRODUCTION PROGRAMME

FERROMET Sintered Iron and Sintered Steel

In the form of parts of all shapes of sintered iron and alloyed or non-alloyed sintered steel (carbon steel, alloyed or non-alloyed case hardened steel, corrosion resistant steel, manganese steel, etc.) produced either as porous bodies or bodies with high density, tempered, case hardened, metal infiltrated, surface treated, etc.

Applications:

Engineering Industry, Car, Motor-Cycle and Cycle Industry, Roller Bearing Industry, Armament Industry, Iron Fittings and Armature Industry, etc.: Ready made form pieces off all kinds.

FERROMET Bearings

In the form of bearing bushes of different shapes, oil infiltrated.

Applications:

Small Machine, Car, Motor-Cycle and Cycle Industry, Textile Machine Industry, Sewing Machine and Office Machine Industry, etc.: Self lubricating, oil infiltrated bearing bushes of all kinds.

Sinterbronze

In the form of porous or oil infiltrated bearing bushes of all kinds, structural parts of high density, filters.

Applications:

Small Machines: Structural parts for machines and apparatus.
Chemical Industry: Filter plates.

Sintered Permanent Magnets

In the form of form pieces of all shapes in grades AEM 90, AEM 120 and Alnico 160, sintered ground, non-magnetised or magnetised.

Applications:

Electro-Technique: Permanent magnets for small motors, small generators, measuring instruments and other electrical apparatus.

P R O D U C T I O N P R O G R A M M E

Agencies of Metallwerk Plansee G. m. b. H.

- Argentina :** Antonio Pinter, San Martin 345-3^o P., Buenos Aires, for hard metal
Erwin Fleischner, Corrientes 424, Buenos Aires, for all other products
- Australia and
New Zealand :** Elfax Trading Comp., 15-18 Rawson Chambers, Rawson Place, Sydney,
for all products
- Belgium :** Société Cérametal, Em. Michels, 147, Avenue Paul Deschanel, Brussels,
for sintered iron, sintered steel, sintered magnets and diamond metals
Office Commercial Technique, 84, Chaussée de Haecht, Brussels,
for all other products except hard metal
- Brazil :** G. Reisky, Av. Pres. Vargas 446, Rio de Janeiro, for hard metal
- Denmark :** Uddeholm A/S, Lygten 5, Copenhagen NV, for sintered iron and sintered steel
Otto Ahrens A/S, Skyttegade 7, Copenhagen N, for all other products
except hard metal
- Egypt :** Curto Oelsner, P. O. Box 1921, Alexandria
- England :** Metro Cutanit Ltd., 160, Piccadilly, London W 1, for all products except hard metal
- Finland :** The East-West Company Ltd., (Oy. Itä-Länsi Ab.), Yrjönkatu 7, Helsinki,
for all products except hard metal
- France :** Ets. Charles Balloffet, 10, Rue Pergolèse, Paris XVI^e, for all products
- Germany :** Deutsche Edelstahlwerke A. G., Abt. Sintermetalle, Stuttgart-O,
Hausmannstrasse 56
- Greece :** Leonidas A. Yagdjoglou, Gambetta Str. 14c, Athens, for hard metal
Const. Anghelopoulos, Bolte Postale 217, Athens, for all other products
- Holland :** Sintermet, Laan van Poot 308, The Hague, for all products except hard metal
- India :** Messrs. H. Fillunger & Co., Manufacturers and Representatives,
5, Bentinck Street, Calcutta 1, for molybdenum wire
- Israel :** Emil Duschak, 9, Dr. Luria Street, Tel Aviv, for all products
- Italy :** Accial Marathon S. p. A., Piazza della Repubblica 9, Milan, for hard metal
Sintermetal S. a. r. l., Corso Bolzano 14, Turin, for all other products



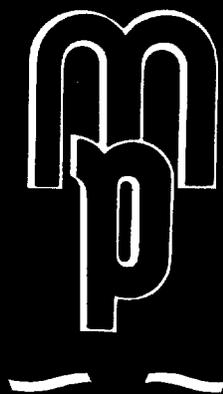
PRODUCTION PROGRAMME

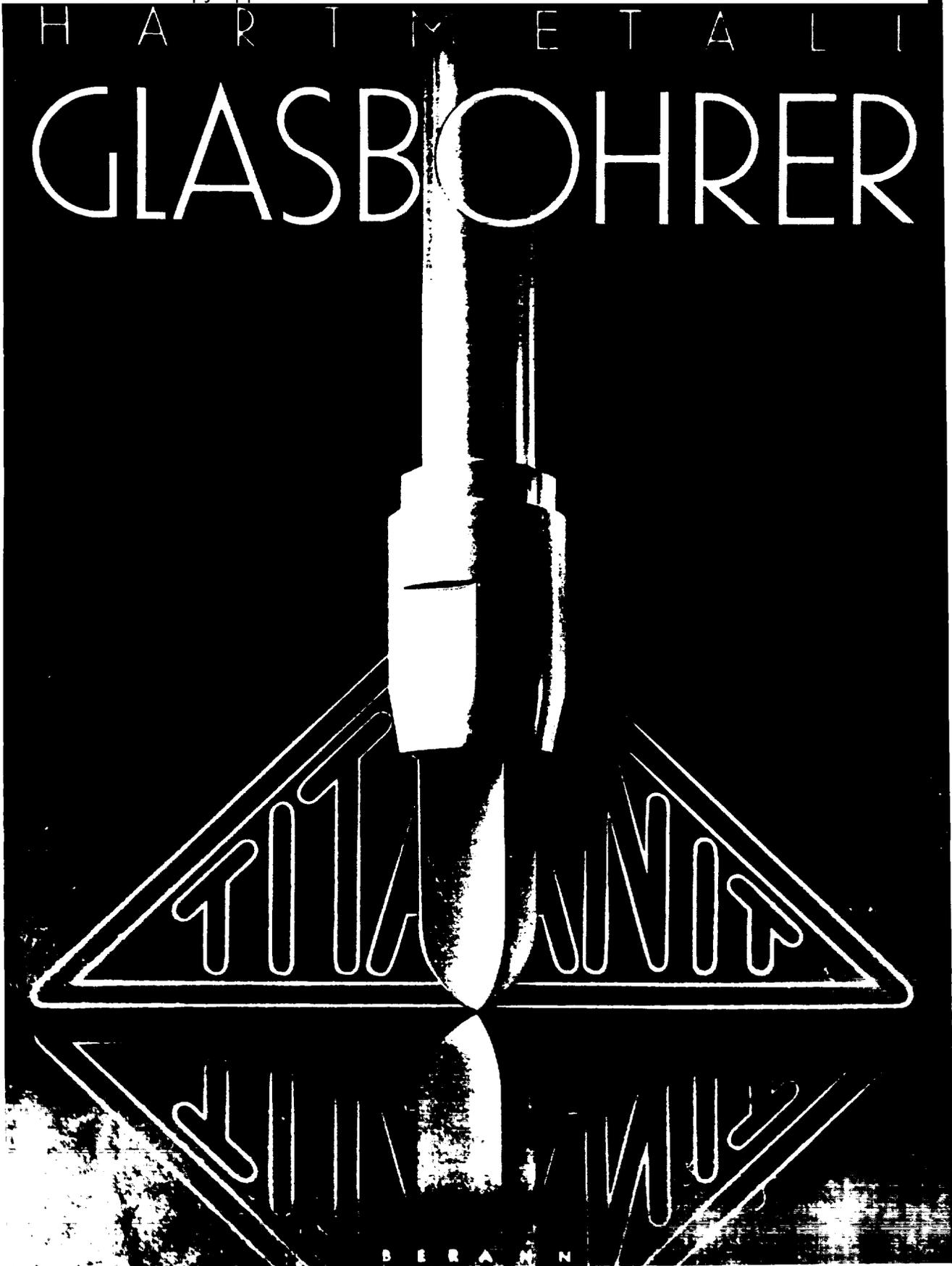
- Japan :** Nippon Electric Comp. Ltd., 2 Shiba Mita Shikoku-machi Minato-ku, Tokyo
- Norway :** Carl A. Haakensens, Effif., Postbox 74, Oslo, for all products except hard metal
- Portugal :** Companhia Hanséatica, L.^{da}, Rua do Ouro, 191-3^a, e 5^a, Apartado 676, Lisbon, for all products
- South Africa :** European Investment Corp., (Pty.) Ltd., P. O. Box 4946, 53 Beckett's Bldg., President Str., Johannesburg, for hard metal
- Spain :** Federico Foerster, Consejo de Ciento 335, Barcelona (7), for all products
- Sweden :** Kohlswa Jernverks A. B., Kolsva,
for sintered iron, sintered steel, hard metal, sintered magnets
Bergman & Beving A. B., Birger Jarlsgatan 9, Stockholm 7,
for all other products
- Switzerland :** Utilis Müllheim A. G., Werkzeug- und Apparatefabrik, Müllheim/Thurgau,
for hard metal
Vollweiler & Co., Zurich 44, Postfach, for all other products
- Turkey :** Giorgio Giras (P. O. B.), P. K. 1635, Stamboul, for hard metal
- Uruguay :** Corporacion Intercambio Comercial International S. A., San Martin 2505-07, Montevideo, for hard metal
- USA :** Sintramet Corporation, 320 Yonkers Avenue, Yonkers 2, N. Y.
- Yugoslavia :** Alat, Zastupstva inostranih firmi, Beograd, Kralja Milutina 35, for hard metal

For more detailed information about all our products we would refer you to our **Special Booklets** which we will gladly forward at your request.

METALLWERK PLANSEE
GESELLSCHAFT M.B.H.
REUTE, TIROL

Vienna Office : Vienna I, Wipplingerstrasse 25





Hartmetallbohrer für Glas, Porzellan, Marmor, Klinker, Mauerwerk und andere keramische Werkstoffe werden wegen der hervorragenden Härte und Verschleißfestigkeit des Hartmetalles bereits seit vielen Jahren mit bestem Erfolg verwendet. Die hohen Standzeiten, die ein Vielfaches der bisher üblichen Stahlbohrer betragen, haben die Hartmetallglasbohrer zu einem unentbehrlichen Werkzeug der einschlägigen gewerblichen und industriellen Betriebe (Glaser, Installateure, Steinmetzen u. a.) gemacht.

Bisher wurden solche Bohrer durch Auflöten einer Hartmetallspitze auf einen entsprechenden Schaft hergestellt. Für jeden Lochdurchmesser mußten zwangsläufig mehrere Bohrer vorrätig sein, wodurch sich die Notwendigkeit einer umfangreichen Lagerhaltung teurer Bohrwerkzeuge ergab. Wurde infolge des natürlichen Verschleißes ein Bohrer im Betrieb unbrauchbar oder ging ein Werkzeug durch irgendeinen Umstand zu Bruch, dann mußte der gesamte Bohrer, also Schaft samt Hartmetallspitze, neu angeschafft werden.

Bei unserem neuen, gespannten TITANIT-Glasbohrer fallen alle diese Nachteile weg. Der gespannte TITANIT-Glasbohrer besteht aus einem Bohrschaft, in welchem mittels einer Überwurfmutter eine dreikantige TITANIT-Hartmetallspitze eingespannt ist. Die TITANIT-Spitzen sind am Einspannende mit einem Zentrierkonus versehen, der in einen entsprechenden Hohlkegel des Schaftes hineinpaßt. Die Sitzfläche der Spitze und des Bohrschaftes ist genau geschliffen, so daß immer ein einwandfreies zentrisches Spannen gewährleistet wird. Der feste Kegelsitz bedingt eine einwandfreie Verbindung zwischen Schaft und Hartmetallspitze. Jede TITANIT-Ersatzspitze paßt in den einmal vorhandenen Bohrschaft gleichen Durchmessers und ist jederzeit rasch und ohne jegliche Vorrichtung auch durch ungeschulte Arbeitskräfte auswechselbar.

Unser gespannter Glasbohrer ist patentiert (O. P. Nr. 163694).

Achten Sie beim Einkauf auf die geschützten Markenzeichen



DER GESPANNTE TITANIT-GLASBOHRER HAT FOLGENDE VORTEILE:

- Die genau zentrierte TITANIT-Hartmetallspitze arbeitet gleichmäßig mit drei Schneidkanten, wodurch ein einwandfrei genaues und sauberes Bohrloch gewährleistet wird.
- Bei Bruch oder natürlichem Verschleiß der TITANIT-Hartmetallspitze muß nicht mehr der vollständige Bohrer nachgeschafft werden, sondern nur die entsprechende TITANIT-Spitze, welche nur einen Bruchteil des Preises für den kompletten Bohrer kostet.
- Es ist billiger, für jeden Durchmesser mehrere TITANIT-Hartmetallspitzen vorrätig zu halten als ganze Bohrer.
- Stumpfgewordene Spitzen müssen nicht sofort mit häufig ungeeigneten Mitteln nachgeschliffen werden. Das Nachschleifen erfolgt am besten und billigsten sowie kurzfristig von unseren geschulten Fachleuten auf eigenen Spezialmaschinen.

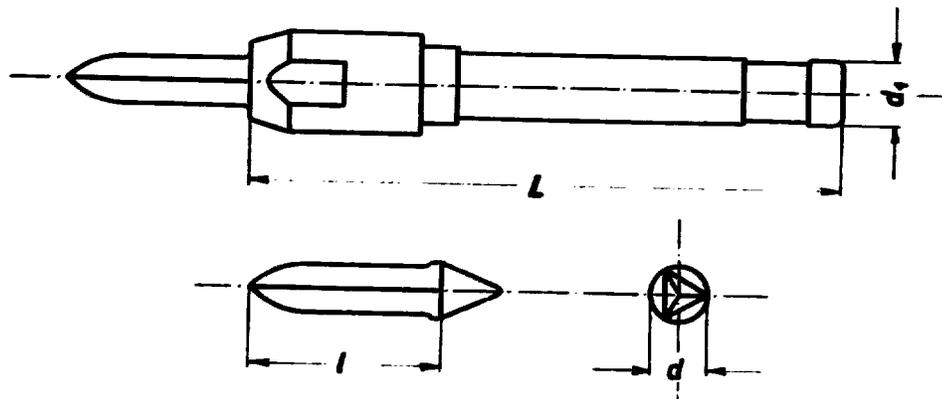
GEBRAUCHSANWEISUNG

Das Bohren von Glas und anderen keramischen Werkstoffen mit unseren gespannten TITANIT-Glasbohrern kann sowohl von Hand als auch mit den gebräuchlichen Bohrmaschinen wie üblich vorgenommen werden. Kleine Löcher in dünnen Glasplatten kann man mit höheren Umdrehungszahlen bohren als große in stärkeren Platten. Bei Vorschüben von etwa 0,04 bis 0,05 mm gelten etwa folgende Richtwerte:

Bohrerdurchmesser in mm	3—5	Umdrehungszahl/Minute	1000—700
	6—10		600—300
	11—20		300—200

Als Kühl- bzw. Schmiermittel verwendet man beim Glasbohren meist Wasser, noch zweckmäßiger Terpentin oder Gemische von Rüböl und Petroleum. In schwierigen Einzelfällen steht unsere technische Beratung kostenlos zur Verfügung.

Wir liefern prompt ab Lager komplette, gespannte TITANIT-Glasbohrer sowie auch Einzelspitzen aus TITANIT-Hartmetall und einzelne Bohrerschäfte in folgenden Abmessungen:



Bestell-Nr.	Maße in mm					Preise in	
	TITANIT-Hartmetallspitze			Bohrerschaft		TITANIT-Hartmetallspitze Normalform	kompletter Bohrer
	d	Normalform	Sonderform	~ L	d ₁		
Ti 4403	3	15	23 ^{x)}	60	5		
Ti 4404	4	15	23 ^{x)}	70	6		
Ti 4405	5	18	24 ^{x)}	80	7		
Ti 4406	6	18	24 ^{x)}	80	9		
Ti 4407	7	23	26 ^{x)}	80	10		
Ti 4408	8	28		85	10		
Ti 4409	9	28		85	10		
Ti 4410	10	30		85	10		
Ti 4411	11	30		90	10		
Ti 4412	12	33		90	10		
Ti 4413	13	33		100	10		
Ti 4414	14	34		110	10		
Ti 4415	15	34		120	10		
Ti 4416	16	35		125	13		
Ti 4417	17	35		125	13		
Ti 4418	18	36		145	13		
Ti 4419	19	36		145	13		
Ti 4420	20	36		145	13		

x) Falls Sonderform erwünscht, ausdrücklich bei Bestellung verlangen.

Auf Wunsch liefern wir auch dreikantige Glasbohrer in üblicher gelöteter Ausführung.

Für das Bohren, insbesondere von tiefen Löchern in Mauerwerk aller Art, empfehlen wir auch unsere Spezial-Mauerbohrer mit hochverschleißfester TITANIT-Hartmetallspitze. Ferner erzeugen wir für die Bearbeitung keramischer Werkstoffe weitere mit TITANIT-Hartmetall bestückte Spezialwerkzeuge, wie Drehmesser für Glas und Keramik, Glasschneider, Anreiß- und Gravierschneider, Fliesenmeißel, Fliesenschneidrädchen, Sandstrahl Düsen u. a. Verlangen Sie unsere Sonderangebote!

METALLWERK PLANSEE

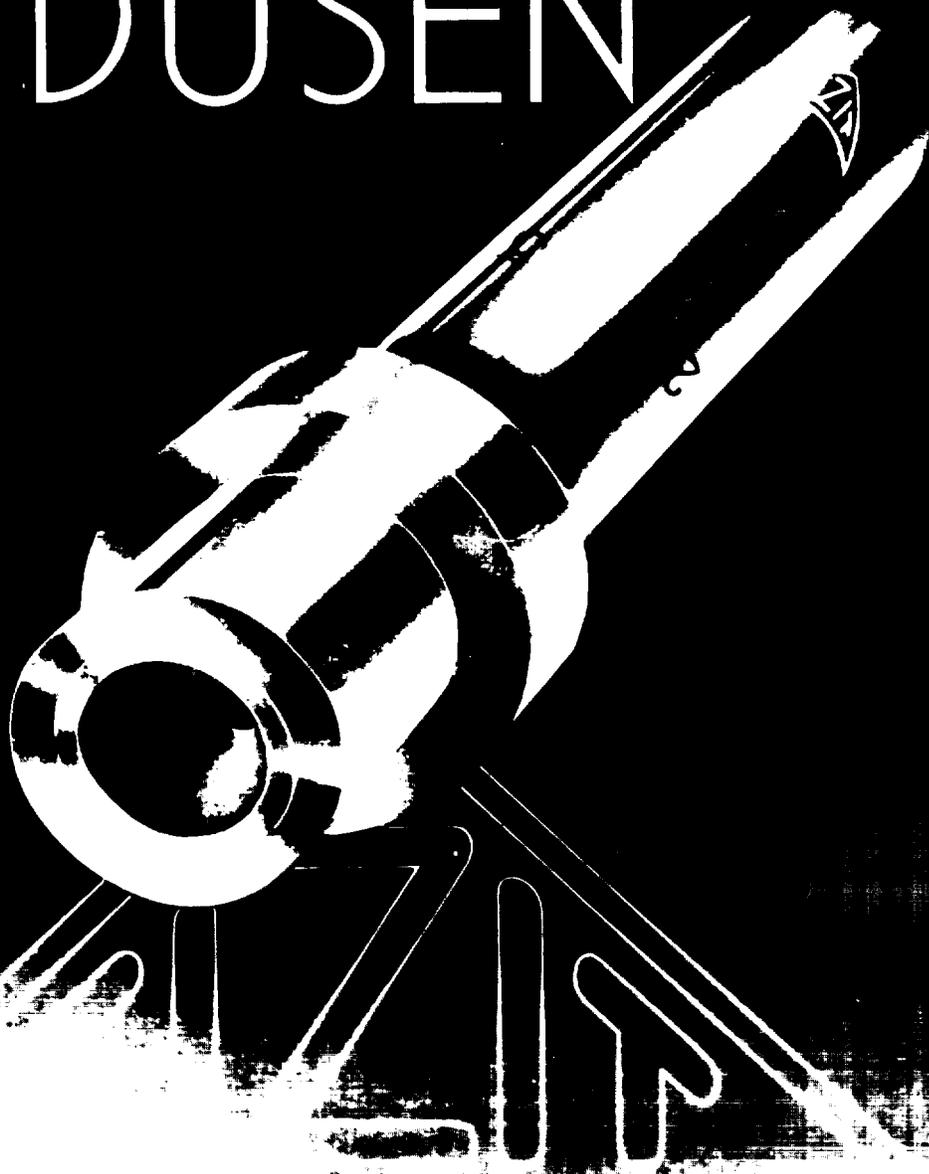
QUALITÄT UND
REUTE, TIROL

POSTFACH 44
FERNSPRECHER:
REUTE NR. 40
BRANTWORT:
METALLWERK REUTE

VERKAUFSTELLE:
WIEN, L. WIPPLINGERSTRASSE 28
FERNSPRECHER: U-21-S-90 SERIE

H A R T M E T A L L

SANDSTRAHL DÜSEN



Sandstrahlgebläse finden bereits seit langem Verwendung zum Putzen von Gußstücken aller Art, von Gestein, Mauerwerk u. a., zum Entzundern von Blechen und Schmiedestücken, zum Entrosten und Reinigen von Eisen-, Stahl- und Gußteilen vor dem Lackieren, Galvanisieren und Emallieren sowie zum Mattieren von Blechen, Metallen, Glas u. a. Wenn Sandstrahlgebläse nicht immer wirtschaftlich arbeiten, so liegt der Grund vor allem darin, weil sehr häufig übersehen wird, in welchem hohem Maße der Nutzeffekt von der Wahl der richtigen Blasdüse abhängt.

Beim Durchströmen des Luft-Sand-Gemisches wird die Düsenbohrung höchstem Verschleiß ausgesetzt. Diesem mechanischen Angriff durch den Sand halten die gebräuchlichen Hartguß- oder Stahldüsen schlecht stand, so daß sie oft schon nach einer Betriebsdauer von wenigen Stunden ausgetauscht werden müssen, weil sie abgeblasen sind. Außer den vielen Arbeitsunterbrechungen hat die schnelle Abnutzung aber noch andere nachteilige Folgen, von denen insbesondere der größere Luft- und Kraftbedarf bei gleichzeitigem Leistungsabfall zu erwähnen ist.

Der Zusammenhang zwischen Druck am Düsenaustritt (Abgabeleistung) und Düsenbohrung ergibt sich aus der Überlegung, daß eine Aufweitung der Bohrung zwangsläufig einen höheren Luftbedarf zur Folge hat, wenn die Abgabeleistung gleichbleiben soll. Mit steigendem Luftbedarf steigt aber auch der Kraftbedarf des Kompressors an, wie nachstehende Zahlentafel zeigt.

Luft- und Kraftbedarf von Sandstrahlgebläsen

Düsenbohrung mm	Luft- und Kraftbedarf							Düsenbohrung mm	Luft- und Kraftbedarf						
	1	2	3	4	5	6	atü		1	2	3	4	5	6	atü
2	0,11	0,11	0,14	0,18	0,22	0,26	m³/min	9	1,55	2,30	3,00	3,80	4,60	5,40	m³/min
	1,00	1,00	1,00	1,40	1,85	2,30	PS		6,60	11,50	18,00	25,00	34,00	43,00	PS
3	0,16	0,25	0,33	0,41	0,49	0,58	m³/min	10	1,95	2,85	3,70	4,70	5,70	6,70	m³/min
	1,00	1,35	2,10	3,00	4,00	5,00	PS		8,00	14,00	22,00	31,00	42,00	52,00	PS
4	0,30	0,48	0,60	0,74	0,88	1,05	m³/min	11	2,35	3,50	4,60	5,70	6,90	8,20	m³/min
	1,40	2,35	3,70	5,20	7,00	8,90	PS		9,80	17,00	26,50	38,00	50,00	63,00	PS
5	0,47	0,70	0,93	1,15	1,40	1,65	m³/min	12	2,80	4,10	5,40	6,80	8,20	9,80	m³/min
	2,15	3,60	5,70	8,00	11,00	13,50	PS		11,50	20,00	31,00	45,00	60,00	74,00	PS
6	0,68	1,00	1,35	1,65	2,00	2,40	m³/min	13	3,25	4,80	6,40	8,00	9,60	11,50	m³/min
	3,00	5,20	8,00	11,50	15,50	19,00	PS		13,50	23,50	37,00	52,00	70,00	88,00	PS
7	0,94	1,35	1,81	2,30	2,75	3,30	m³/min	14	3,80	5,60	7,40	9,20	11,00	13,50	m³/min
	4,00	7,00	11,00	15,50	21,00	26,00	PS		15,50	27,00	43,00	60,00	81,00	105,00	PS
8	1,28	1,80	2,40	3,00	3,60	4,30	m³/min	15	4,40	6,50	8,50	10,50	13,00	15,00	m³/min
	5,30	9,00	14,00	20,00	27,00	34,00	PS		18,00	31,00	49,00	69,00	92,00	115,00	PS

Gemäß dieser Tafel verbraucht z. B. eine Düse mit 8 mm Bohrung bei einem Druck von 6 atü (mit höheren Drücken wird praktisch keine Leistungssteigerung erreicht) je Minute 4,3 m³, also je Stunde rund 258 m³ angesaugter Luft, wozu eine Motorleistung von 34 PS erforderlich ist. Erweitert sich die Bohrung — wie dies bei gewöhnlichen Blasdüsen schon nach 3 bis 4 Stunden der Fall ist — nur um 2 mm auf 10 mm, so beträgt der Luftbedarf bei gleichbleibendem Druck bereits 6,7 m³/Minute bzw. 402 m³/Stunde. Vorausgesetzt, daß der Kompressor dem gesteigerten Luftverbrauch überhaupt folgen kann, sind jetzt 52 PS Motorleistung erforderlich. Es haben sich also in dieser kurzen Zeit die Antriebskosten um etwa 53% erhöht, ohne daß dieser Verteuerung eine entsprechende Leistungssteigerung gegenübersteht.

Die Blaslleistung bleibt bei zunehmender Düsenaufweitung selbst dann nicht konstant, wenn der Verdichter dem Mehrbedarf an Proßluft nachkommt. Die nachstehende, aus vielen Erfahrungswerten entwickelte Zahlentafel zeigt die Abhängigkeit der Blaslleistung vom Düsenquerschnitt und Blasdruck.

Blasleistung von Sandstrahlgebläsen

Düsenbohrung mm	Blasdruck in atü					
	1	2	3	4	5	6
	Blasleistung m ³ /min					
2	1,40	2,15	2,90	3,70	4,50	5,25
3	1,50	2,35	3,25	4,05	4,90	5,75
4	1,60	2,55	3,50	4,50	5,50	6,50
5	1,75	2,85	4,00	5,00	6,15	7,25
6	1,85	3,10	4,80	5,50	6,75	8,00
7	2,00	3,40	5,30	6,25	7,60	9,00
8	2,15	3,75	5,70	6,80	8,40	10,00
9	2,30	4,00	6,05	7,40	9,05	10,75
10	2,40	4,25	6,40	7,90	9,70	11,50
11	2,55	4,50	6,80	8,35	10,25	12,50
12	2,70	4,75	7,05	8,85	11,00	13,00
13	2,80	5,00	7,30	9,25	11,40	13,50
14	2,90	5,20	7,45	9,50	11,80	14,00
15	3,00	5,30	7,65	10,00	12,30	14,50

Beispiel für 6 atü Blasdruck

Düsenbohrung Lichter Düsenquerschnitt Blasleistung
 8 mm 50 mm² 10,00 m³/min
 10 mm 79 mm² 11,50 m³/min

Der Düsenquerschnitt ist um 58% gestiegen, die Blasleistung nur um 15%. Durch den Düsenverschleiß ist auch bei gleichbleibendem Blasdruck und trotz größeren Luftverbrauches die Blasleistung nicht im gleichen Verhältnis gestiegen.

Die kostenmäßige Bedeutung der Beispiele soll die folgende Gegenüberstellung des Luftbedarfes und der Blasleistung zwischen einer Hartguß- und einer Hartmetalldüse von 8 mm Bohrung aufzeigen:

Hartgußdüse:	Luftbedarf/h	Blasdruck
in der 1. Stunde	258 m ³	6 atü
in der 2. Stunde ..	306 m ³	5,1 atü
in der 3. Stunde	354 m ³	4,4 atü
in der 4. Stunde	402 m ³	3,8 atü

Luftverbrauch in 4 Stunden 1320 m³ bei sinkendem Blasdruck und damit abnehmender Blasleistung.

Hartmetalldüse: Luftbedarf gleichbleibend 258 m³/h.
 Luftverbrauch in 4 Stunden 1032 m³ bei gleichbleibendem Blasdruck und gleichbleibender Blasleistung.

Stellt man die Kosten der Präbluft mit 7 Groschen/m³ in Rechnung, so ergibt sich bei Verwendung einer Hartmetalldüse bereits nach einer Betriebsdauer von 4 Stunden eine Ersparnis von rund S 20.—. Diese Ersparnis vergrößert sich natürlich mit der Anzahl der Arbeitsstunden. Rechnet man mit nur einer 100fachen Lebensdauer der Hartmetalldüse gegenüber der Hartgußdüse, dann ergibt sich allein aus dem geringeren Präbluftverbrauch eine Ersparnis von rund S 2000.—, ein Betrag, der den Anschaffungswert einer Hartmetalldüse um ein Vielfaches übersteigt. Die Beispiele zeigen, daß die Wirtschaftlichkeit eines Sandstrahlgebläses nur dann gegeben sein wird, wenn man richtig dimensionierte, verschleißfeste Düsen benützt, die der Abnutzung ihrer Bohrung höchsten Widerstand entgegensetzen.

Höchste Blasleistung bei gleichbleibendem Druck und Kraftbedarf kann daher nur bei gleichbleibender Düsenbohrung erzielt werden.

Die von uns entwickelte TIZIT-Sandstrahldüse mit Hartmetalleinsatz entspricht in jeder Beziehung diesen Anforderungen. Der hochverschleißfeste Hartmetalleinsatz gewährleistet je nach Blasdruck, verwendetem Blasmittel (Quarz oder Stahlsand) und bei richtiger Handhabung eine Lebensdauer von 300 bis 1500 Blasketunden, in günstigen Fällen auch noch mehr.

Die TIZIT-Sandstrahldüse ist höchst leistungsfähig und wirtschaftlich, weil durch die außerordentlich lange Maßhaltigkeit der Bohrung

die Luft- und Kraftvergeudung,
 der schädliche Druckabfall
 und der oftmalige lästige Düsenwechsel vermieden wird.

Demgegenüber spielt der durch den verhältnismäßig teuren Hartmetalleinsatz bedingte höhere Preis keine Rolle. Die TIZIT-Sandstrahldüse ist auf Grund unserer langjährigen Erfahrung entwickelt worden und steht in großer Zahl in vielen namhaften Gebläsebetrieben des In- und Auslandes in Verwendung.

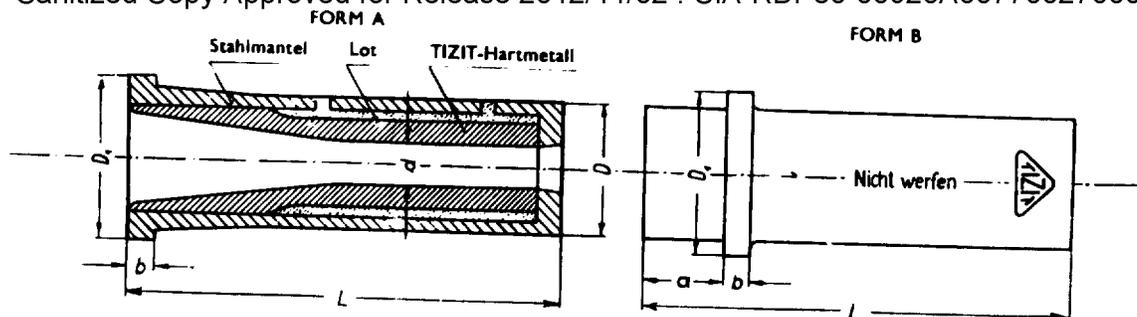
Die TIZIT-Sandstrahldüse besteht aus einem Stahlmantel, der entsprechend dem Mundstück am Schlauchende des Gebläses nach Form „A“ oder „B“ ausgebildet ist. (Siehe die folgende Zeichnung.) In diesem Stahlmantel befindet sich, geschützt gegen äußere Beschädigungen, der Einsatz aus hochverschleißfestem TIZIT-Hartmetall. Letzterer kann nach Verschleiß im Lieferwerk leicht ausgewechselt werden.

Oberhalb des Bundes sind am Stahlmantel, um je 90° versetzt, die Zahlen „1-2-3-4“ eingraviert. Man soll in regelmäßigen Zeitabständen die Überwurfmutter des Mundstückes lösen und die TIZIT-Sandstrahldüse um 90° (also bis zur nächsten Ziffer) verdrehen, um ein einseitiges Ausblasen und damit eine Verkürzung der Lebensdauer der TIZIT-Düse zu verhindern.

Der am Stahlmantel eingeprägte Hinweis „NICHT WERFEN“ soll zur schonenden Behandlung veranlassen, weil durch schlag- oder stoßartige Beanspruchung Risse im Hartmetalleinsatz entstehen können.

Die vielfach vorherrschende Meinung, daß die Lebensdauer der Düsen bzw. deren Leistung mit zunehmender Länge steigt, hat sich in der Praxis als irrig erwiesen. Im allgemeinen wird man bei Düsen mit 2 bis 4 mm Bohrung mit einer Düsenlänge von 50 mm, bei einer Bohrung von 5 bis 10 mm mit einer Länge von 80 mm und bei einer Bohrung von 11 bis 15 mm mit einer Länge von 110 mm das Auslangen finden.

Diese Tatsache haben wir der Konstruktion unserer Standardausführung zugrunde gelegt. Wir liefern demnach unsere TIZIT-Sandstrahldüsen nach Werknorm 70 in folgenden Abmessungen:



Maße in mm

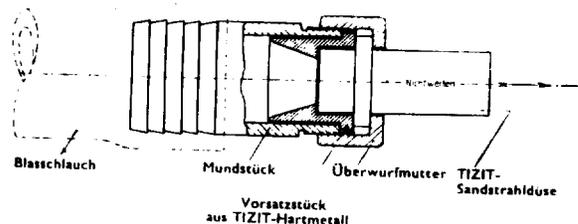
Bohrung	Gesamtlänge	Außen-Durchmesser von bis	Bund-Durchmesser von bis	Bund-Abstand	Bund-Breite	Preis
d	L	D	D ₁	a	b	
2	50	16—24	20—28			
3	50	17—24	21—28			
4	50	18—24	22—28			
5	80	19—24	23—28			
6	80	21—24	25—28			
7	80	22—30	26—35			
8	80	23—30	27—35			

Bohrung	Gesamtlänge	Außen-Durchmesser von bis	Bund-Durchmesser von bis	Bund-Abstand	Bund-Breite	Preis
d	L	D	D ₁	a	b	
9	80	25—30	29—35			
10	80	26—30	30—35			
11	110	27—30	31—35			
12	110	28—32	32—38			
13	110	29—32	33—38			
14	110	30—32	34—38			
15	110	31—32	35—38			

Bei Bestellung ist anzugeben: Form „A“ oder „B“ und bei Form „B“ der Bundabstand „a“. Wenn nichts anderes angegeben, werden die Düsen mit den Außendurchmessern „D“ und Bunddurchmessern „D₁“ geliefert. (Fettgedruckte Maße.)

TIZIT-Sandstrahldüsen mit den in der Tabelle fett gedruckten Abmessungen sind kurzfristig lieferbar. Alle übrigen Größen müssen gesondert angefertigt werden und erfordern eine entsprechend längere Lieferzeit.

In besonderen Fällen ist auch die zusätzliche Verwendung eines Vorsatzstückes aus TIZIT-Hartmetall zu empfehlen. Dieses wird gemäß der nebenstehenden Abbildung im Gebläsemundstück der TIZIT-Sandstrahldüse vorgeschaltet und verhindert die schädliche Wirbelbildung des Sand-Luft-Gemisches im Blasrohr und verhindert außerdem den vorzeitigen Verschleiß am Düsenanlauf. Wir liefern solche Vorsatzstücke auf besondere Anfrage unter gleichzeitiger Angabe der wesentlichen Abmessungen des verwendeten Mundstückes.



Einbau einer TIZIT-Sandstrahldüse unter Verwendung eines Vorsatzstückes aus TIZIT-Hartmetall.

Ferner erzeugen wir unter Verwendung von TIZIT-Hartmetall alle anderen Arten hochverschleißfester Sandstrahldüsen nach Muster oder Zeichnung; weiters Spritzdüsen, Canons, Glasspinddüsen, Ummantelungsdüsen für Schweißstäbe, Hochdruckdüsen, Führungsbüchsen, Einlaßdüsen für Turbinen, Kaliberbüchsen, Bohrbüchsen usw.

Verlangen Sie unsere kostenlosen Angebote — wir beraten Sie gerne.

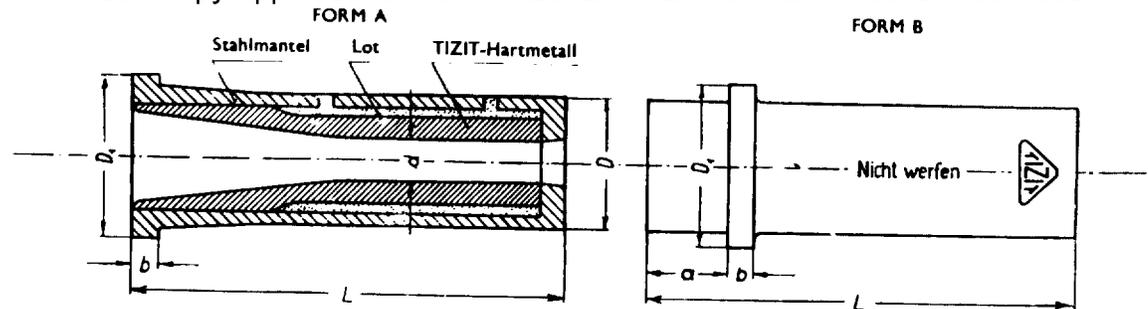
Sämtliche TIZIT-Erzeugnisse werden mit den gesetzlich geschützten Markenzeichen  geliefert.

METALLWERK PLANSEE
 GEMEINSCHAFT M.B.H.
 REUTTE, TIROL

POSTFACH 44 - FERNSPRECHER: REUTTE 40 - DRAHTWORT: METALLWERK REUTTE - FERNSCHREIBER: 528

BÜRO WIEN: I., WIPPLINGERSTRASSE 25

FERNSPRECHER: U-21-S-90 SERIE - FERNSCHREIBER: 1078



Maße in mm

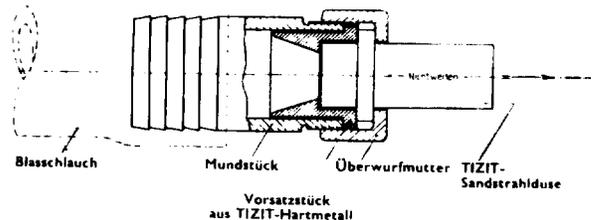
Bohrung	Gesamt-länge	Außen-Durchmesser von bis	Bund-Durchmesser von bis	Bund-Abstand	Bund-Breite	Preis
d	L	D	D ₁	a	b	
2	50	16—24	20—28			
3	50	17—24	21—28			
4	50	18—24	22—28			
5	80	19—24	23—28			
6	80	21—24	25—28			
7	80	22—30	26—35			
8	80	23—30	27—35			

Bohrung	Gesamt-länge	Außen-Durchmesser von bis	Bund-Durchmesser von bis	Bund-Abstand	Bund-Breite	Preis
d	L	D	D ₁	a	b	
9	80	25—30	29—35			
10	80	26—30	30—35			
11	110	27—30	31—35			
12	110	28—32	32—38			
13	110	29—32	33—38			
14	110	30—32	34—38			
15	110	31—32	35—38			

Bei Bestellung ist anzugeben: Form „A“ oder „B“ und bei Form „B“ der Bundabstand „a“. Wenn nichts anderes angegeben, werden die Düsen mit den Außendurchmessern „D“ und Bunddurchmessern „D₁“ geliefert. (Fettgedruckte Maße.)

TIZIT-Sandstrahl Düsen mit den in der Tabelle fett gedruckten Abmessungen sind kurzfristig lieferbar. Alle übrigen Größen müssen gesondert angefertigt werden und erfordern eine entsprechend längere Lieferzeit.

In besonderen Fällen ist auch die zusätzliche Verwendung eines Vorsatzstückes aus TIZIT-Hartmetall zu empfehlen. Dieses wird gemäß der nebenstehenden Abbildung im Gebläsemundstück der TIZIT-Sandstrahl Düse vorgeschaltet und verhindert die schädliche Wirbelbildung des Sand-Luft-Gemisches im Blasrohr und verhindert außerdem den vorzeitigen Verschleiß am Düseninlauf. Wir liefern solche Vorsatzstücke auf besondere Anfrage unter gleichzeitiger Angabe der wesentlichen Abmessungen des verwendeten Mundstückes.



Einbau einer TIZIT-Sandstrahl Düse unter Verwendung eines Vorsatzstückes aus TIZIT-Hartmetall.

Ferner erzeugen wir unter Verwendung von TIZIT-Hartmetall alle anderen Arten hochverschleißfester Sandstrahl Düsen nach Muster oder Zeichnung; weiters Spritzdüsen, Canons, Glasspindüsen, Ummantelungsdüsen für Schweißstäbe, Hochdruckdüsen, Führungsbüchsen, Einlaßdüsen für Turbinen, Kaliberbüchsen, Bohrbüchsen usw.

Verlangen Sie unsere kostenlosen Angebote — wir beraten Sie gerne.

Sämtliche TIZIT-Erzeugnisse werden mit den gesetzlich geschützten Markenzeichen  geliefert.

METALLWERK PLANSEE
 GESELLSCHAFT M.B.H.
 REUTTE, TIROL

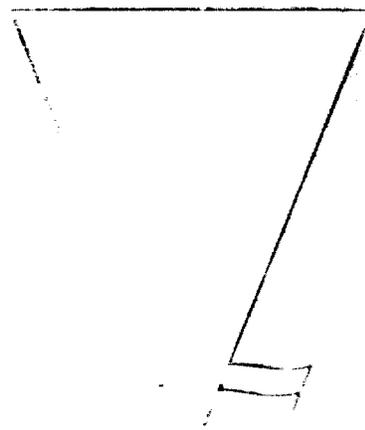
POSTFACH 44 - FERNSPRECHER: REUTTE 40 - DRAHTWORT: METALLWERK REUTTE - FERNSCHREIBER: 528

BÜRO WIEN: I., WIPPLINGERSTRASSE 25

FERNSPRECHER: U-21-5-90 SERIE - FERNSCHREIBER: 1878

ELMET

CONTACT MATERIALS



E I M E T
C O N T A C T M A T E R I A L S

METALLWERK PLANSEE
GESELLSCHAFT M.B.H.
REUTE, TIROL

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/11/02 : CIA-RDP80-00926A007700270001-9

Number of this pamphlet: 24-1. 53

Printed by : Wagner'sche Univ.-Buchdruckerei Ges. m. b. H., Innsbruck, Erlenstraße 5-7 — 3642 52

Declassified in Part - Sanitized Copy Approved for Release 2012/11/02 : CIA-RDP80-00926A007700270001-9

CONTENTS

Fundamentals on contact materials.

Contact materials of the **Metallwerk Plansee Gesellschaft m. b. H., Production Program.**

General instructions for the **Application** of sintered contact materials.

Description of the contact materials of the **Metallwerk Plansee Gesellschaft m. b. H.**

Instructions for the **Constructional Design** of **contact** contacts.

Questionnaire on contact materials.

ELMET CONTACT MATERIALS

Fundamentals on Contact Materials

Electrical contacts must fulfil the task of

- closing electric circuits,
- passing over for the required duration the current supply,
- reinterrupting the circuit,
- without the action of the contacts being impaired during the required number of switching operations.

It is important therefore that the contact resistance in the closed state of the contacts is as small as possible as a too high contact resistance has an unfavourable influence on the circuit to be switched and may cause an excessive heating of the contacts with larger currents.

Up to what degree the requirements mentioned above are fulfilled depends to a large measure on the material used for the contacts.

In order to achieve a small contact resistance as far as possible contact materials should be used which remain metallically bright during service and do not get covered with an insulating foreign layer, e. g. an oxide film. These requirements are best fulfilled by the so-called **rare metals** (metals of the platinum group and gold), which however, owing to their high costs, have asserted themselves successfully as **contact materials in light current engineering only**. On the other hand in power engineering contact materials on silver, copper and tungsten base are preferred which, although having a higher contact resistance than gold and platinum, show in other respects very favourable contact properties and also allow of an economical solution of the contact problem.

Besides contact materials should show **the best possible electrical and thermal conductivity**. By a good electrical conductivity an excessive development of heat in the contact body proper is avoided when larger currents must be carried. A good heat conductivity has the effect that the heat produced in the contact is speedily dissipated. The metals with best electrical and thermal conductivity are silver and copper in the unalloyed state. The conductivities of molten alloys of silver and copper are basically considerably worse. Contrary to that **compound materials**, the components of which do not mutually alloy and which therefore must be produced by sintering, show **considerably better conductivities**. This is one of the reasons why powder metallurgical methods for the production of contact materials have found such extensive use within the last years.

Finally **contact materials must also be suitably resistant against mechanical wear as well as against the effects of an arc which might arise when the contacts are being operated**. It was found that these requirements are best fulfilled by materials in which the forces acting between the single atoms, the so-called cohesive forces, are comparatively large. These are materials which show a great hardness, a great density and a high melting point. As the **most suitable for this purpose** has proved to be **tungsten** which, owing to its **melting point lying at 3,400° C.**, is produced by powder metallurgy only.

ELMET CONTACT MATERIALS

Further demands put occasionally to contact materials are **small tendency to welding** and **small tendency to so-called material transfer**. To these requirements tungsten also conforms to a large extent.

As the mansided demands put to the contact materials cannot be always fulfilled simultaneously by the elementary basic materials, mostly contact materials are used which are composed of several basic materials. Now by the use of powder metallurgical methods one succeeds in effecting the combination of different basic materials to a new contact material in such a manner that the original properties of the basic materials remain side by side.

ELMET CONTACT MATERIALS

Production Program

Contact Materials of the Metallwerk Plansee Gesellschaft m. b. H.

Application

Production Program

As a special plant for powder metallurgy, the Metallwerk Plansee Gesellschaft m. b. H. is concerned in the field of contacts with the production of sintered contact materials exclusively.

Description

The production program comprises :

Tungsten

Molybdenum

ELMET compound materials:

Rotung (containing tungsten)
Silvung

L 1 (free of tungsten)
L 2

Classification

The most important physical properties of these materials are collected in the following table.

Classification

Classification

Properties and fields of application of the contact materials of Metallwerk Plansee Gesellschaft m. b. H.¹⁾

Material	Electric resistivity $\Omega \text{ mm}^2/\text{m}$	Brinell hardness kg/mm^2	Density g/cm^3	Melting and softening point resp. $^{\circ}\text{C}$	Heat conductivity $\text{cal}/\text{cm}^{\circ}\text{C}$.	Heat capacity cal/cm^3	Field of application
Tungsten	0,058	450	19,1	3380	0,39	0,62	Contacts for ignition interruptors and for relays and regulators of high switching frequency, arcing contacts for h.v. switchgear.
Molybdenum	0,048	200	10,5	2600	0,35	0,62	Arcing contacts for h.v. switchgear.
-contact materials							
Rotung p	0,050	220	15,5	3380 ²⁾ and 1080 resp.	0,37	0,69	Arcing contacts for switchgear of all kinds, particularly h.v. switchgear.
Rotung d	0,040	120	13,0	1080 ²⁾	0,40	0,73	Contacts for oil contactors and oil circuit breakers.
Rotung d special	0,033	150	11,0	1080 ²⁾	0,50	0,77	Contacts for oil contactors and oil circuit breakers.
Silvung p	0,050	210	15,5	3380 ²⁾ and 960 resp.	0,40	0,60	Arcing contacts for switchgear of all kinds, contacts for regulators with high switching frequency, contacts for i.v. starters.
Silvung d	0,038	130	14,0	960 ²⁾	0,45	0,58	Regulators and relay contacts with high switching frequency.
Silvung 240	0,025	80	12,1	960 ²⁾	0,60	0,55	Regulators and relay contacts with high switching frequency.
L 1	0,028	90	9,7	960 ²⁾	0,54	0,73	Contacts for air circuit breakers and air contactors as well as for regulators and relays.
L 2	0,019	50	10,0	960 ²⁾	0,80	0,57	Contacts for air circuit breakers and air contactors as well as for regulators and relays.

¹⁾ The data represent average values which may vary for certain materials by up to $\pm 10\%$!

²⁾ Rotung p and Silvung p are compound materials consisting of a tungsten skeleton impregnated with copper or silver. These materials keep their shape even at temperatures far beyond the melting point of copper and silver respectively (1080 and 960 C respectively).

³⁾ With these compound materials the proportion of the component with high melting point is smaller than 50% by volume, so that they form no skeleton any more. These materials loose their constancy of shape already near the melting point of silver and copper respectively.

Representatives
 Metallwerk Plansee
 Design
 Description
 Application

WET CONTACT MATERIALS

General Instructions for the Application of Sintered Contact Materials

In applying for the construction of switchgear the sintered contact materials produced by **Metallwerk Plansee**, the following general instructions should be observed:

Tungsten and contact materials on tungsten base are preferably used for such contacts which are subjected either to a particularly heavy mechanical strain (e. g. on account of high switching frequency) or to a strong burning by an arc occurring during the switching operation. When applying these contact materials for switching in air, attention should be paid to the fact that an arc occurring in switching causes also an oxidation of the contact material and therewith an increase in the contact resistance so that the danger of an excessive heating of the contacts may arise if larger lasting currents must be carried. **For switching in air tungsten and contact materials on tungsten base should, therefore, then be applied if with high mechanical strain only a slight arc formation occurs or in such cases in which though a strong arc formation may take place, the contacts must carry a stronger current for a short time only during switching on and off.** For this reason air circuit breakers are frequently fitted with special contacts of compound materials on tungsten base which must carry stronger currents only in switching on and off (arcing contacts) while the lasting current is taken over by other contacts with small contact resistance. With air circuit breakers having rubbing contacts which for this purpose are faced with compound materials on tungsten base at the point of switching on and off, it was found that in switching off the arc sticks at the connection between arcing material and the material for permanent contact and there causes an increased arcing. This drawback may be removed by making the transition from the arcing contact to the material for permanent contact less abrupt by arranging some intermediate layers with decreasing tungsten content. Laminated contact bodies for this purpose may be produced also by powder metallurgy.

For contacts serving for the permanent carrying of current and switching in air under strong arc formation, compound materials on silver base are more suitable than contact materials on tungsten base. They do not tend like contact materials on tungsten base to form oxidation layers with continuously increasing thickness. On contacts made from materials on silver base, only thin foreign layers are formed during service which are destroyed already by a comparatively slight contact pressure.

In many cases it has also proved advantageous to use different contact materials for the contacts belonging to a pair of contacts. For instance with contacts which have to perform a great number of switching operations with d. c. and are thus subjected to a strong material transfer (point formation), it is expedient to make the positive contact (anode) of tungsten or of a compound material on tungsten base while the negative contact (cathode) can be made of silver or of a material on silver base or of silver-tungsten with small tungsten content.

Application

Description

Constructional Design

Questions

Representatives

ELMET CONTACT MATERIALS

Description of the Contact Materials of Metallwerk Plansee Gesellschaft m. b. H.

Tungsten

is a material which can be worked only with difficulty and high expenses to larger and more complicated shaped pieces. Therefore, for economical reasons,

it generally finds application in h. v. **switchgear** for the production of **arcing contacts** only if **simple shapes** are concerned like cylindrical pins, plates etc. which may be backed by copper, bronze etc. or by casting-on or brazing.

Tungsten contacts find however an extensive use

in **ignition interruptors**
in **voltage regulators** in motor cars and
in **relays**.

With all these fields of application only small powers are switched so that no excessive oxidation of the contacts must be feared by the small arc and spark discharges which occur when switching in air.

But tungsten proves to be very resistant against the strong mechanical wear caused by the high switching frequency of these contacts.

The tungsten contacts applied are mostly used in the shape of iron-, steel-, copper- or silver-rivets to which generally flat cylindrical tungsten contact tips are brazed which are cut by special machines from hammered and drawn tungsten rods.

Forms supplied

1. Tungsten rods

in diameters from 1,1 to 22 mm. (0,040 to 0,850") in manufacturing lengths, pickled or ground, for the own production of cylindrical insets for switch pins and contact tips for being brazed to rivets etc.

2. Shaped pieces :

Arcing tips in all required thicknesses and diameters,

Nozzle insets.

3. Plane tungsten contact tips,

cut from rods, in diameters from 2 to 6 mm. (0,080 to 0,240") and in thicknesses from 0,7 mm. (0,028") upwards.

ELMET CONTACT MATERIALS

4. Iron-, steel-, copper- and silver-rivets with flat or domed tungsten contact tips brazed on.



Tungsten contacts

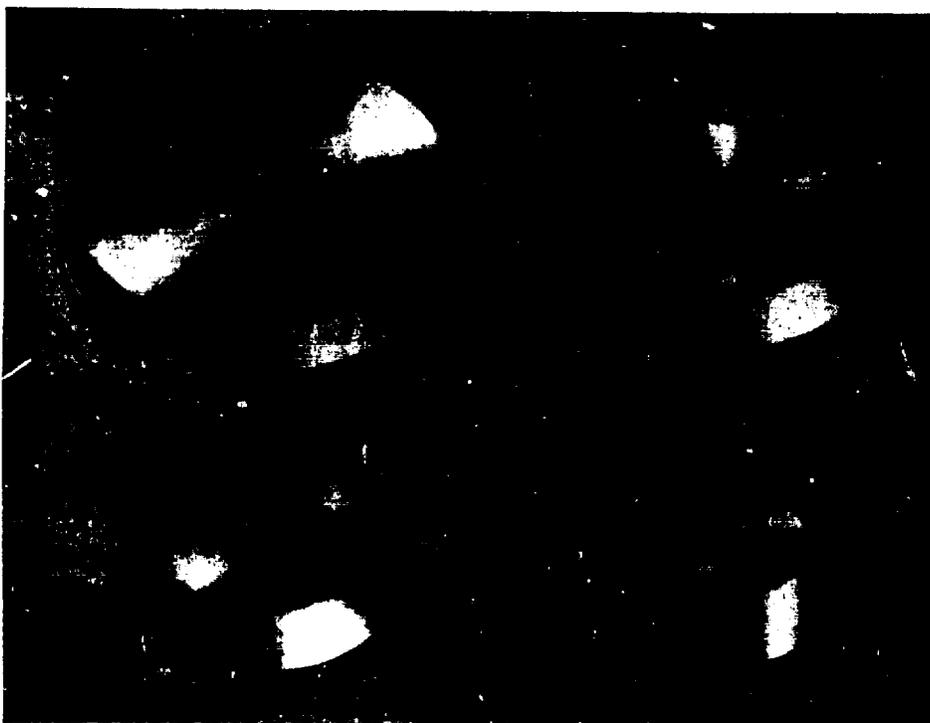
E L M E T C O N T A C T M A T E R I A L S

Molybdenum

is considerably more easily worked with or without metal removal than tungsten. In spite of its melting point lying about 800° C lower and its density being only about half of that of tungsten, it has proved to be prominently suitable as a **material for arcing contacts of h. v. air blast circuit breakers**. Moreover, it has found considerable application in **telephone relays** on account of its comparatively **great hardness** in the shape of **highly polished contact rivets**.

Forms supplied

1. **Shaped pieces :**
Arcing pins, arcing plates, nozzle insets etc. in all required dimensions.
2. **Contact rivets.**
3. **Wires,**
executed **bright, drawn**, for the own production of contact rivets.



Molybdenum arcing plates

Representatives
Distributors
Constructional
Design

ELMET CONTACT MATERIALS

ELMET Compound Materials

The ELMET contact materials on tungsten base are produced as tungsten-copper compound materials under the name of ELMET **Rotung** and as tungsten-silver-compound materials under the name of ELMET **Silvung**.

ELMET **Rotung p**

is a **compound material** consisting of tungsten and copper with a **high tungsten content**. It belongs to the group of so-called **impregnated alloys**, i. e. it consists of a porous, highly heat resisting **tungsten skeleton body impregnated with copper**. Practically all shapes desired in the construction of switchgear may be produced according to this process. In numerous cases also the contact carriers, like solid and hollow switch pins, tulips etc., are cast simultaneously with the impregnating.

In general, for the tipping of highly stressed switchgear at the arcing points pure, dense tungsten is technically more suitable than ELMET **Rotung p** on account of its higher density and its higher melting point. But the costs of production for shaped bodies of tungsten are increased to such an extent due to the difficult machineability of tungsten that economically tungsten shaped bodies are considerably less favourable than shaped bodies of **Rotung p**.

Also the fastening of tungsten shaped bodies on copper carriers presents considerably larger difficulties than the fastening of ELMET **Rotung p**. For these reasons ELMET **Rotung p** contacts have found an extensive application in h. v. switchgear of all kinds while tungsten and molybdenum are used as contact materials in h. v. switchgear of special designs only. In comparison to copper contacts the ELMET **Rotung p** contacts are distinguished by their smaller loss of metal by arcing (about $\frac{1}{4}$ to $\frac{1}{8}$ of that of copper by volume), by their high constancy of shape under the effect of high intensity arcs and by a slight formation of fusion beads.

Rotung d and Rotung d special

are tungsten-copper-compound materials with a higher copper content than ELMET **Rotung p**. Owing to their high copper content, they may be further worked by extrusion presses, forging or rolling. In order to produce compound materials of an exact composition, tungsten and copper powder are mixed in the proper ratio, pressed to shaped bodies and sintered at a temperature below the melting point of copper. If the demands put to the composition of the material are less strict, one may proceed so that one fills tungsten powder into a suitable graphite mould and lets liquid copper intrude into the cavities between the single grains.

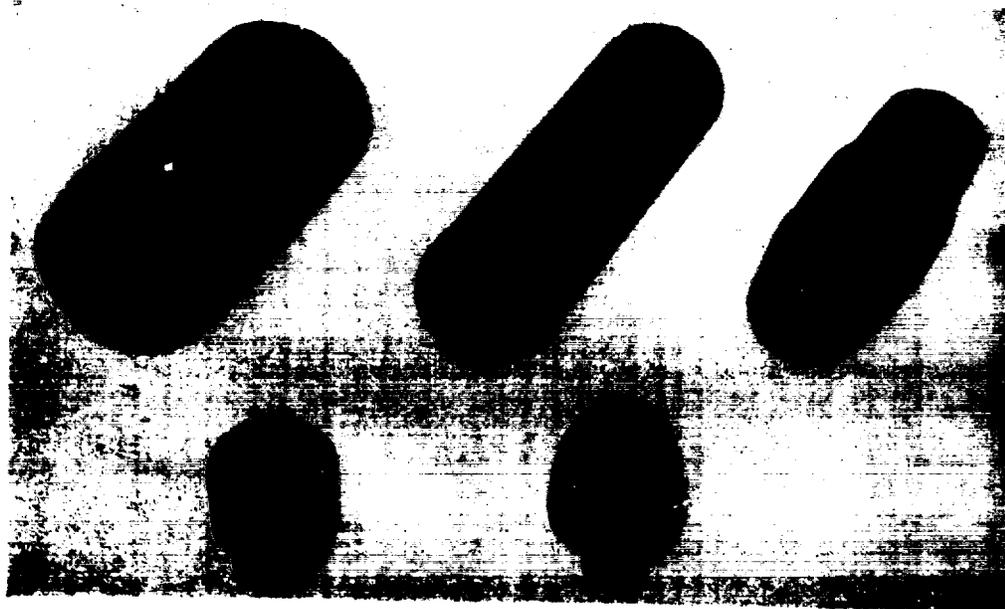
Constructional
Design

Constructional
Design

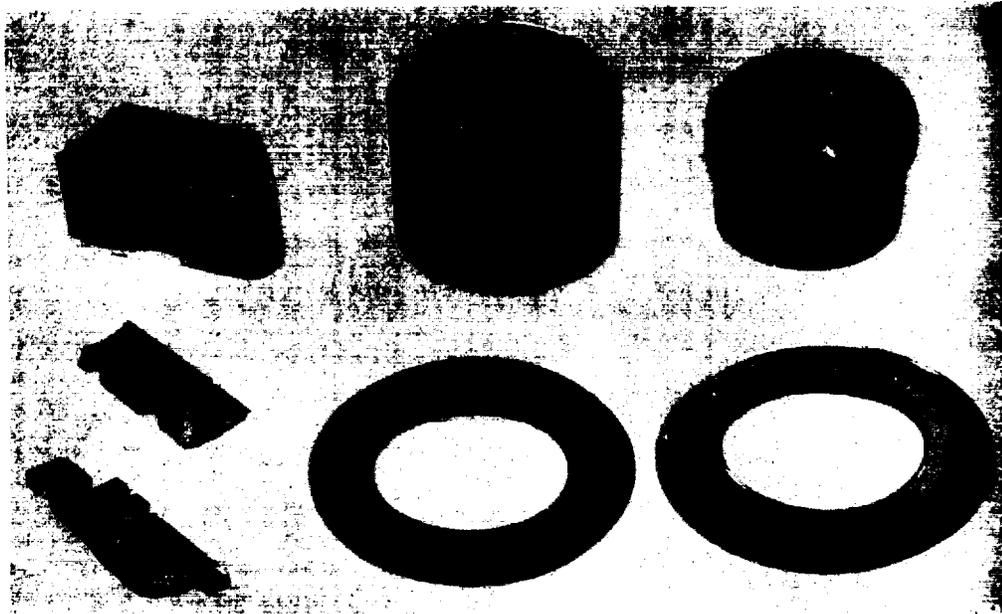
Representatives



ELMET ROTUNG p contacts for h. v. switchgear (switch tulips, arcing rings, segments)



Rotung p contact for h. v. switchgear (solid and hollow switch pins)



ROTUNG p contacts for h. v. switchgear (switch tulips, arcing rings, segments)



Rotung p contact for h. v. switchgear (solid and hollow switch pins)



As a consequence of its smaller tungsten content in comparison to ELAMET Rotung p, ELAMET Rotung d is less proof against arcing but, due to its better electrical and thermal conductivity, it allows of a higher current density for the permanent current than ELAMET Rotung p. ELAMET Rotung d and ELAMET Rotung d special have proved very successful in oil circuit breakers of smaller power (contactors, controllers etc.) and in transformer regulator switches. In comparison with copper according to conditions prevailing a 4 to 8 fold life was achieved.

Due to their higher conductivity, contacts fitted with ELAMET Rotung d special can carry still higher permanent currents than contacts faced with ELAMET Rotung d without the occurrence of an excessively high heating.

Silvung p

is a tungsten-silver compound material corresponding in its structure to the material ELAMET Rotung p. ELAMET Silvung p was so far mainly used for facing contacts in starters for motor cars with best success. With voltages of 24 Volt, ELAMET Silvung p has carried high current impulses without sticking of the contacts occurring. Recently ELAMET Silvung p finds widened application also in air contactors for the facing of arcing contacts.

Silvung d

is a tungsten-silver material produced like ELAMET Rotung d. It has proved very successful as a material for voltage regulators for motorcar lighting generators and for other regulators and relays which work under similar conditions.

Silvung 240

is a tungsten-silver material with considerably higher silver content than Silvung d. It has found extensive application as a material for contacts in interrupters for voltages up to 110 Volt.

Forms supplied

A. ELAMET Rotung p and ELAMET Silvung p

1. Facings

in all dimensions practically occurring, flat, curved or profiled, ready for brazing.

Thicknesses : from 1,5 to 35 mm. (0,060 to 1,380")

Largest width : 70 mm. (2,750")

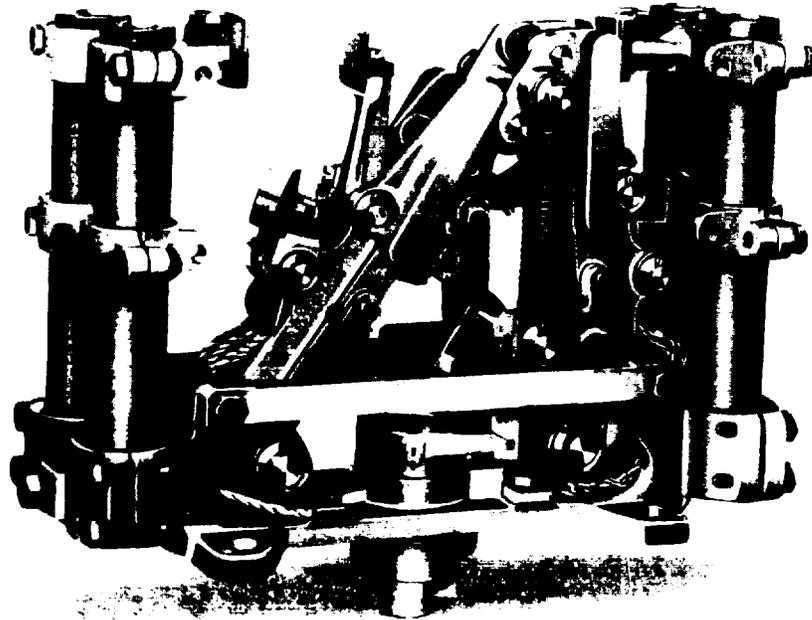
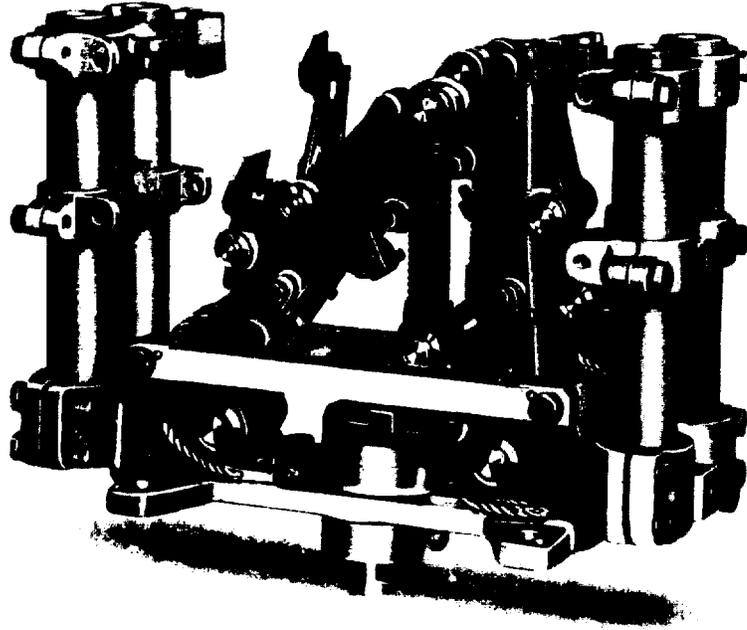
Largest length : 145 mm. (5,700")

With thicknesses between 3 and 8 mm. (1,180 and 3,150") widths up to 70 mm. (2,750") and lengths up to 280 mm. (11") may be obtained.

Constructional
Design

Questionnaire

Representatives



300-Amp Quick acting load switch of SSW Nürnberg with **Rotung** contacts

2. **Shaped pieces not cast-on,**

like arcing rings, nozzles etc. suitably profiled in all dimensions practically occurring.

Largest outside diameter : 100 mm. (4")

Largest height : 50 mm. (2")

3. **Cast-on shaped pieces,**

like solid and hollow switch pins, switch tulips, arcing rings, rollers, contact studs etc.

Largest diameter : 100 mm. (4")

Largest height : 100 mm. (4")

4. **contacts**

of every kind with facing brazed on.

5. **Fitting of costumers contacts with facings.**

B. **Rotung d, Rotung d special and Silvung d**

1. **Extruded round rods**

Smallest diameter : 3 mm. (0,118")

Largest diameter : 12 mm. (0,475")

Lengths up to : 1000 mm. (40")

2. **Extruded square rods**

Smallest thickness : 3 mm. (0,118")

Largest width : 33 mm. (1,300")

3. **Facings**

in all dimensions practically occurring, **ready for brazing** or **brazed** to new contact carriers or costumers contact carriers.

C. **Silvung 240**

1. **Round rods**

extruded and subsequently drawn.

Smallest diameter : 1 mm. (0,044")

Lengths up to : 1000 mm. (40")

2. **Turned or headed rivets.**

3. **Steel-, copper- and silver-rivets**

with **Silvung 240 pieces brazed on.**

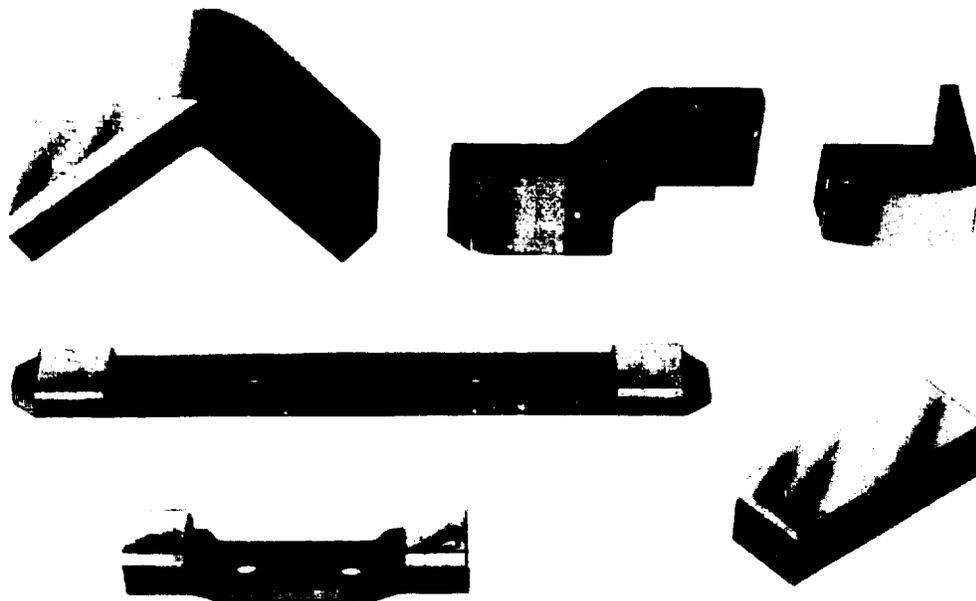
Constructional
Design

Questionnaire

Representatives



contacts for transformer switches



contacts for air- and oil-contactors and starters

CONTACT MATERIALS

ELMET L 1 and ELMET L 2

are **contact materials on silver base** with additions of higher melting point or arc-resisting materials.

ELMET L 1 contact materials are distinguished from pure silver by their higher mechanical and electrical resistivity. But the electrical conductivity and the contact resistance have somewhat less favourable values than those of pure silver.

ELMET L 1 compound materials are suitable as contact materials for quick operating air contactors and for h. v. switchgear for which the arrangement of special arcing contacts is not possible.

ELMET L 2 although mechanically less resistant than **ELMET L 1** is distinguished however by a very good conductivity and a very small contact resistance. **ELMET L 2** shows comparatively slight arcing as on the occurrence of arcs in the switching operation evaporating additional substances act as arc extinguishers.

This material also finds application as a contact material in air contactors.

Forms supplied

Facings

of all usual dimensions, **ready for brazing or brazed** to new contact carriers or customers contact carriers.

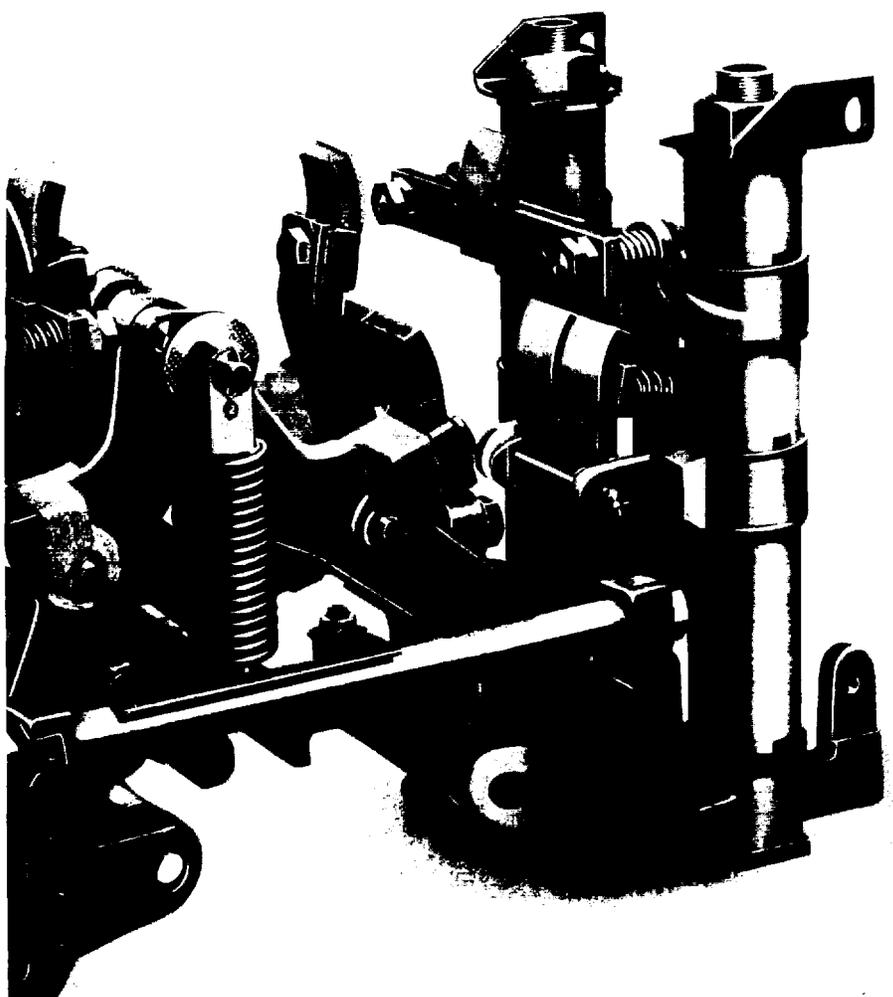
Smallest thickness for **ELMET L 1**: 0,5 mm. (0,020")

Smallest thickness for **ELMET L 2**: 1,5 mm. (0,060")

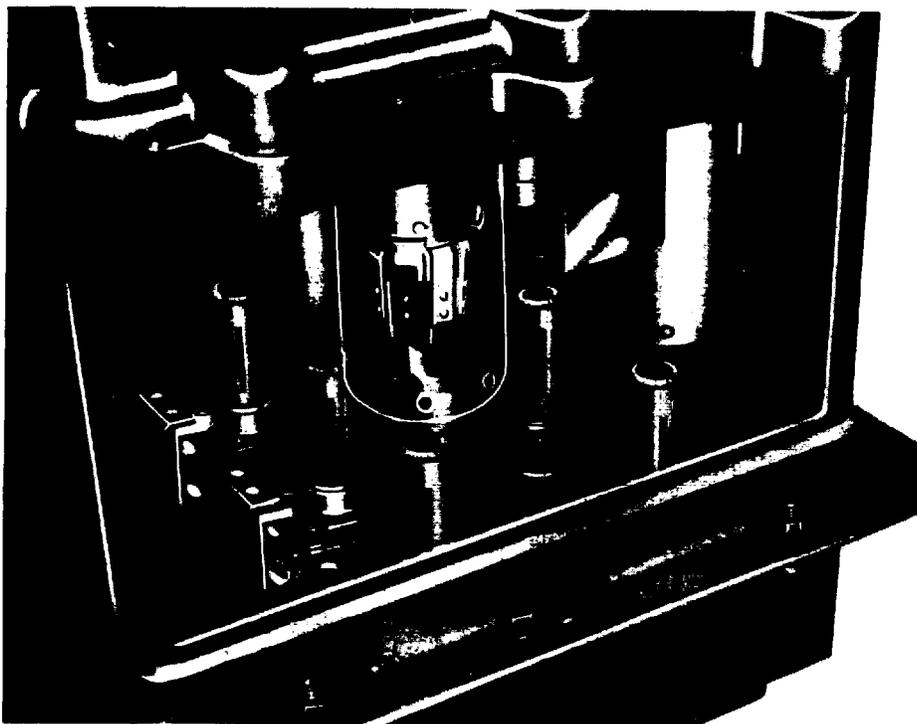
Constructional
Design

Questionnaire

Representatives



AEG load switch with **Rotung** arcing contacts



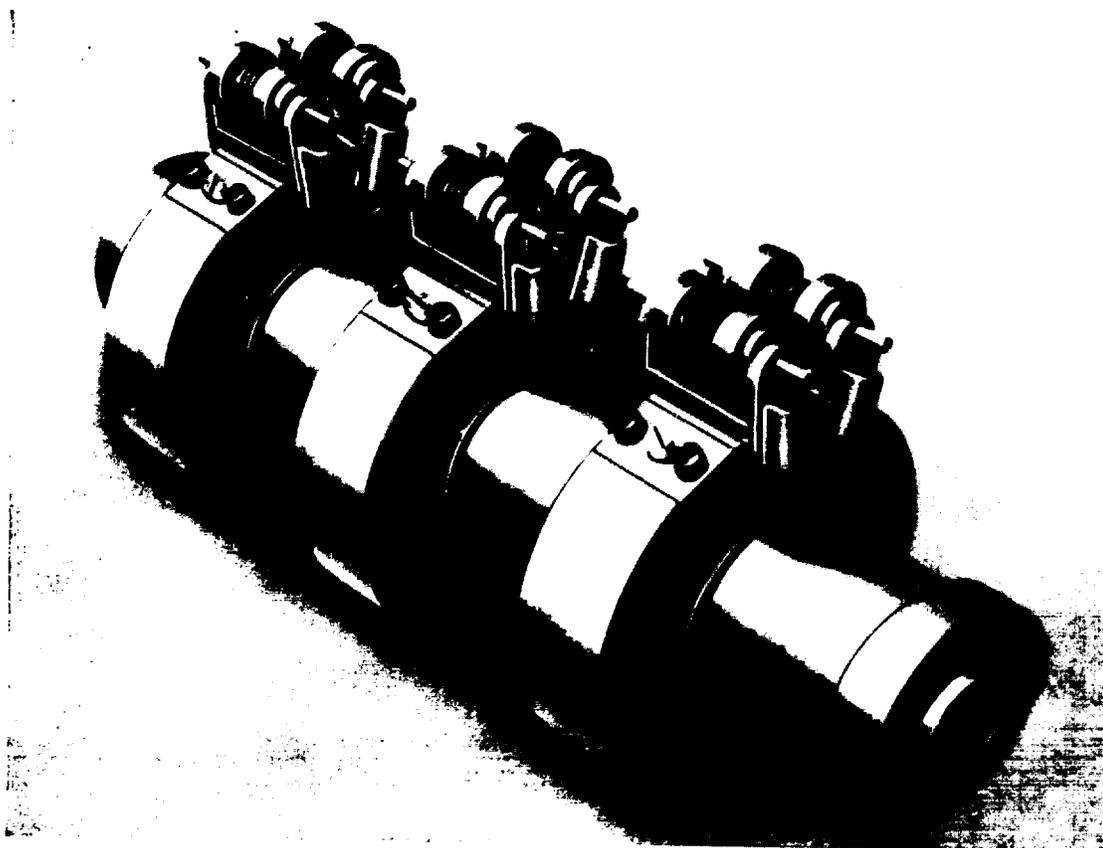
V & H h. v. oil circuit breaker for mining service with

Rotung p switch pins

Constructional
Design

Questionnaire

Representatives

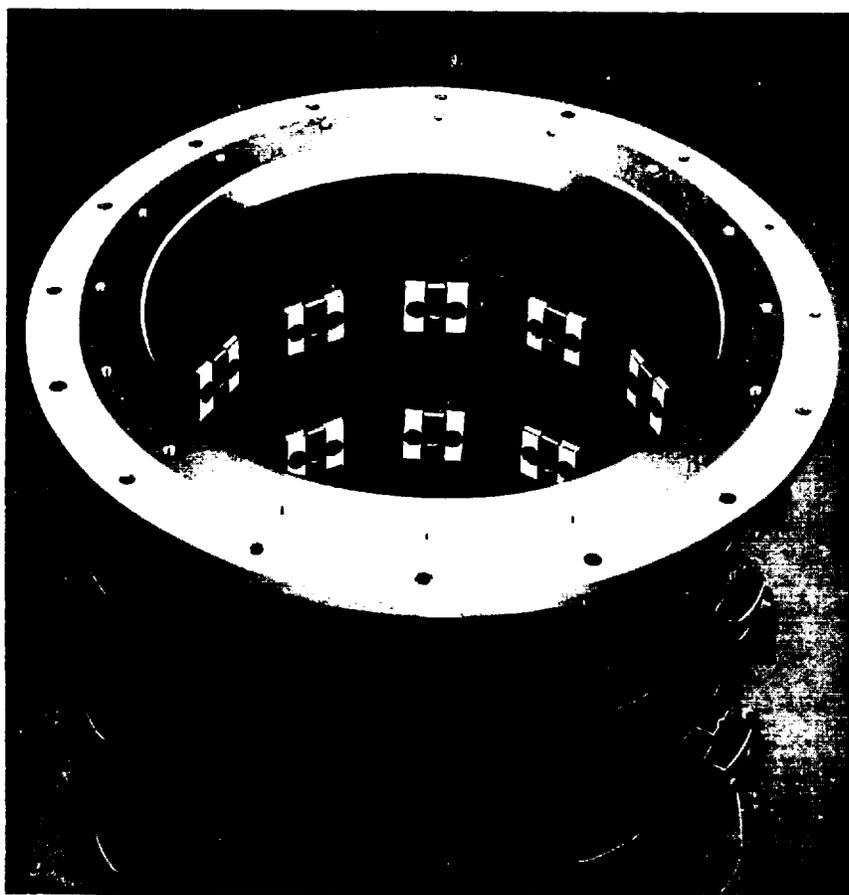


Rotor of a transformer regulating switch 10 kV, 200 A. of the firm W. Smit & Co's, Transformatoren
Fabriek N. V., Nijmegen, Holland, fitted with 12 **Rotung p** rollers

Constructional
Design

Questionnaire

Representatives



Stator of a transformer regulating switch 10 kV, 200 A, of the firm W. Smit & Co's, Transformator
Fabriek N. V., Nijmegen, Holland, fitted with **Rotung p** contacts. (8 contacts are visible inside.)

Instructions for the Constructional Design of Contacts

Technical and economic considerations speak against producing electrical contacts wholly of high quality contact materials. Experiences gained so far show that it is sufficient in many cases to make the contact carrier of copper and to fit it with facings of high quality contact materials at highly stressed points only. The contact carrier must then be dimensioned so that it is able to take over the conduction of current and heat and that is adequate to the mechanical strains without permanent deformation.

Facings and contact carriers may be joined by brazing, casting-on, rivetting or by shrinking-in or -on.

For brazing contact materials to contact carriers, the usual silver solders are suitable. While L 1 and L 2 may be brazed on without difficulty, it is expedient with compound materials on tungsten base to provide for an enrichment of copper or silver respectively at the brazing face for facilitating the brazing process. contact facings ready for brazing are therefore supplied pickled or copper or silver plated (see also special instructions for brazing). Copper solders should be used for brazing tungsten or molybdenum contacts to contact carriers of iron or steel.

Attention should be paid to the fact that the contact carriers become hot in brazing and may lose much of their strength so that under certain circumstances they may not stand up any more against the impact stresses in switching. In such cases, the contact carriers are preferably made of heat resistant highly conductive copper alloys.

For manufacturing reasons, facings of compound materials on tungsten base must be chosen with a thickness of at least 1,5 mm. (0,060"). Facings of the contact materials L 1 may still be used in thicknesses of 0,5 mm. (0,020").

For contacts with plane contact faces, the facings should, if possible, be superimposed. But it is just as well possible partly to countersink the facing if the remaining thickness of the contact carrier ensures a sufficient mechanical strength.

For contacts with curved contact face, it is recommended to alter the contact carrier in such a manner that it permits the brazing of a curved facing to a plane face.

Segments of controllers should be at least 4 mm. (0,160") thick for manufacturing reasons, if the facing of the edges for making and breaking contact is intended. Also in this case it is advisable to make the copper segment of a heat resisting copper alloy.

The method of casting-on is recommended if there is the question of fitting solid and hollow switch pins or switch tulips respectively or arcing rings with caps or rings of Rotung p, of facing contact rollers outside, of fitting contact studs at several points etc. The method is more expensive than brazing but it ensures a completely gapless joint between the

Constructional
Design

Questionnaire

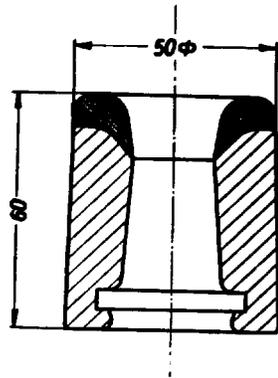
Representatives

ELMET CONTACT MATERIALS

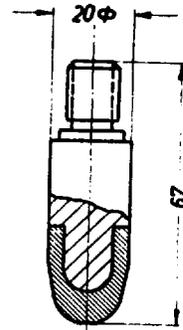
facing and the contact carrier. By a suitable subsequent cold deformation of the copper carrier, Brinell hardnesses up to 80 kg./mm² (114,000 psi) may be achieved. If greater hardnesses are required, the contact carriers must be made of high conductivity hard copper alloys. With very long contact pins it is advisable for manufacturing reasons to cast-on first the contact material with a short lug and to solder this part as softly as possible with the long shank under application of a centring rim.

Nozzles or rings may be connected to the contact carrier also by shrinking. In order to avoid there with annealing of the contact carrier, one may proceed so that the interior part is deeply cooled.

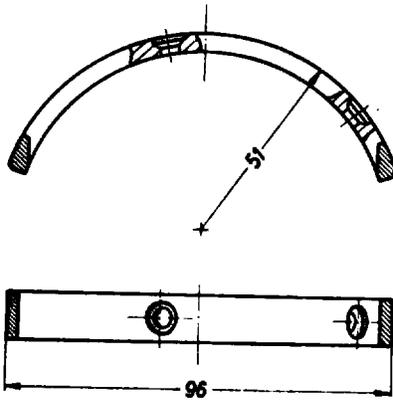
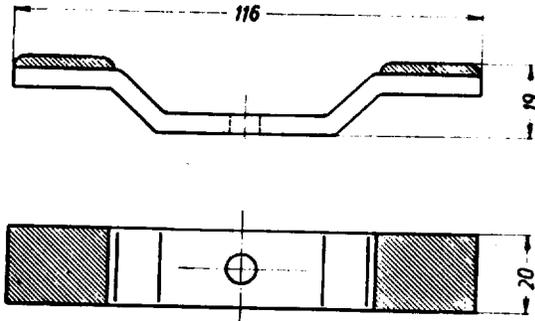
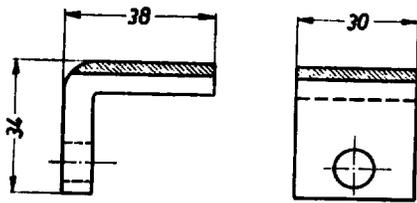
The following drawings show some contacts fitted with ELMET facings, the contacts having been produced either by the method of casting-on or by the method of brazing.



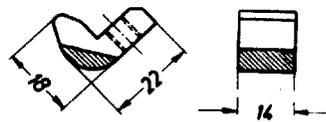
H. v. switchgears



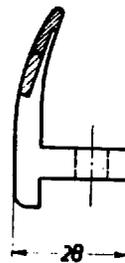
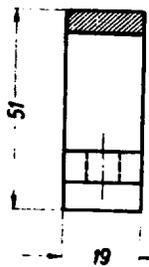
Oil contactors



Controllers



Air contactors



Dimensionaire

Representatives

CONTACT MATERIALS

Questionnaire on CONTACT Materials

For dealing efficiently with enquiries we need the following data (please cancel what is not pertinent) :

1. Kind of switchgear :

Description of the switchgear (manufacturer, type) and indication of the medium (air, oil etc.) in which contact is made :

.....
If contact is made in air, is the atmosphere very polluted (e.g. by gases containing sulphur) ?

.....
Is the ambient temperature of the contacts higher than room temperature ?

2. Kind of making contact :

Is contact between faces made in a surface, a line or a point ?

.....
Size of contact face according to design cm². (sq.in.)

Contact pressure per contact kg. (lbs.)

3. Kind of contact movement :

Not sliding (pure pressure contact), sliding, butting, rolling, pushing :

.....
How is contact operated (by spring, magnet, cam, heat expansion etc.) ?

4. Sketch of the contacts :

Please detach, complete and send in

Questionnaire

Representatives

ELMET CONTACT MATERIALS

5. Current conditions:

Kind of current (d. c., a. c.) :
Frequency :
Voltage : Volt
Rated current : Amp
Highest current in service : Amp
Short-circuit current of plant : Amp
Maximal rupturing capacity in VA or kVA :
Inductive or resistive load ?
Is interruption unipolar or multipolar ?
How many contact pairs may perhaps be connected in parallel ?

6. Frequency of switching :

..... per hour per minute per second

7. Function of the contact :

Is the contact intended for carrying a permanent current (main contact) or shall it carry momentary currents only (auxiliary contact, arcing contact, starter contact) ?
.....

8. Arcing :

Is the contact subjected to arcing during switching ?
.....

9. Arc extinction :

Are special devices used for extinguishing an arc occurring in the switching operation (capacitor, blow-out coil or the like) :
.....

10. Fixing of the contact facing :

Do you intend to provide yourself for the fixing of the contact facing to the contact carrier or do you send us the contact pieces for fitting the facings ?
.....

If the latter is the case, may the facing be superimposed or must it be countersunk so that the original thickness of the contact is not exceeded ?

11. Contact material hitherto used :

Can you let us have some worn contacts ?
.....

Why was the contact material hitherto used not satisfactory ?

- a) Did the contacts weld together ?
- b) Was there too much arcing ?
- c) Was there too much heating in the closed state due to a too high contact resistance :
- d) Did the contacts show too high a mechanical wear ?
- e) Was the formation of points or craters observed ?

ELMET CONTACT MATERIALS

Survey of Representatives of Metallwerk Plansee G. m. b. H.

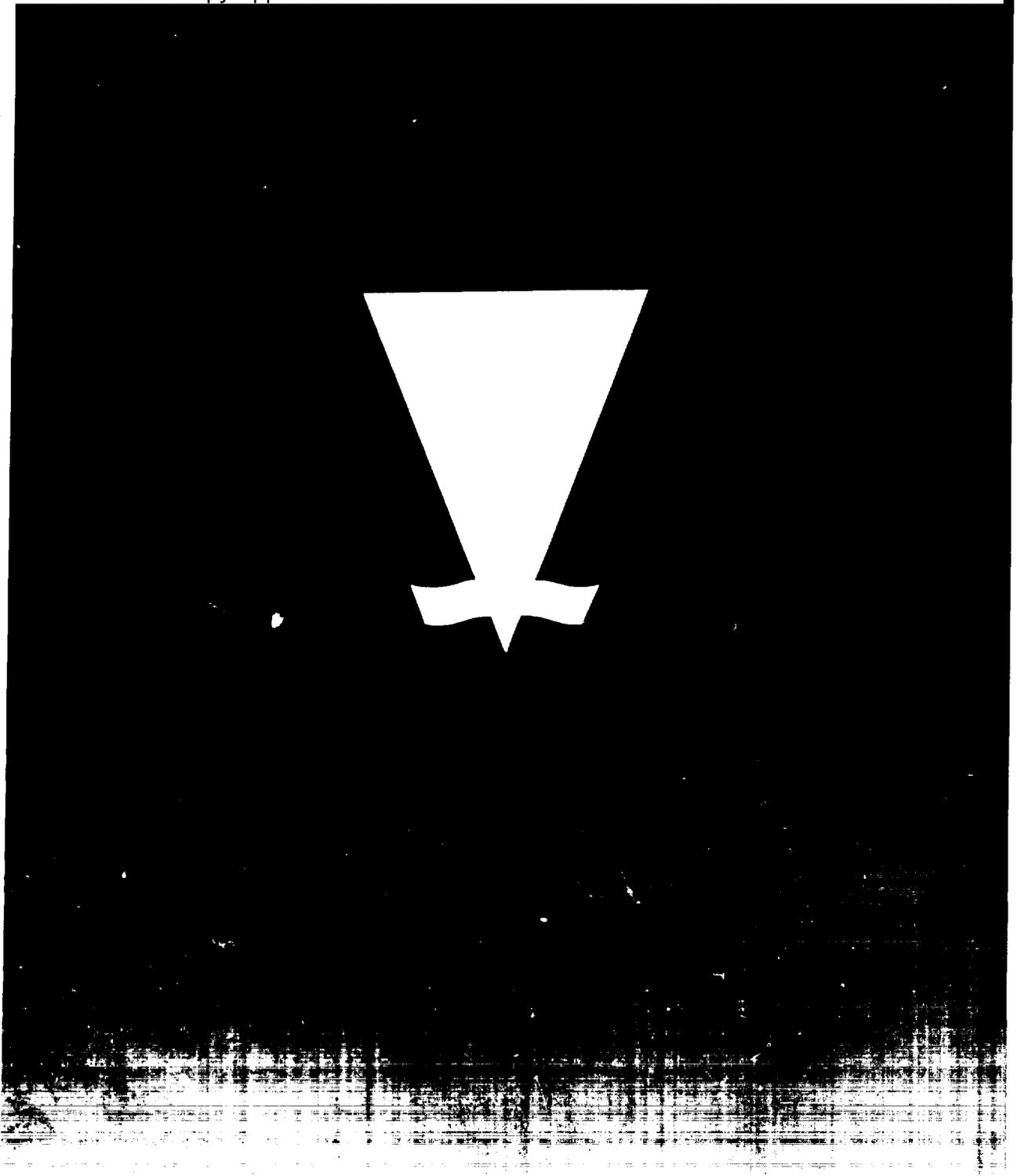
- Argentina :** Antonio Pinter, San Martin 345-3º P., Buenos Aires, for hard metals
Erwin Fleischner, Corrientes 424, Buenos Aires, for all other products
- Australia and
New Zealand :** Elfax Trading Comp., 15-18 Rawson Chambers, Rawson Place, Sydney,
for all products
- Belgium :** Société Cérametal, Em. Michels, 147, Avenue Paul Deschanel, Brussels,
for sintered iron, sintered steel, sintered magnets and diamond metals
Office Commercial Technique, 84, Chaussée de Haecht, Brussels,
for all other products except hard metals
- Brazil :** G. Reisky, Av. Pres. Vargas 446, Rio de Janeiro, for hard metals
- Denmark :** Uddøholm A/S, Lygten 5, Copenhagen NV,
for sintered iron and sintered steel
Otto Ahrens A/S, Skyttegade 7, Copenhagen N,
for all other products except hard metals
- Egypt :** Curto Oelsner, P. O. Box 1921, Alexandria
- England :** Metro-Cutanit Ltd., 160, Piccadilly, London W 1,
for all products except hard metals
- Finland :** The East-West Company Ltd. (Oy. Itä-Länsi Ab.), Yrjönkatu 7, Helsinki,
for all products except hard metals
- France :** Ets. Charles Balloffet, 10, Rue Pergolèse, Paris XVIº,
for all products
- Germany :** Deutsche Edelstahlwerke A. G., Abt. Sintermetalle, Stuttgart-O,
Haussmannstrasse 56
- Greece :** Leonidas A. Yagdjoglou, Gambetta Str. 14c, Athens,
for hard metals
Const. Anghelopoulos, Boîte Postale 217, Athens,
for all other products
- Holland :** Sintermet, Laan van Poot 308, The Hague,
for all products except hard metals
- India :** Messrs. H. Fillunger & Co., Manufacturers and Representatives,
5, Bentinck Street, Calcutta 1, for molybdenum wire
- Israel :** Emil Duschak, 9, Dr. Luria Street, Tel Aviv, for all products
- Italy :** Acciai Marathon S. p. A., Piazza della Repubblica 9, Milan,
for hard metals
Sintermetal S. a. r. l., Corso Bolzano 14, Turin, for all other products
- Japan :** Nippon Electric Comp. Ltd., 2 Shiba Mita Shikokumachi Minato-ku,
Tokyo
- Norway :** Carl A. Haakensens, Eff., Postbox 74, Oslo,
for all other products except hard metals
- Portugal :** Companhia Hanseática, L.ª, Rua do Ouro, 191-3º, e 5º., Apartado
676, Lisbon, for all products

ELMET CONTACT MATERIALS

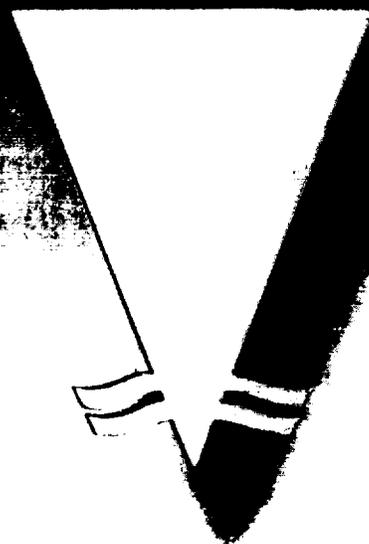
- South Africa :** European Investment Corp. (Pty.) Ltd., P. O. Box 4946,
53 Beckett's Bldg., President Str., Johannesburg, for hard metals
- Spain :** Federico Foerster, Consejo de Ciento 335, Barcelona (7),
for all products
- Sweden :** Kohlsva Jernverks A. B., Kolsva,
for sintered iron, sintered steel, hard metals, sintered magnets
Bergman & Beving A. B., Birger Jarlsgatan 9, Stockholm 7,
for all other products
- Switzerland :** Utilis Müllheim A. G., Werkzeug- und Apparatefabrik,
Müllheim/Thurgau, for hard metals
Vollweiler & Co., Postfach, Zurich 44, for all other products
- Turkey :** Giorgio Giras (P. O. B.), P. K. 1635, Stamboul, for hard metals
- Uruguay :** Corporacion Intercambio Comercial International S. A., San Martin
2505-07- Montevideo, for hard metals
- USA. :** Sintramet Corporation, 320 Yonkers Avenue, Yonkers 2, N. Y.
- Yugoslavia :** Alat, Zastupstva inostranih firmi, Kralja Milutina 35, Beograd,
for hard metals

METALLWERK PLANSEE
GESELLSCHAFT M.B.H.
REUTTE, TIROL

Vienna Office : Vienna I, Wipplingerstrasse 25



FERROMET SINTERTEILE



1

FERROMET SINTERTEILE

METALLWERK PLANSEE
GESELLSCHAFT M.B.H.
REUTTE, TIROL

Herstellungsgang

Anwendung

I N H A L T

Was ist FERROMET?

Herstellungsgang von FERROMET-Sinterformteilen.

Gründe für die **Anwendung** von FERROMET-Sinterformteilen.

Richtlinien für die **konstruktive Gestaltung** von FERROMET-Sinterformteilen.

Technologische Daten der FERROMET-Sinterwerkstoffe.

Nachbehandlung von FERROMET-Sinterformteilen.

Anwendungsgebiete von FERROMET-Sinterformteilen.

FERROMET-Lager.

Bestimmung

WAS IST FERROMET?

FERROMET ist eine von der **Metallwerk Plansee G. m. b. H.** in Reutte, Tirol, nach pulvermetallurgischen Fertigungsverfahren hergestellte Gruppe von **Sinterwerkstoffen auf Eisenbasis.** **FERROMET-Sinterteile** sind Formstücke aus diesen Werkstoffen, deren Erzeugung nachstehend beschrieben wird.

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

Herstellungsgang von FERROMET-Sinterformteilen

Der Herstellungsgang eines FERROMET-Sinterformteiles ist schematisch in Abb. 1 dargestellt.

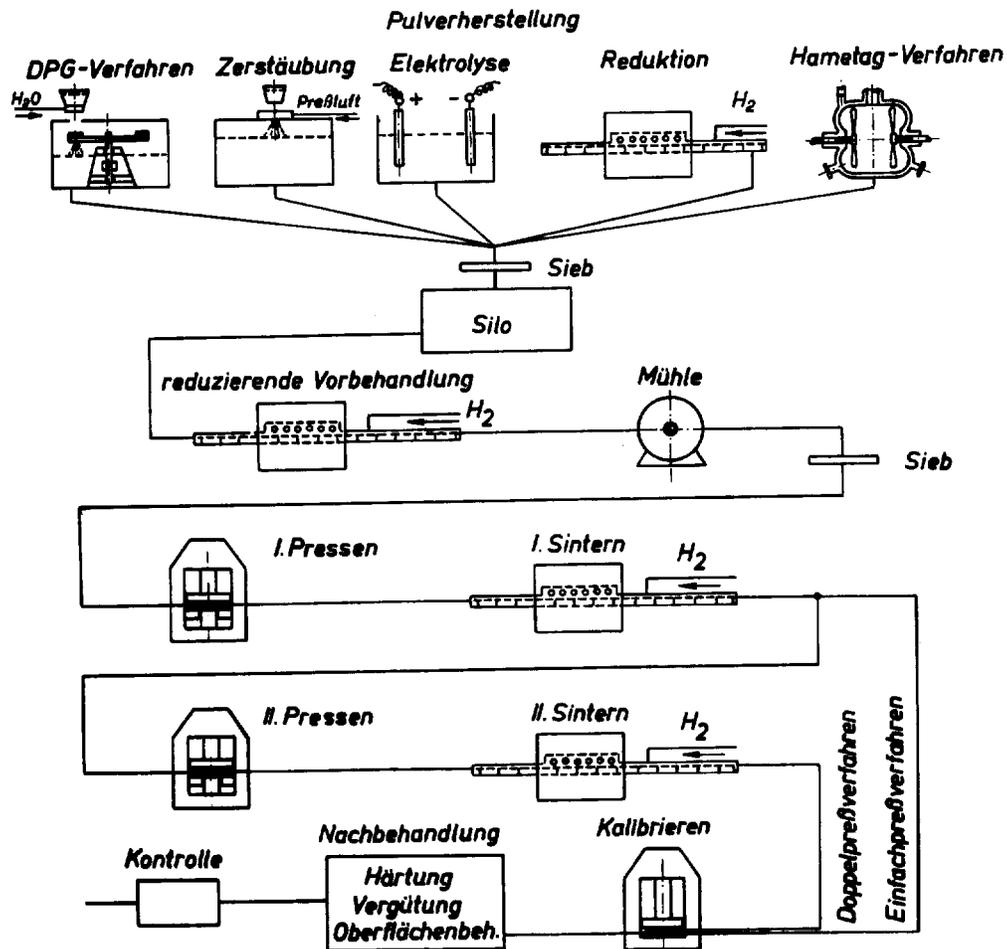


Abb. 1: Schema der pulvermetallurgischen Herstellung eines Fertigformteiles aus FERROMET.

Der Ausgangsrohstoff für FERROMET-Teile ist Eisen- bzw. Stahlpulver, welches nach mannigfachen Verfahren erzeugt werden kann. Die Rohpulver werden reduzierend gegläht, um sie gut verpressbar zu machen. Die zum Verpressen gelangenden Pulveransätze enthalten neben dem oxydfreien Eisenpulver meist preßerleichternde Zusätze und gegebenenfalls Kohlunsmittel sowie Legierungszusätze.

FERROMET-SINTERTEILE

In besonders konstruierten Preßwerkzeugen, welche aus Verschleißgründen mit Vordringmetall ausgekleidet sind, wird auf mechanischen oder hydraulischen Pressen die Ausgangspulvermischung zu Formkörpern verpreßt. Die Preßdrücke, welche dazu erforderlich sind, bewegen sich zwischen 3 und 8 t/cm². Abb. 2 zeigt eine für die Massenfertigung von Formteilen konstruierte hydraulische Presse.

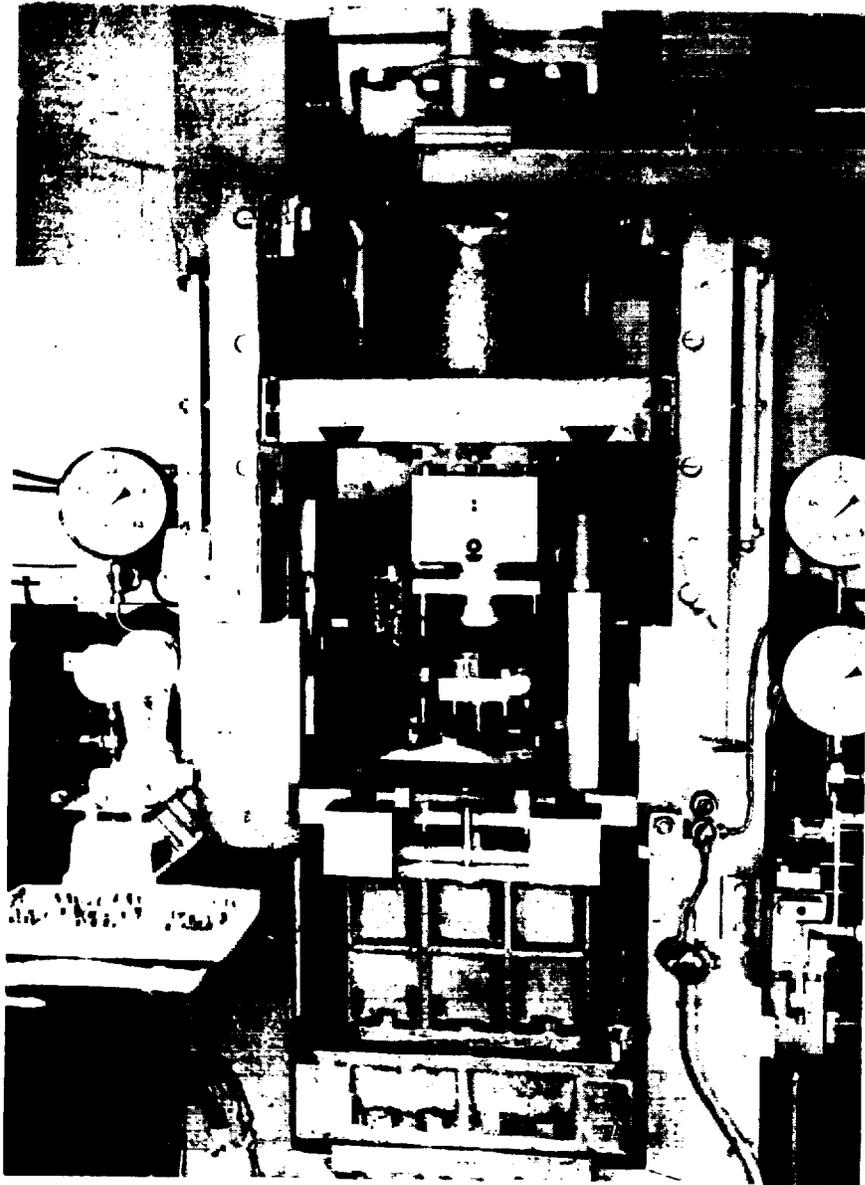


Abb. 2: Hydraulische Presse für die Massenfertigung von Formteilen aus Sintermetall.

FERROMET-SINTERTEILE

Die genügend kostenbeständigen Preßlinge werden durch eine Wärmebehandlung — Sinterung genannt — in feste Metallkörper überführt. Die Sinterung erfolgt meist in Durchsatzöfen unter neutraler oder reduzierender Atmosphäre bei Temperaturen von 1100 bis 1300°. Abb. 3 zeigt eine Gruppe solcher Hochtemperatur-Durchsatzöfen, welche mit Molybdänheizleitern ausgerüstet sind.

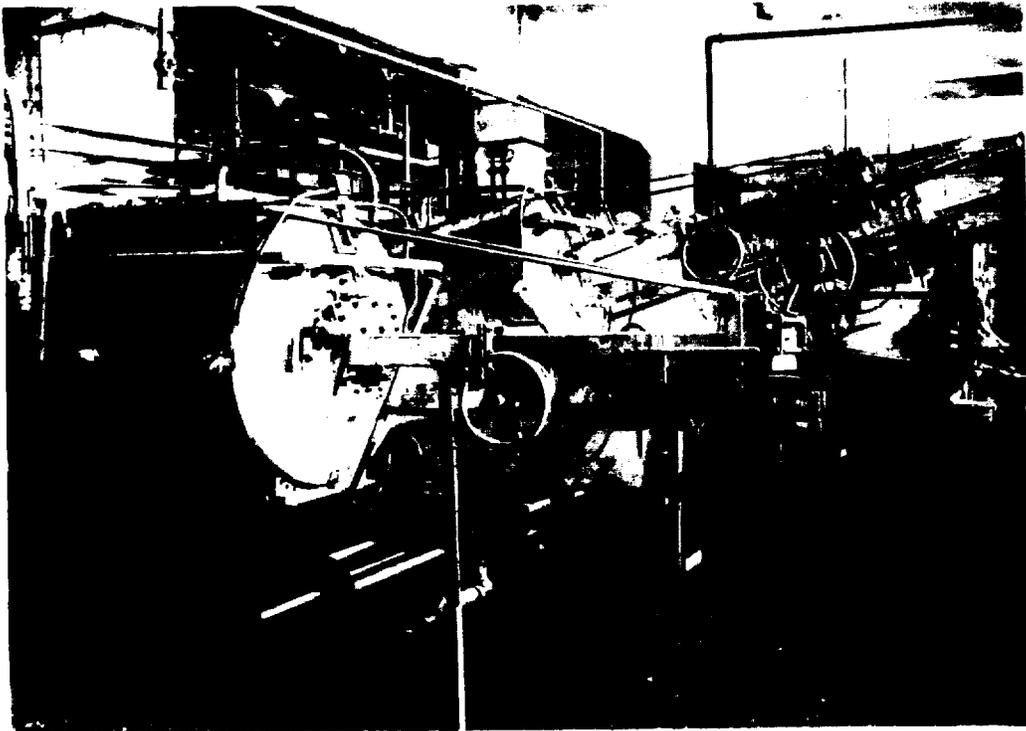


Abb. 3: Hochtemperatur-Durchsatzöfen mit Molybdänheizleitern für die Sinterung von hochfesten Metallpreßlingen.

Hochfeste Metall-Sinterformteile müssen eine möglichst hohe Dichte haben. Um diese zu erzielen, werden einmal vorgesinterte Teile nochmals verdichtet und dann erst fertiggesintert. Diese sogenannte **Doppelpreßtechnik** hat auch gewisse Bedeutung bei der Herstellung von Teilen mit Schrägflächen und gewölbten Profilen.

Werden mäßig hohe Anforderungen gestellt, dann werden die Teile nach der Fertig-sinterung in besonderen Werkzeugen kalibriert.

Je nach Verwendungszweck können jetzt die Metall-Sinterformteile, von denen eine Auswahl Abb. 4 und Abb. 5 zeigen, direkt eingebaut werden, falls es nicht notwendig ist, ihnen in einer ergänzenden spanabhebenden Bearbeitung die endgültige Form zu geben. Wenn erforderlich, können die Teile auch noch Härtings-, Vergütungs- oder Oberflächenbehandlungen unterzogen werden.

Anwendung

Konstruktive
Gestaltung

Techno-
logische Daten

Nach-
behandlung

Anwendungs-
gebiete

Lager

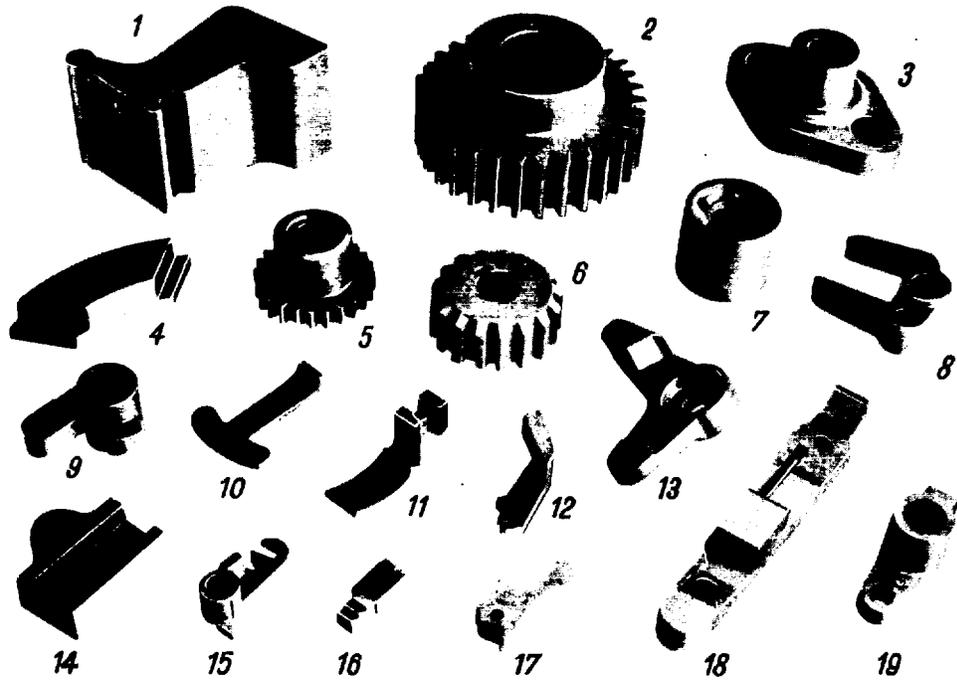


Abb. 4: FERROMET-Sinterformteile
1. Fliehkraftgewicht; 2. Zahnrad; 3. Stopfbüchsenbrille; 4. Magnetschlußstück; 5. Zahnrad; 6. Kupplungsnaabe; 7. Stoßdämpferkolben; 8. Schlaggabel; 9. Schloßnuß; 10. Typenanschlag; 11. Nähmaschinenfußchen; 12. Randbegrenzer; 13. Winkelhebel; 14. Stichstellersupport; 15. Arretierhebel; 16. Randbegrenzer; 17. Abzughebel; 18. Züngelplatte; 19. Klemmhülse.

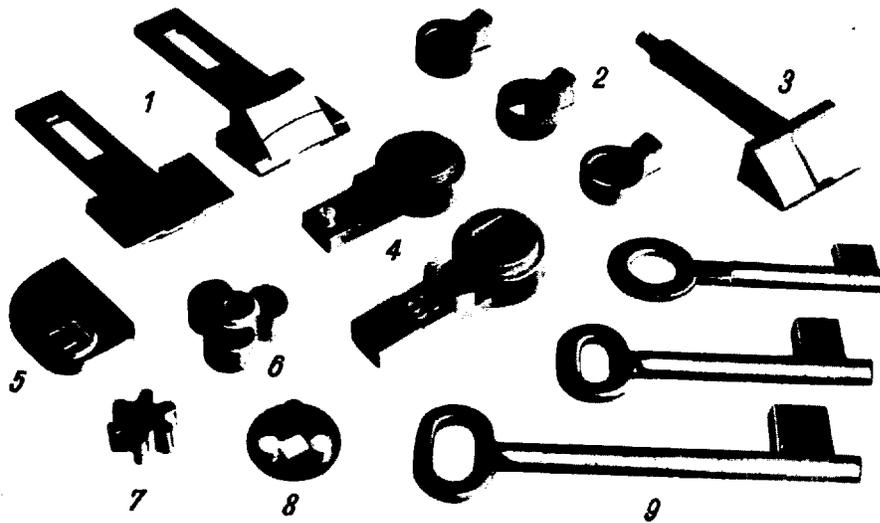


Abb. 5: FERROMET-Sinterformteile
1. Schloßfallen; 2. Schließnasen; 3. Schloßfalle; 4. Schloßnüsse; 5. Zunge; 6. Sternschnapper; 7. Stern; 8. Triebexzenter; 9. Schlüssel.

FERROMET - SINTERTEILE

Gründe für die Anwendung von FERROMET-Sinterformteilen

Wenn die Eisenpulvermetallurgie sich trotz der hochentwickelten Arbeitsverfahren der eisenerzeugenden und eisenverarbeitenden Industrie durchgesetzt hat, so ist dies darauf zurückzuführen, daß das Sinterverfahren gegenüber den bisherigen Verfahren **fertigungstechnische und wirtschaftliche Vorteile bietet** und die Herstellung **poröser bzw. metallgetränkter Werkstoffe auf Eisen- und Stahlbasis** zuläßt, welche auf dem Schmelzwege nicht herstellbar sind.

Die pulvermetallurgische Herstellungsweise von FERROMET-Sinterformteilen ist ein typisches **Massenfertigungsverfahren**. Die Wirtschaftlichkeit wird, wie bei jedem derartigen Verfahren, erst dann gewährleistet, wenn eine entsprechend hohe Stückzahl erzeugt wird. **Die verhältnismäßig hohen Werkzeugkosten machen je nach Beschaffenheit des Sinterformteiles Serien von 25.000 Stück und mehr erforderlich.**

Folgende Tatsachen sprechen zugunsten der pulvermetallurgischen Fertigungsweise:

1. Der **Rohstoffaufwand** für FERROMET-Sinterformteile entspricht **praktisch dem Fertiggewicht**, während er bei den bisher üblichen Herstellungsverfahren nicht selten ein Vielfaches des Fertiggewichtes beträgt.
2. Die **hohe Maßgenauigkeit** der FERROMET-Sinterformteile macht eine **Nachbearbeitung** in den meisten Fällen **unnötig** oder setzt den Grad der Nachbearbeitung bedeutend herab.
3. Durch die Verwendung von FERROMET-Sinterformteilen wird der **Maschinenpark** eines für die spanabhebende Bearbeitung eingerichteten Betriebes wesentlich **entlastet**. Bei Aufnahme neuer Fabrikationen kann die weitgehende Verwendung von FERROMET-Sinterformteilen die **Anschaffung zahlreicher hochwertiger Bearbeitungsmaschinen überflüssig** machen.
4. **In der konstruktiven Gestaltung der FERROMET-Sinterformteile gelten wesentlich andere Grundsätze als in der Guß- und Bearbeitungstechnik.** Die Tatsache, daß ein Preßwerkzeug Zehntausende von Formkörpern herzustellen gestattet, läßt es zu, schwierige Formkörper ebenso leicht herzustellen wie einfache. Beispielsweise sind Zylinder mit kreisförmigem Querschnitt ebenso zu pressen wie Zylinder mit elliptischem Querschnitt, Vierkantlöcher bzw. Langlöcher ebenso einfach wie Rundlöcher verwirklichtbar. **Es ist notwendig, sich von der üblichen Formgestaltung frei zu machen und den Gesetzmäßigkeiten der Preß- und Sintertechnik entsprechend die Formteile auszubilden.**
5. Es besteht ferner die **Möglichkeit, sich weitgehend auch solcher Werkstoffe zu bedienen, welche einer spanlosen Verformung nicht zugänglich sind** und deshalb bisher nur in beschränktem Ausmaß verwendet wurden.
6. **Poröse FERROMET-Sinterwerkstoffe** lassen sich mit Mineralölen und flüssigen oder festen Paraffinwachsen tränken, wodurch sie **hervorragende Gleiteigenschaften** erhalten und in erster Linie als **selbstschmierende Lager** Verwendung finden können.

Anwendung

Konstruktive Gestaltung

Technologische Daten

Nachbearbeitung

Anwendungsbereiche

Lager

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

7. **Poröse FERROMET-Sinterwerkstoffe** kann man mit **niedriger schmelzenden Metallen tränken**, wobei man zu **neuartigen Sonderwerkstoffen** mit noch unausgeschöpften Einsatzmöglichkeiten gelangt (siehe kupfergetränkte Werkstoffe in Tabelle 1).

Gegenüber einigen üblichen Massenherstellungsverfahren bietet das Sinterverfahren folgende Vorteile:

Gegenüber Formguß:

Größere Maßgenauigkeit, daher **keine** oder nur geringe Nacharbeit bei Präzisionsteilen, **feinkörnigeres Gefüge**, daher leichtere Bearbeitbarkeit und geringere Fertigungszeiten. **Entfall von Gießtrichtern, Angüssen und Steigern, Vermeidung von Lunkern, Seigerungen und Gaseinschlüssen**, daher größtmögliche Materialausbeute.

Beispiele:

Stopfbüchsenbrille (Teil 3, Abb. 4), Magnetschlußstück (Teil 4, Abb. 4), Schloßnuß (Teil 9, Abb. 4), Schloßfallen (Teil 1 und 3, Abb. 5, Teil 2, Abb. 7), Schloßnüsse (Teil 4, Abb. 5, Teil 4, Abb. 6), Sternschnapper (Teil 6, Abb. 5), Triebexzenter (Teil 8, Abb. 5), Schlüssel (Teil 9, Abb. 5).

Gegenüber spanabhebender Bearbeitung:

Die Teile können in **Fertigform** oder dieser weitgehendst angenähert hergestellt werden. Im letzteren Falle ist nur eine geringe spanabhebende Nachbearbeitung erforderlich, daher **beträchtlich herabgesetzte Fertigungszeiten**.

Beispiele:

Fliehkgewicht (Teil 1, Abb. 4), Zahnräder (Teil 2 und 5, Abb. 4, Teil 4, Abb. 7), Kupplungsnahe (Teil 6, Abb. 4), Stoßdämpferkolben (Teil 7, Abb. 4), Schlaggabel (Teil 8, Abb. 4), Nähmaschinenfüßchen (Teil 11, Abb. 4), Winkelhebel (Teil 13, Abb. 4), Stichsteller (Teil 14, Abb. 4), Abzughebel (Teil 17, Abb. 4), Züngelplatte (Teil 18, Abb. 4), Klemmhülse (Teil 19, Abb. 4), Schließnasen (Teil 2, Abb. 5), Kettenantriebsrad (Teil 2, Abb. 6), Exzenterstange (Teil 3, Abb. 6), Walzenführungsring (Teil 6, Abb. 6), Zangenvorderteil (Teil 1, Abb. 7), Mitnehmerbüchse (Teil 3, Abb. 7), Schubarm (Teil 5, Abb. 7), Spannbacke (Teil 7, Abb. 7), Rollenlagerkäfige (Abb. 8).

Gegenüber der Blechprägetechnik:

Entfall von Stanzabfällen, daher größere Materialausbeute. **Fertigung in einem Arbeitsgang**, Entfall von Zwischenglühungen. **Möglichkeit der Fertigung von Teilen mit verschiedenen Wandstärken in einem Stück**.

Beispiele:

Schreibmaschinenteile (Teil 10, 12, 15 und 16, Abb. 4, Teil 6, Abb. 7), Zunge (Teil 5, Abb. 5), Stern (Teil 7, Abb. 5)

Gegenüber von Verbundkonstruktionen, hergestellt aus Einzelteilen durch Löten, Schweißen, Nieten usw.:

Derartige Teile können nach dem Sinterverfahren oft aus **einem Stück** hergestellt werden, wodurch meist **mehrere Arbeitsgänge eingespart** werden können.

Beispiele:

Dauermagnete mit Weicheisenpolyschuhen, Zahnräder mit versetzten Zähnen.

FERROMET - SINTERTEILE

Richtlinien für die konstruktive Gestaltung von FERROMET -Sinterformteilen

Bei einer Prüfung der Vielzahl von Formteilen, die in der Technik angewendet werden, auf ihre Eignung zur Formgebung durch Pressen aus Metallpulvern ist ebenso wie bei Neuentwürfen zu beachten,

daß die Formgebung durch Eindringen von Ober- und Unterstempeln in eine Matrize erfolgen muß,

daß die Metallpulver nur sehr geringe Fließeigenschaften besitzen und daher nur in Preßrichtung verdichtet werden, und

daß beim Pressen sehr hohe spezifische Drücke notwendig sind.

Diese Tatsachen erfordern die Einhaltung nachstehender Richtlinien:

1. **Jeder FERROMET -Sinterformteil muß sich aus einzelnen, preßtechnisch herstellbaren Grundkörpern** — vornehmlich geraden prismatischen und zylindrischen Körpern — **aufbauen.**

Abb. 6 zeigt beispielsweise von oben links als einfachste Form eine **poröse, ölgetränkte Lagerbüchse** aus FERROMET 0 C (Sintereisen).

Das **Kettenantriebsrad** aus FERROMET E leg. (legierter Sintereinsatzstahl) besteht im wesentlichen aus der **Nabe** und **dem die Zähne tragenden Kranz**. Der Übergang zwischen beiden Grundkörpern erfolgt in einer starken Abrundung.

Die Keilnut wird mitgepreßt, die Bohrung ist konisch, die Nabenkanten sind unter flachen Winkeln gebrochen.

Die **Exzenterstange** aus FERROMET 0,9 C (unlegierter Sinterstahl) setzt sich im wesentlichen aus dem **Vollzylinder**, dem **Hohlzylinder** und der diese beiden Grundkörper verbindenden **Strebe** mit rechteckigem Querschnitt mit abgeschägten Kanten zusammen. Der Vollzylinder wird nachträglich gebohrt, da

Konstruktive Gestaltung

Technologische Daten

Nachbehandlung

Anwendungsgebiete

Lager

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

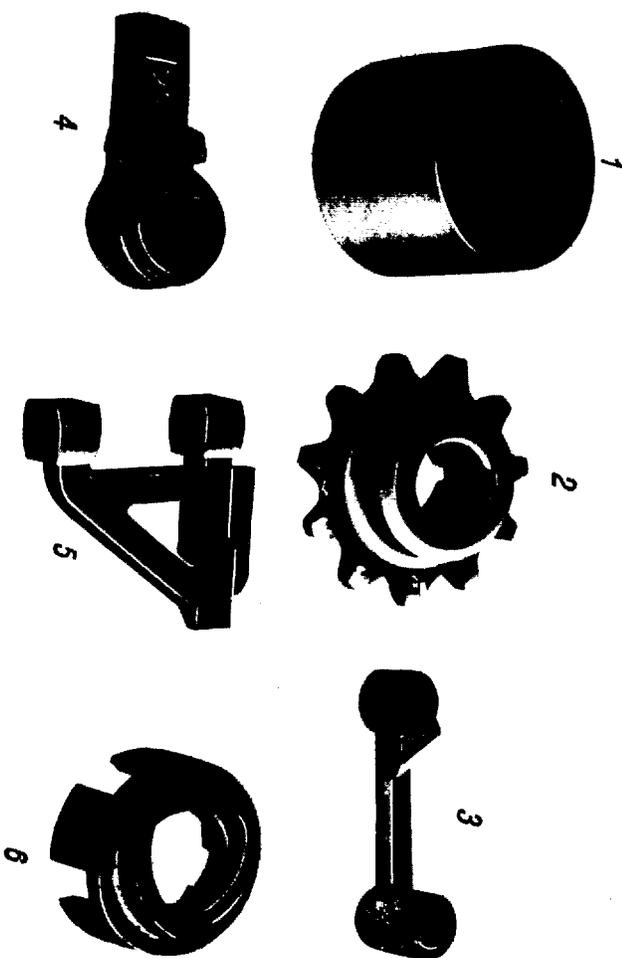


Abb. 6: FERROMET-Sinterformteile
1. FERROMET-Lagerbüchse; 2. Kettenantriebsrad; 3. Exzenterstange; 4. Schloßfuß; 5. Transporteurbügel; 6. Walzenführungsring.

FERROMET - SINTERTEILE

die Toleranz des Lochabstandes sehr eng ist und vor allem absolute Parallelität beider Lochachsen gefordert wird.

Die **Schloßnuß** aus FERROMET 0,5 C (unlegierter Sinterstahl) besteht im wesentlichen aus einem **Zylinder mit Vierkantloch** und aus dem den Ansatz tragenden **Hebel**. Hervorzuheben sind die auf pulvermetallurgischem Wege erreichbare tadellose prismatische Ausbildung des Vierkantloches und die rein zylindrische Ausbildung der Federhalterung. Gußtechnisch lassen sich Vierkantloch und Federhalterung nur konisch fertigen. Erhebliche Nacharbeit ist die Folge.

Der **Transportbügel** aus FERROMET 0,9 C (unlegierter Sinterstahl) setzt sich aus dem **Dreiecksrahmen** mit dem seitlichen plattenförmigen Ansatz und **den beiden Lagerkörpern** zusammen, welche zeigen, wie Rundkörper pulvermetallurgisch am zweckmäßigsten ausgebildet werden, wenn sie senkrecht zur Lochachse gepreßt werden müssen. Der nicht preßbare Rundkörper ist ersetzt durch einen prismatischen Körper mit flachen Seitenflächen und gewölbter Grund- und Deckfläche.

Der **Walzenführungsring** aus FERROMET E leg. (legierter Sintereinsatzstahl) besteht aus einer **kreisförmigen Scheibe mit Loch, 5 Stegen** und **2 Schrägnocken**. Dieser Teil zeigt außerordentlich gut die beachtlichen Formgebungsmöglichkeiten der Pulvermetallurgie.

- Die in eine Ebene senkrecht zur Preßrichtung projizierte Oberfläche des Sinterformstückes, d. h. die **Preßfläche, soll 50 cm² nicht übersteigen**. Dieser Wert ist bestimmt durch die Größen der derzeit der Metallwerk Plansee G. m. b. H. zur Verfügung stehenden Pressen.
- Die FERROMET-Sinterformteile dürfen **nicht höher als 60 mm** ausgeführt werden. Diese Höhe läßt noch eine einwandfreie Durchpressung des Formstückes bei Normaltemperatur zu.
- Ohne besondere Maßnahmen** läßt sich an Sintereisen- bzw. Sinterstahlteilen eine **Maßgenauigkeit bis zu $\pm 0,1$ mm** einhalten. **Engere Toleranzen** werden **durch ein nachträgliches Kalibrieren** der Teile erreicht. Für alle Maße senkrecht zur Preßrichtung können erforderlichenfalls die Isa-Passungen der Gruppe 7 (H7, h7 usw.), für alle Maße in Preßrichtung die Toleranz $\pm 0,05$ mm eingehalten werden.

Bei höheren Maßanforderungen müssen die FERROMET-Sinterformteile mechanisch nachgearbeitet werden.

Gehärtete Sinterstahlformteile müssen an den Paßflächen grundsätzlich überschliffen werden.

Technologische Daten

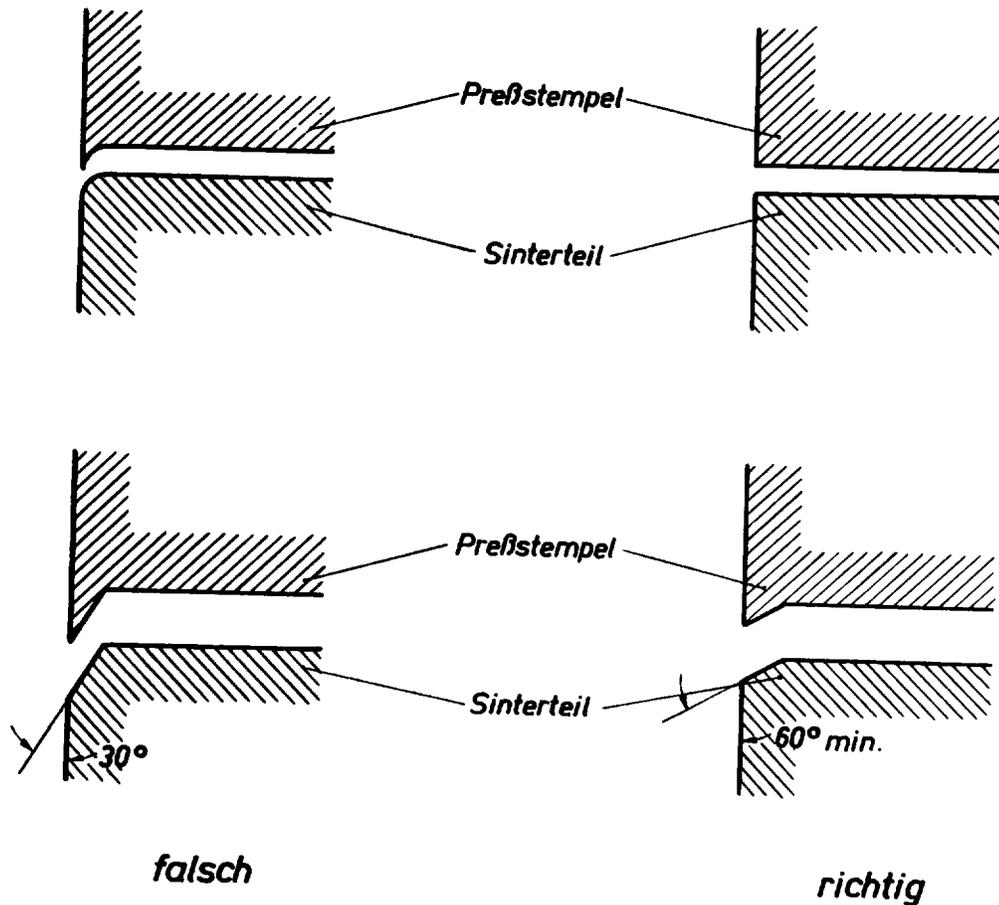
Mechanische Behandlung

Anwendungsbereiche

Lager

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

5. **Abrundungen an äußeren Kanten sind nicht preßbar. Kantenabschrägungen sollen möglichst unter dem Winkel von 60° , gemessen zur Preßrichtung, ausgeführt werden.**



6. Gerade, zylindrische und prismatische Voll- und Hohlkörper sind mit jeder beliebigen Grundflächenform herstellbar, wenn beachtet wird, daß Vorsprünge und Einschnitte nicht zu knapp bemessen und spitze Winkel vermieden werden. Es sind sonst zu schwache Preßstempel erforderlich, welche den hohen spezifischen Preßdrücken nicht standhalten.

An Hohlkörpern sind **alle konstruktiv erforderlichen Lochquerschnitte** in gleicher einfacher Weise **verwirklichtbar**.

Abb. 7 zeigt dazu als Beispiel oben links einen **Zangenvorderteil** aus FERROMET E leg., trotz seines vielgestaltigen Umrisses ein pulvermetallurgisch einfach herstellbares prismatisches Formstück.

FERROMET - SINTERTEILE

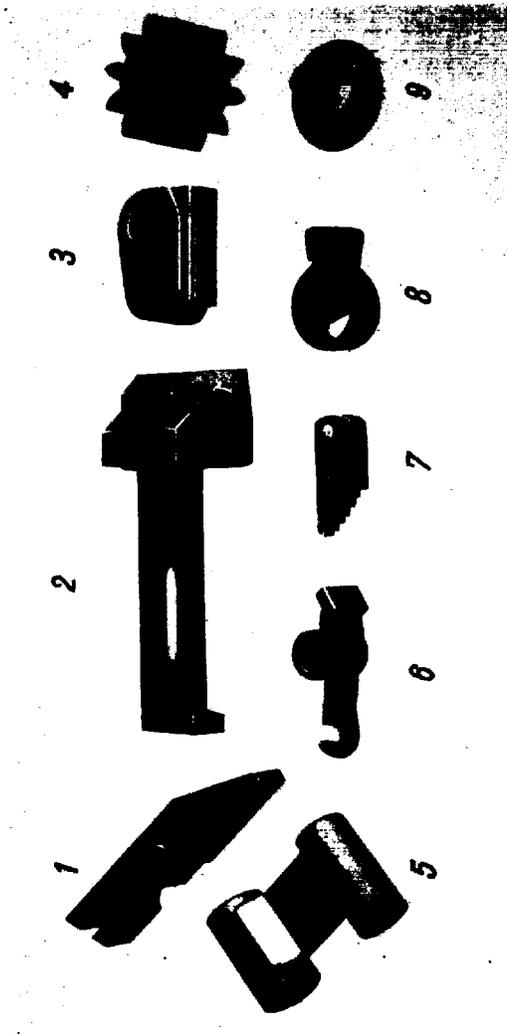


Abb. 7: FERROMET - Sinterformteile
1. Zangenvorderteil; 2. Schloßfalle; 3. Mitnehmerbüchse 4. Ölumpfenrad; 5. Schubarm;
6. Arretierhebel; 7. Spannbacke; 8. Schließnase; 9. Triebexzenter.

Anwendungs-
gebiete

Mech-
behandlung

Techno-
logische Daten

Lager

FERROMET - SINTERTEILE

Die **Schloßfalle** aus FERROMET 0 C kann samt Ausnehmung maßgenauer als durch Gießen hergestellt werden.

Die **Mitnehmerbüchse** aus FERROMET 0,5 C einer elektrisch angetriebenen Nähmaschine zeigt eine weitere leicht verwirklichtbare Form eines Sinterformstückes.

Das **Zahnrad** aus FERROMET 0,5 C einer Ölpumpe muß vor seinem Einbau an den Stirnflächen noch auf Fertigmaß geschliffen werden.

Der **Schubarm** aus FERROMET 0,9 C einer elektrisch angetriebenen Nähmaschine besteht aus einem Vollzylinder, einem Hohlzylinder und einem prismatischen Verbindungsstück. Er wird nachträglich noch spanabhebend bearbeitet.

Das **Schreibmaschinenteil** aus FERROMET 0,9 C kann schwer aus Blech in dieser Form geprägt werden.

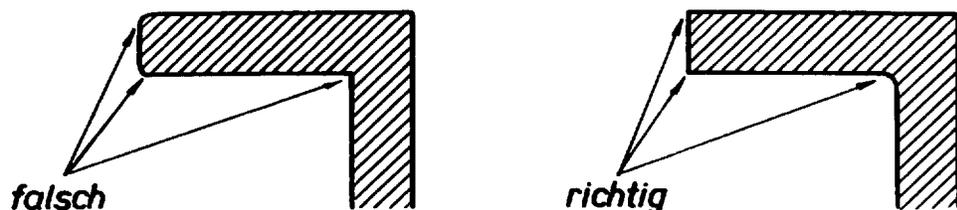
Der **Mitnehmer** aus FERROMET 0,9 C einer Bleistiftspitzmaschine ist ebenfalls ohne Schwierigkeiten sintertechnisch zu fertigen.

An dem **Schlüsselzahn** aus FERROMET 0 C ist die beliebig ausführbare Form des Loches besonders zu beachten.

Der **Triebexzenter** aus FERROMET 0 C mit 3 Zapfen und Vierkantloch zeichnet sich werkstoffmäßig durch seine hohe Zähigkeit und ausführungsmäßig durch seine hohe Maßhaltigkeit aus.

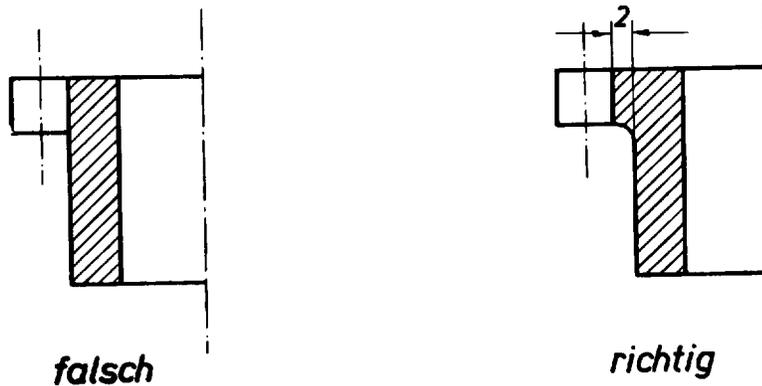
7. **Bohrungen** sollen einen Mindestdurchmesser von **3 mm** haben. Notfalls müssen 2 bis 3 Bohrungen zu einem flächengleichen Langloch zusammengefaßt werden. Die **Wandstärken** sollen möglichst **größer als 2 mm** sein.

8. **Flanschhöhen und Flanschbreiten** sollen **möglichst 2 mm** betragen, wenn auf eine einwandfreie Ausbildung Wert gelegt werden muß. **Innere Kanten** sind tunlichst **abzurunden**, **äußere Kanten** nach Möglichkeit **rechtwinkelig auszubilden**.



F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

9. Bei Zahnrädern mit Naben muß zwischen Fußkreis und Nabendurchmesser ein **Abstand** von mindestens **2 mm** vorgesehen werden. Das gleiche gilt für kombinierte Zahnräder zwischen dem Fußkreis des größeren und dem Kopfkreis des kleineren.



10. **Hinterschnidungen** senkrecht zur Preßrichtung sind **grundsätzlich nicht preßbar**. Sie müssen durch nachträgliche mechanische Bearbeitung angebracht werden, ebenso Löcher senkrecht zur Preßrichtung.
11. **Schrägflächen** sollen **nicht ohne gerade Phase** zu Flächen, welche senkrecht zur Preßrichtung liegen, verlaufen.



12. Bei schwierigen zusammengesetzten Teilen muß beachtet werden, daß das **Füllen der Preßform von der Ebene der Matrizenoberkante** aus erfolgen muß, von welcher aus sich die Grundformen zunächst aufbauen. Während des Preßvorganges werden **die Grundformen durch die Bewegung der Stempel verdichtet und gleichzeitig in ihre durch die Fertigform bestimmte Lage gebracht**. Wichtig ist, daß die **Grundkörper in einfachster Art nebeneinander angeordnet** werden und die Verschiebung von Pulversäulen ohne die Anordnung von Zwischenstempeln möglich wird.

Techno-
logische Daten

Mech-
behandlung

Anwendungs-
gebiete

Lager

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

Eine für den Preßvorgang weitgehend geeignete Form haben Stegkäfige von Zylinder-Rollenlagern, von denen einige in Abb. 8 gezeigt werden. Verbindungsring und Steg sind einfache gerade Prismen. Die Zentrierungsansätze werden

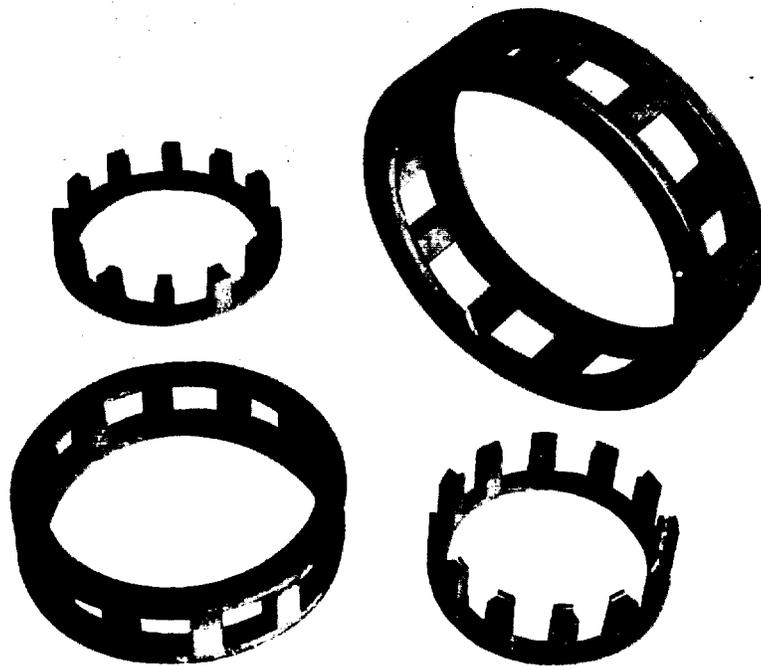


Abb. 8: Gesinterte Rollenlagerkäfige

geprägt. Auf Grund der bisherigen Erfahrungen können Stegkäfige und Deckel bis zu einem äußeren Durchmesser von 160 mm pulvermetallurgisch gefertigt werden.

13. Es muß schließlich noch beachtet werden, daß es durchaus wirtschaftlich sein kann, das Werkstück pulvermetallurgisch in einer angenäherten Form zu fertigen und die endgültige Formgebung durch den einen oder anderen Bearbeitungsvorgang vorzunehmen, falls nicht eine völlig neue Konstruktion den Teil so zu gestalten gestattet, daß er pulvermetallurgisch auf Fertigform hergestellt werden kann.

FERROMET - SINTERTEILE

Technologische Daten der FERROMET-Sinterwerkstoffe

Im Rahmen der Fertigung der Sinterwerkstoffe auf Eisenbasis stellt die **Metallwerk Plansee G. m. b. H.** bisher die nachstehenden Qualitäten her:

FERROMET 0 C	ein kohlenstoffarmes Sinterereisen
FERROMET 0,5 C	einen unlegierten, gesinterten Vergütungsstahl
FERROMET 0,9 C	einen unlegierten, perlitischen Sinterstahl, der auch vergütbar ist
FERROMET E unleg.	einen unlegierten Sinterereinsatzstahl
FERROMET E leg.	einen legierten Sinterereinsatzstahl

Die bis heute erreichten wichtigsten technologischen Daten dieser Werkstoffe sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. **Sie sind dichteabhängig.** Mit zunehmender Dichte steigen die Werte für Härte, Zugfestigkeit und Dehnung. Die Aufgaben und Beanspruchungen eines für die pulvermetallurgische Fertigung geeigneten Werkstückes sind maßgebend für die Wahl eines mehr oder weniger dichten FERROMET-Werkstoffes. Die stets vorhandenen gleichmäßig verteilten Poren aller FERROMET-Sinterwerkstoffe lassen eine gewisse Öl- oder Fettaufnahme zu, welche Gleitflächen u. a. beachtliche Notlaufeigenschaften vermittelt und sie widerstandsfähiger gegen mechanische Beanspruchungen macht als spanabhebend bearbeitete Flächen von Formstücken aus erschmolzenen Werkstoffen.

Bei sinngemäßer Anwendung läßt sich mit den genannten Werkstoffen eine ganze Reihe interessanter Bauteile der Technik mit ausreichenden Festigkeitseigenschaften wirtschaftlich fertigen.

Durch Tränken mit Kupfer steigen die Festigkeitswerte der FERROMET-Sinterwerkstoffe beträchtlich. Durch eine Vergütungsbehandlung können auch die Dehnungen derartiger Verbundwerkstoffe ganz erheblich erhöht werden. Eine Verwendung der getränkten Werkstoffe ist vorerst jedoch nur in Ausnahmefällen zu empfehlen, da die betriebliche Durchführung der Tränkung schwierig ist.

Technische
Legende Daten

Metall-
Technik

Anwendung-
Daten

Legende

Tabelle 1 Technologische Daten der FERROMET-Sinterwerkstoffe auf Eisenbasis

Werkstoff	Dichte g/cm ³	Porositätsgrad " "	Härte HV nach der Sinterung kg/mm ²	Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %	Schlagfestigkeit ¹⁾ mkg/cm ²
FERROMET 0 C Sinterisen mit C < 0,1 " "	6,8 bis 7,0 ²⁾	13 bis 11	70 bis 80	20 bis 23	10 bis 15	5 bis 7
	7,2 bis 7,4	8 bis 6	80 bis 90	25 bis 28	25 bis 30	8 bis 10
	6,5 bis 6,7	17 bis 14	130 bis 150	35 bis 40	4 bis 6	2 bis 4
FERROMET 0,5 C unlegierter Sinterstahl mit etwa 0,5% C	7,2 bis 7,4	8 bis 6	160 bis 180	42 bis 47	6 bis 8	3 bis 5
	6,5 bis 6,7	17 bis 14	170 bis 190	50 bis 55	2 bis 4	1 bis 3
FERROMET 0,9 C unlegierter Sinterstahl mit etwa 0,9% C	7,2 bis 7,4	8 bis 6	200 bis 220	60 bis 65	4 bis 6	2 bis 4
FERROMET E unlegiert unlegierter Sinterisatzstahl	7,2 bis 7,4	8 bis 6	110 bis 120	30 bis 33 gemessen im Kern	15 bis 20 gemessen im Kern	6 bis 8
	7,2 bis 7,4	8 bis 6	150 bis 200 ³⁾	45 bis 50 gemessen im Kern	8 bis 10 gemessen im Kern	5 bis 7
FERROMET 0 Cu Sinterisen kupfergefränkt ¹⁾	~ 8	~ 0	190 bis 210	45 bis 50	8 bis 10 ⁴⁾	4 bis 5
	~ 8	~ 0	230 bis 260	65 bis 70	5 bis 7 ⁵⁾	3 bis 4
	~ 8	~ 0	280 bis 300	75 bis 80	3 bis 5 ¹⁾	2 bis 3

¹⁾ Bestimmt an Flachstäben von 6x10 mm Querschnitt, ohne Kerbe.
²⁾ Bei selbstschmierenden Lagern ist die Dichte in ungetränktem Zustand etwa 5,8 bis 6,0 g/cm³, dementsprechend sind auch die Festigkeiten niedriger.
³⁾ Kann durch Einsatzhärtung bei Abschrecken in Wasser auf Rc 58 bis 61 und beim Abschrecken in Öl auf Rc 50 bis 55 gebracht werden.
⁴⁾ Kupfergehalt etwa 10 bis 15 Vol. %.
⁵⁾ Durch eine Vergütungsbehandlung kann die Dehnung bei etwa gleichbleibenden Zugfestigkeiten auf 15 bis 18 % gesteigert werden.
⁶⁾ Durch eine Vergütungsbehandlung kann die Dehnung auf 10 bis 14 % gesteigert werden.
⁷⁾ Durch eine Vergütungsbehandlung kann die Dehnung auf 8 bis 10 % gesteigert werden.

Nach-
behandlung

Anwendungs-
gebiete

Lager

FERROMET - SINTERTEILE

Nachbehandlung von FERROMET-Sinterformteilen

Spanabhebende Bearbeitung

Grundsätzlich wird man bemüht sein, FERROMET-Sinterformteile so zu gestalten, daß eine spanabhebende Bearbeitung möglichst vermieden wird oder sich auf ein Mindestmaß beschränkt.

In den Fällen jedoch, in denen eine nachträgliche spanabhebende Bearbeitung vorgenommen werden muß — Anbringen von Hinterdrehungen, Bohren von Löchern senkrecht zur Preßrichtung, Schneiden von Gewinden usw. —, muß bei der Auswahl geeigneter Schnellstahl- und Hartmetallwerkzeuge beachtet werden, daß FERROMET-Sinterwerkstoffe meist kurzspanend sind. Da über die Bearbeitung von FERROMET-Werkstoffen noch verhältnismäßig wenig Erfahrungen vorliegen, wird von genauen Angaben der Schnittbedingungen für jeden einzelnen Werkstoff abgesehen.

Bei der spanabhebenden Bearbeitung poröser Formstücke aus FERROMET 0 C mit einer Dichte von etwa 6 g/cm^3 sind ungefähr folgende Bedingungen einzuhalten:

Die mit Hartmetall TITANIT G 1 oder H 1 bestückten Drehmeißel müssen sehr scharf geschliffen sein, am besten mit Diamantmetallscheiben feinst geläppt. Die Messer sollen ungefähr 5% vom Drehdurchmesser über der Mitte eingespannt werden. Der Spanwinkel soll etwa 15° und der Freiwinkel etwa 10° betragen.

Schnittbedingungen

Schruppen:	Schnittgeschwindigkeit	150 bis 200 m/min
	Vorschub	0,3 mm/Umdrehung
	Spantiefe	bis max. 2,5 mm
Schlichten:	Schnittgeschwindigkeit	150 bis 200 m/min
	Vorschub	0,05 bis 0,1 mm/Umdrehung
	Spantiefe	0,1 bis 0,5 mm

Beim **Abstechen von Büchsen** aus FERROMET 0 C muß das Werkzeug sowohl vom Außendurchmesser als auch vom Innendurchmesser her angesetzt werden, um Kantenrisse zu vermeiden.

Beim **Bohren** ist der Vorschub vor Austritt des Bohrers aus dem Material herabzusetzen, um ein Ausbrechen des Materials zu verhindern.

Für das Bohren von Nietlöchern in FERROMET 0 C mit einer Dichte über $7,0 \text{ g/cm}^3$ haben sich Schnellstahlbohrer mit Schnittwinkeln, wie für die Bearbeitung von Aluminium üblich, bewährt.

Die Erfahrung zeigte ferner, daß sich gehärtete Sinterstähle unter den gleichen Bedingungen **schleifen** lassen wie erschmolzene Stähle gleicher Zusammensetzung und Härting.

Oberflächenbehandlung — Rostschutz

FERROMET-Werkstoffe sind wegen ihrer etwas porösen Oberfläche im allgemeinen gegen Korrosion anfälliger als Schmelzwerkstoffe. Im einfachsten Fall schützt man die Teile

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

gegen Rost durch Tränken mit Mineralölen oder Paraffinwachsen. Wirksamer sind die üblichen Oberflächenschutzverfahren, wie Lackieren, Brünieren, Bondern (Phosphatieren), Emaillieren, Metallspritzen, Galvanisieren u. a.

Die Schutzschichten haften wegen der etwas porösen Oberfläche der Teile außerordentlich fest.

Bei der Behandlung von porösen Teilen mit einer Dichte unter etwa $7,2 \text{ g/cm}^3$ in Lösungen ist zu beachten, daß die Poren die Flüssigkeit hartnäckig zurückhalten, was Anlaß zu Unterrostungen geben kann.

In Flüssigkeiten sollen demnach nur Teile mit einer Porosität unter 10% behandelt werden. Dies ist insbesondere bei der Behandlung in galvanischen Bädern zu befolgen. Glatte, gut polierfähige galvanische Schichten erhält man, wenn man die Teile nach sehr sorgfältiger Reinigung zunächst stark vorverkupfert. Bei Teilen aus kupfergetränkten FERROMET-Werkstoffen kann dieser Arbeitsgang entfallen.

Vergütung

Sinterteile aus FERROMET 0,5 C und FERROMET 0,9 C, ungetränkt und kupfergetränkt, können wie kompakte Stahlteile durch Härten und Anlassen vergütet werden.

Die auf die Porosität zurückgehende verhältnismäßig hohe Oxydationsneigung von FERROMET-Sinterstählen erfordert Anwärmen der Teile möglichst unter Schutzgas. Durch Zusatz von etwas Holzkohle zum Härtegut wird die Gefahr einer unzulässigen Entkohlung vermieden. Es empfiehlt sich, in kleinen Chargen zu härten, um ein zu langes Verweilen der Teile im Ofen zu verhindern. Wassergehärtete Teile sind nach dem Härten gut zu trocknen. Die Abschrecktemperaturen für Sinterstähle FERROMET 0,5 C und FERROMET 0,9 C betragen bei:

Wasserhärtung	etwa 820°
Ölhärtung	etwa 880°

Das Anlaßverhalten gehärteter Sinterstähle ist normal. Mit steigender Dichte nimmt die Anlaßbeständigkeit zu. Im übrigen ist sie ebenso wie beim erschmolzenen Werkstoff von Legierungsbestandteilen abhängig.

Kupfergetränkte FERROMET-Sinterwerkstoffe sind **ausscheidungsvergütbar**. Durch Abschrecken und Anlassen kann die Festigkeit, insbesondere aber die Dehnung, im Vergleich zum Ausgangswerkstoff beträchtlich gesteigert werden.

Teile aus FERROMET 0 C und FERROMET E, legiert und unlegiert, lassen sich einwandfrei **einsetzhärten**. Infolge der vorhandenen Porosität findet beim Einsetzen eine viel raschere und durchgreifendere Aufnahme von Kohlenstoff statt als beim Schmelzwerkstoff. Die Härtungsschicht verläuft auch gegen das Innere allmählicher als bei Teilen aus geschmolzenen Einsatzstählen.

Als Einsatzmittel sind die üblichen Einsatzpulver verwendbar. Für das Einsetzhärten im Salzbad eignen sich am besten Sinterformteile mit Dichten über $7,2 \text{ g/cm}^3$. Da die Einsatzzeiten von der Dichte der Teile abhängen, müssen sie jeweils durch Erprobung bestimmt werden.

F E R R O M E T S I N T E R T E I L E

Dichte **FERROMET**-Sinterformteile (über $7,2 \text{ g/cm}^3$) lassen sich auch ohne Schwierigkeiten **nitrieren**. Zu beachten ist, daß der Nitrierungsvorgang zeitlich außerordentlich rasch verläuft. Um eine Versprödung infolge durchgehenden Nitrierens zu vermeiden, müssen entsprechend kurze Einsatzzeiten gewählt werden.

Löten und Schweißen

FERROMET-Sintereisen- und **FERROMET**-Sinterstahlteile lassen sich **wechlöten, hartlöten** und **schweißen**. Bei der Lötung ist zu beachten, daß ein Teil des Lotes von dem porösen Teil aufgesaugt wird. Besonders leicht lassen sich kupfergetränkte **FERROMET**-Teile löten: Diese kann man auch ohne Verwendung von Lot durch sogenannte „Selbstlötung“ zusammenfügen.

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

Anwendungsgebiete von FERROMET-Sinterformteilen

Baubeschläge-Industrie:

Schloßteile, wie Fallen, Nüsse, Zungen, Exzentertriebe, Sternschnapper, Schlüsselzähne, Teile für Türschließer, wie Kolben usw.

Haushaltsmaschinen-Industrie:

Lochscheiben, Fleischmaschinenmesser, Zahnräder, Lagerbüchsen, Topf- und Deckelgriffe usw.

Armaturen-Industrie:

Stopfbüchsenbrillen, Staufferfettbüchsen, Anlüfthebel, Reglerklappen, Ventilsitzringe usw.

Auto-, Motorrad- und Fahrradhilfsmotoren-Industrie:

Lagerbüchsen, Schaltgabelschuhe, Fliehgewichte, Ölpumpenzahnräder, Schaltscheiben, Kupplungs-naben, Kettenantriebsräder, Magnetschlußstücke, Stoßdämpferkolben usw.

Landwirtschaftsmaschinen-Industrie:

Schwinglagerbüchsen, Zahnräder, Gestängeteile, Überwurfmuttern usw.

Nähmaschinen- und Büromaschinen-Industrie:

Nähmaschinenfüßchen, Exzenter, Hebelstangen, Gleitstücke, Schlaggabeln, Zahnräder, Lagerbüchsen usw.

Wälzlager-Industrie:

Massivkäfige für Zylinderrollenlager usw.

Fahrrad-Industrie:

Walzenführungsringe für Freilaufnaben, Lagerbüchsen für Fahrraddynamos usw.

Jagdaffen-Industrie:

Abzuggabeln, Abzughebel, Zubringerplatten, Zügelplatten, Patronenhalter, Zubringerlager usw.

Kleinmaschinen-Industrie:

Poröse, ölgetränkte Lager, Formteile aller Art.

Anwendungsgebiete

Lager

FERROMET - SINTERTEILE

FERROMET-Lager

FERROMET-Lager bestehen aus **porösem, ölgetränktem** Sintereisen. Dank ihres charakteristischen Aufbaues haben sie Lagereigenschaften, welche die große Gruppe der auf dem Schmelzwege erzeugten massiven Lager nicht besitzen.

FERROMET-Lager sind **selbtschmierend** und daher **wartungsfrei**. Das von den Poren der Büchse kapillar zurückgehaltene Öl wird bei Bewegung der Wellen, infolge der Erwärmung des Lagers, sparsam abgegeben und bei Stillstand wieder aufgesaugt.

FERROMET-Lager haben **hervorragende Notlaufeigenschaften**, was auf die Vielzahl von Ölzuführen zur Lagerstelle zurückzuführen ist. Die Fläche, welche durch eine Pore mit Schmiermittel zu versorgen ist, ist sehr klein. Dadurch wird vermieden, daß sich Inseln bilden, in deren Bereich nahezu trockene Reibung vorliegt. Das aus einer Pore austretende Öl wird also unmittelbar nach dem Beginn der Bewegung einen zusammenhängenden Ölfilm bis zur nächsten Pore bilden. Es kommt dadurch schon bei **kleinsten Gleitgeschwindigkeiten** und auch bei verhältnismäßig **hohen Lagerdrücken** eine hydromechanische Schwimmwirkung zustande. Die guten Notlaufeigenschaften und die sparsame Abgabe von Öl wirken sich bei intermittierender Bewegung der Welle und bei vertikaler oder geneigter Anordnung der Lagerstellen besonders wertvoll aus. Bei höheren Wellengeschwindigkeiten und Lagerdrücken genügt der Ölverrat der Lagerbüchse meist nicht mehr. Eine Zusatzschmierung, z. B. in Form einer Dochtschmierung oder durch Anbringen eines Ölumpfes, erweitert den Anwendungsbereich poröser FERROMET-Lager.

FERROMET-Lager sind außerordentlich sauber im Betrieb, weil durch das Zurückhalten des Schmiermittels in den Kapillaren die Bildung von Öltropfen erschwert wird.

Technische Daten

Dichte	5,8 bis 6,0 g/cm ³
Porenraum	etwa 25%, davon $\frac{3}{4}$ ölgetränkt
Brinellhärte	20 bis 40 kg/mm ²
Zugfestigkeit	6 bis 11 kg/mm ²
Dehnung	2 bis 5%
Druckfestigkeit	3000 kg/cm ²
Kerbzähigkeit	0,3 mkg/cm ²
Wärmeleitvermögen	0,10 cal/cm. °C. sec

FERROMET-SINTERTEILE

Als Richtlinien für die zulässigen Betriebsdaten mögen dienen:

- höchstzulässige Gleitgeschwindigkeit 4 m/sec
- höchstzulässige Lagerbelastung:
 - bei einmaliger Schmierung 10 bis 12 kg/cm²
 - bei Dochtschmierung 20 bis 25 kg/cm²
 - bei Umlaufschmierung 80 bis 100 kg/cm²

Die unteren Werte gelten für weiche Wellen (St 60.11, gewalzt, nicht vergütet), die oberen Werte für harte Wellen, einsatzgehärteter Stahl, Oberflächenhärte R_C 62 bis 65.

Bei anderen Bedingungen bitten wir, unsere Beratung anzufordern.

Lagerspiel

Bei der Verwendung von FERROMET-Lagerbüchsen können engere Toleranzen eingehalten werden als bei kompakten Lagerbüchsen. Ein gutes Funktionieren des FERROMET-Lagers ist nur bei genauer Einhaltung des in Abb. 9 angegebenen Lagerspiels gewähr-

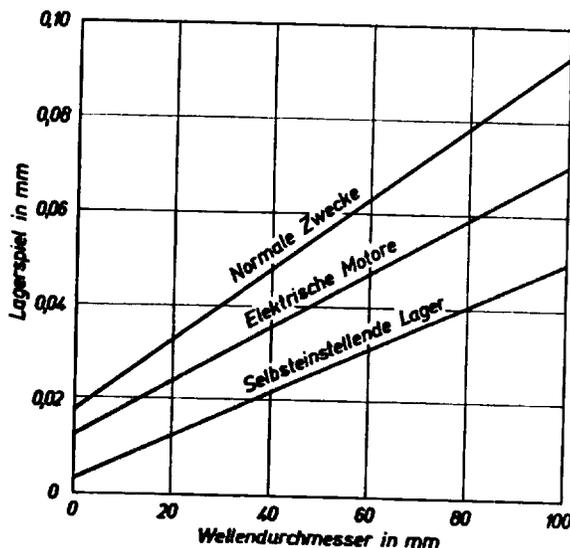


Abb. 9: Empfohlenes Lagerspiel für FERROMET-Lager.

leistet. Das Diagramm zeigt das empfohlene Lagerspiel für normale Zwecke, Elektromotoren und selbsteinstellende Lager. Voraussetzung für dieses Lagerspiel sind geschliffene Wellenoberflächen.

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

Montage

Die Montage der FERROMET-Lagerbüchsen geschieht am günstigsten mittels Dornpresse, kann jedoch bei sorgfältigster Arbeit auch ohne diese erfolgen.

Wichtig ist, daß die Büchsen beim Einbau nicht durch Schläge verformt werden.

Montage ohne Dornpresse

In diesem Falle ist es von großer Wichtigkeit, daß die Aufträge die Abmessungen für Bohrung und Welle enthalten, denn nur dann kann die Abnahme des Durchmessers für jeden besonderen Fall entsprechend der Wandstärke der Büchse geschätzt und ein entsprechend vergrößerter Durchmesser für das erforderliche Lagerspiel nach dem Einpressen gewährleistet werden.

Montage mit Dornpresse

Diese Methode ist bei Serienfertigung infolge ihrer Wirtschaftlichkeit besonders zu empfehlen. Außerdem kann man dadurch der Bohrung ihre endgültige Dimensionierung geben. Der Zapfen des Preßdornes, auf dem die Büchse aufgezogen wird, soll aus vergütetem Stahl, geschliffen und wenn möglich geläppt sein. Er soll auf einem Durchmesser, der wenige μ über der unteren Toleranzgrenze liegt, die für den inneren Durchmesser nach dem Einpressen gewünscht wird, geschliffen werden. Die Länge des Zapfens sollte jene der Büchse um ungefähr $1\frac{1}{2}$ mm übersteigen. Der Preßdorn, gegen den sich die Büchse abstützt, sollte in seinem Außendurchmesser um ungefähr $1\frac{1}{2}$ mm größer als die Büchse sein. Für Massenfertigung wird die Verwendung von Hartmetall-Zentrierzapfen empfohlen. Der Zentrierzapfen muß absolut sauber gehalten werden, damit die Lagersoberfläche nicht durch etwa anhaftende Metallteilchen verletzt wird.

Öltränkung

Normalerweise werden die FERROMET-Lagerbüchsen mit harz- und säurefreien Maschinenölen getränkt. Besondere Wünsche in dieser Hinsicht müssen bei der Bestellung angegeben werden.

Die Tränkung der Büchsen wird bei der Temperatur von 90 bis 120° möglichst im Vakuum vorgenommen. Die Lager nehmen etwa 20 bis 30% ihres Volumens an Schmieröl auf, was ungefähr 1,8 bis 3,5 Gew.% Öl entspricht.

Umgießen von FERROMET-Lagerbüchsen

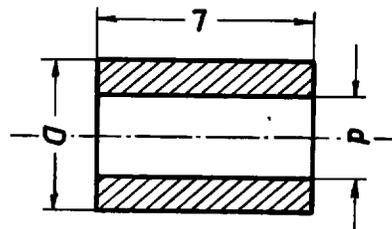
FERROMET-Lagerbüchsen lassen sich leicht mit Kunststoffen, Metallen und Gummi umgießen. In diesem Falle werden die Büchsen zunächst nicht mit Öl getränkt. Das Öl würde die Verbindung zwischen flüssigem Metall und Lager verhindern und unter dem Temperatureinfluß leiden.

Die zu umgießenden Lagerbüchsen sollen um 0,05 bis 0,5 mm länger als der Zwischenraum zwischen den Formhälften sein. Durch diese Maßnahme wird verhindert, daß das Gußmaterial die Lagersoberfläche berührt. Nach dem Umgießen wird erwärmtes Öl entweder mit der Ölkanne oder durch Eintauchen des Teiles eingebracht. Die FERROMET-Lagerbüchse saugt das Öl rasch auf.

FERROMET - S I N T E R T E I L E

Lieferform:

Wir liefern FERROMET-Lagerbüchsen ab Lager oder in kurzen Lieferzeiten in Abmessungen gemäß nachstehender Tabelle:



Maße in mm

d	D						L ¹⁾
4	10						18
5	11						
6		13					
7			14				20
8			15				
9			16				
10				18			24
11				19			
12				20			
13				21			
14				22			
15				23			
16					25		27
17					26		
18					27		
20						30	30
25						35	
30						40	
35						45	
40						55	
40						60	45
							60

¹⁾ Derzeit größte herstellbare Länge

Auf Wunsch liefern wir auch FERROMET-Lagerbüchsen in anderen Abmessungen und in Sonderformen.

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

Literatur

Wer sich eingehender über den Werkstoff Sinterisen und Sinterstahl unterrichten will, dem sei nachstehendes Buch empfohlen:

R. Kieffer und W. Hotop:

„Sinterisen und Sinterstahl“, 556 Seiten, 264 Abbildungen, Springer-Verlag, Wien, 1948.

Wen allgemeine pulvermetallurgische Fragen interessieren, dem sei empfohlen:

„Einführung in die Pulvermetallurgie“

Sammlung von Vorträgen, gehalten im Pulvermetallurgischen Kolloquium, veranstaltet vom Außeninstitut der Technischen Hochschule Graz. Herausgeber: **Ob.-Ing. K. Wanke**, 198 Seiten, 133 Abbildungen. Verlag Außeninstitut der Technischen Hochschule Graz, 1949.

R. Kieffer und W. Hotop:

„Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe“, 412 Seiten, 244 Abbildungen. Zweite verbesserte Auflage. Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1948.

P. Schwarzkopf:

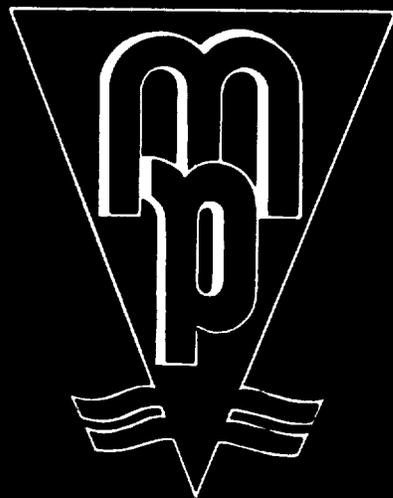
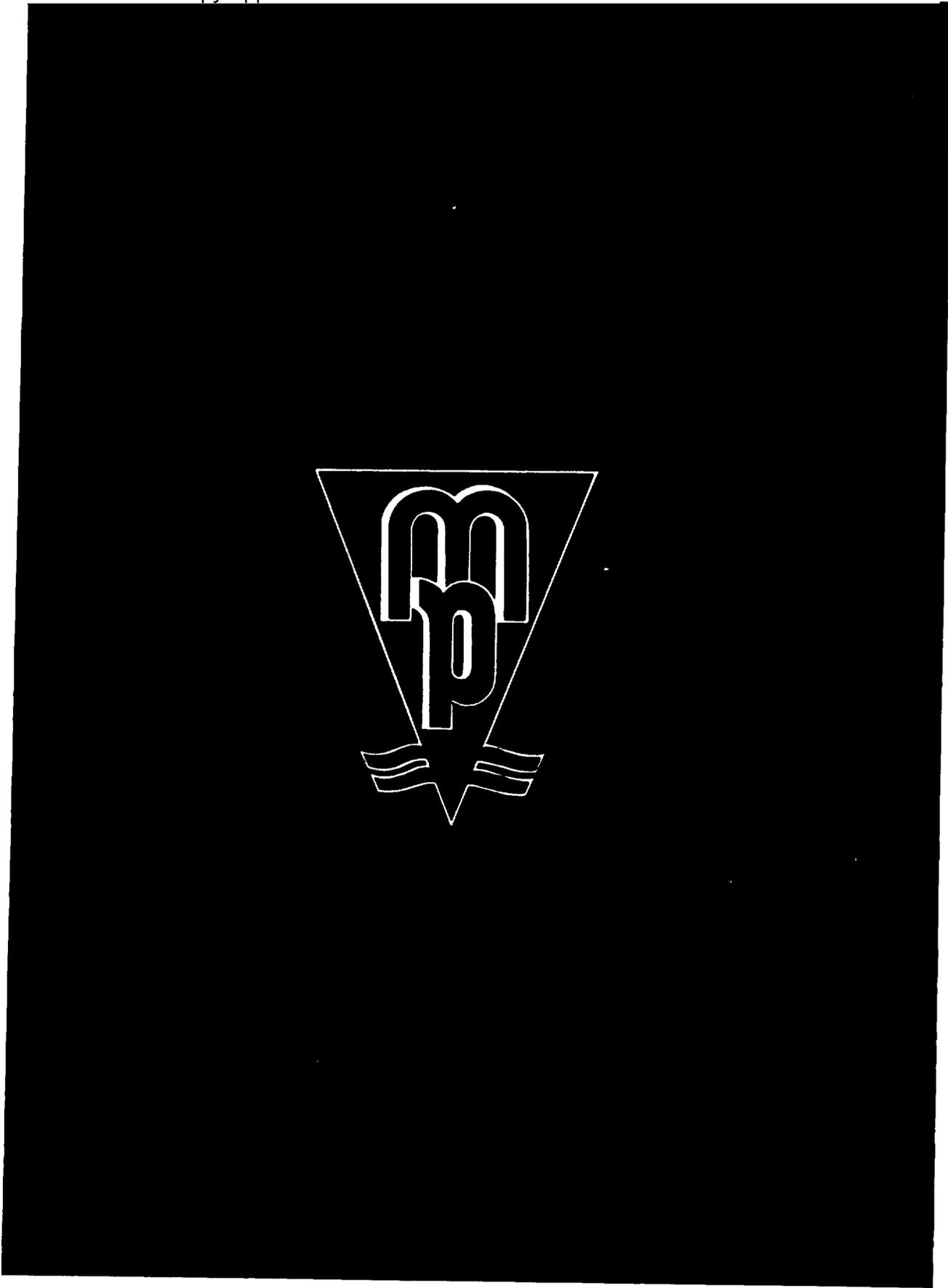
„Powder Metallurgy“, 379 Seiten, 164 Abbildungen. Macmillan Comp., New York, 1947.

Beziehbar durch den Buchhandel oder durch **Metallwerk Plansee G. m. b. H., Reutte/Tirol.**

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

Übersicht über die Vertretungen der Metallwerk Plansee G. m. b. H. im In- und Ausland

Ägypten:	Curto Oelsner, P. O. Box 1921, Alexandria
Benelux:	Société Belge pour la Métallurgie des Poudres S. A. Sintermet, 11 a, Place de l'Industrie, Bruxelles, Belgien
Dänemark:	Sintermet, Laan van Poot 308, Den Haag, Holland E. Bruun Andersen, Handel & Industri, Lygten 5, Kopenhagen NV, für Hartmetalle, Sinterelisen und Sinterstahl Otto Ahrens A/S, Skyttegade 7 (Büro), Kopenhagen N, für alle übrige Produkte
Deutschland:	Georg Claus und Dipl.-Ing. K. Meier, Stuttgart-O, Hausmannstr. 56.
England:	Cutanit Ltd., 42 Pall Mall, London S. W. 1
Finnland:	The East-West Company Ltd., (Oy. Itä-Länsi Ab.), Yrjönkatu 7, Hel- sinki
Frankreich:	Etablissements Charles Balloffet, 10, Rue Pergolèse, Paris XVIe
Italien:	S. A. Marathon, Piazza della Repubblica 9, Milano, für Hartmetalle Sintermetal S. a r. l. Corso Bolzano 14, Torino, für alle übrigen Pro- dukte
Norwegen:	Carl A. Haakensens Eftf., Postbox 74, Oslo
Österreich:	Metallwerk Plansee G. m. b. H., Verkaufsstelle Wien, Wien, I., Wipplingerstraße Nr. 25
Portugal:	Companhia Hanseática, L. ^{da} , Rua do Ouro, 191-3 ^o . e 5 ^o ., Apar- tado 676, Lissabon
Schweden:	Bergman & Beving AB., Birger Jarlsgatan 9, Stockholm 7
Schweiz:	Marathon Edelstahl A. G., Klausstraße 19, Zürich 8, für Hartmetall Vollweiler & Co., Zürich 44, Postfach, für alle übrigen Produkte
Spanien:	Federico Foerster, Consejo de Ciento, 335, Barcelona (7)
Südamerika:	Casa Denk, Aceros Bohler, Belgrano 510, Buenos Aires (Argen- tinien) G. Reisky, Rua Ouvidor, 169, Rio de Janeiro, Brasilien
Tschechoslowakei:	Arnošt Černík, Hradební 1, Praha I
Ungarn:	A. Veit & Co., Wesselényi-utca 32, Budapest VII
USA.:	American Electro Metal Corporation, 320 Yonkers Avenue, Yon- kers 2, N.Y.



FERROMET

SINTERTEILE



FERROMET SINTERTEILE

METALLWERK PLANSEE
GESELLSCHAFT M.B.H.
REUTE, TIROL

Herstellung

Produktion

Spezial

Spezial

Legt

I N H A L T

Was ist FERROMET ?

Herstellungsgang von FERROMET-Sinterformteilen.

Gründe für die **Anwendung** von FERROMET-Sinterformteilen.

Richtlinien für die **konstruktive Gestaltung** von FERROMET-Sinterformteilen.

Technologische Daten der FERROMET-Sinterwerkstoffe.

Nachbehandlung von FERROMET-Sinterformteilen.

Anwendungsgebiete von FERROMET-Sinterformteilen.

FERROMET-Lager.

Herstellungsgang

Anwendung

Technologische
Daten

Technische
Daten

Nachbehandlung

Anwendungsgebiete

Lager

WAS IST FERROMET?

FERROMET ist eine von der **Metallwerk Plansee G. m. b. H.** in Reutte, Tirol, nach pulvermetallurgischen Fertigungsverfahren hergestellte Gruppe von **Sinterwerkstoffen auf Eisenbasis**. **FERROMET-Sinterteile** sind Formstücke aus diesen Werkstoffen, deren Erzeugung nachstehend beschrieben wird.

Herstellung

Herstellung

Herstellung

Herstellung

Herstellung

Herstellung

Lager

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

Herstellungsgang von FERROMET-Sinterformteilen

Der Herstellungsgang eines FERROMET-Sinterformteiles ist schematisch in Abb. 1 dargestellt.

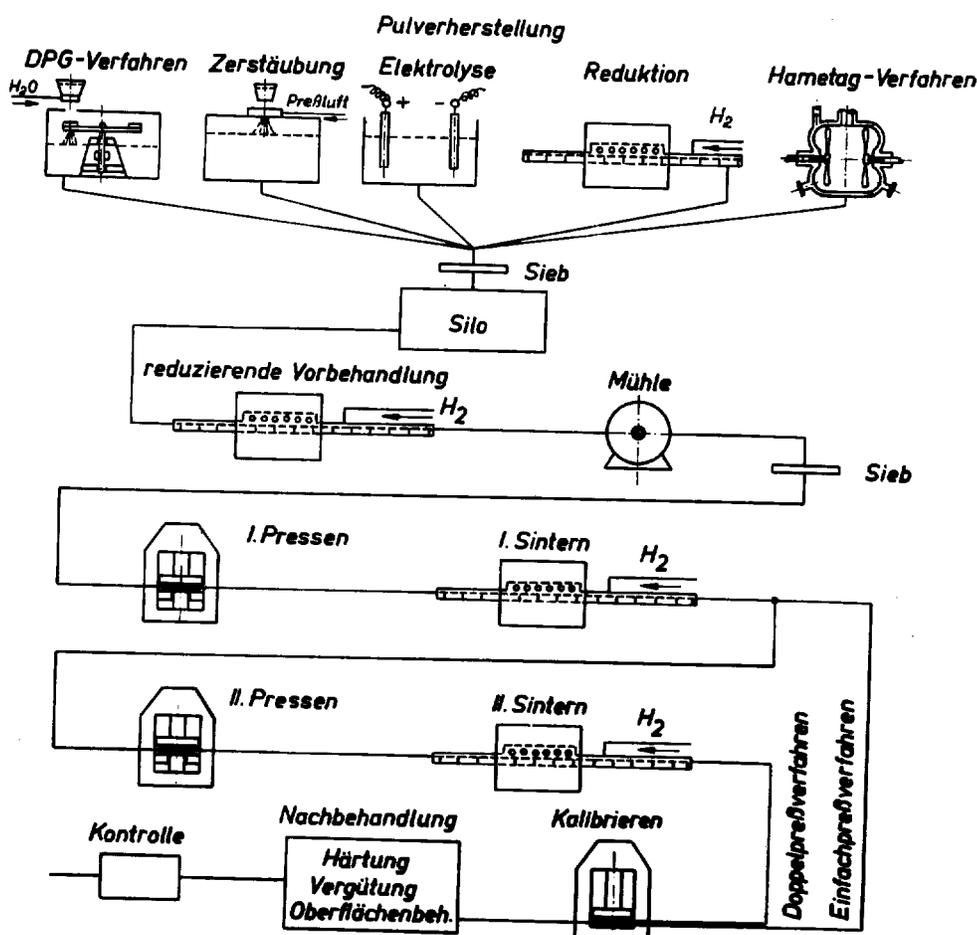


Abb. 1: Schema der pulvermetallurgischen Herstellung eines Fertigformteiles aus FERROMET.

Der Ausgangsrohstoff für FERROMET-Teile ist Eisen- bzw. Stahlpulver, welches nach mannigfachen Verfahren erzeugt werden kann. Die Rohpulver werden reduzierend gegläht, um sie gut verpreßbar zu machen. Die zum Verpressen gelangenden Pulveransätze enthalten neben dem oxydfreien Eisenpulver meist preßerleichternde Zusätze und gegebenenfalls Kohlungsmittel sowie Legierungszusätze.

Herstellungsgang

Anwendung

Konstruktive Gestaltung

Technologische Daten

Nachbehandlung

Anwendungsbereiche

Legir

FERROMET-SINTERTEILE

In besonders konstruierten Preßwerkzeugen, welche aus Verschleißgründen mit Vorteil hartmetallausgekleidet sind, wird auf mechanischen oder hydraulischen Pressen die Ausgangspulvermischung zu Formkörpern verpreßt. Die Preßdrücke, welche dazu erforderlich sind, bewegen sich zwischen 3 und 8 t/cm². Abb. 2 zeigt eine für die Massenfertigung von FERROMET-Sinterformteilen konstruierte hydraulische Presse.

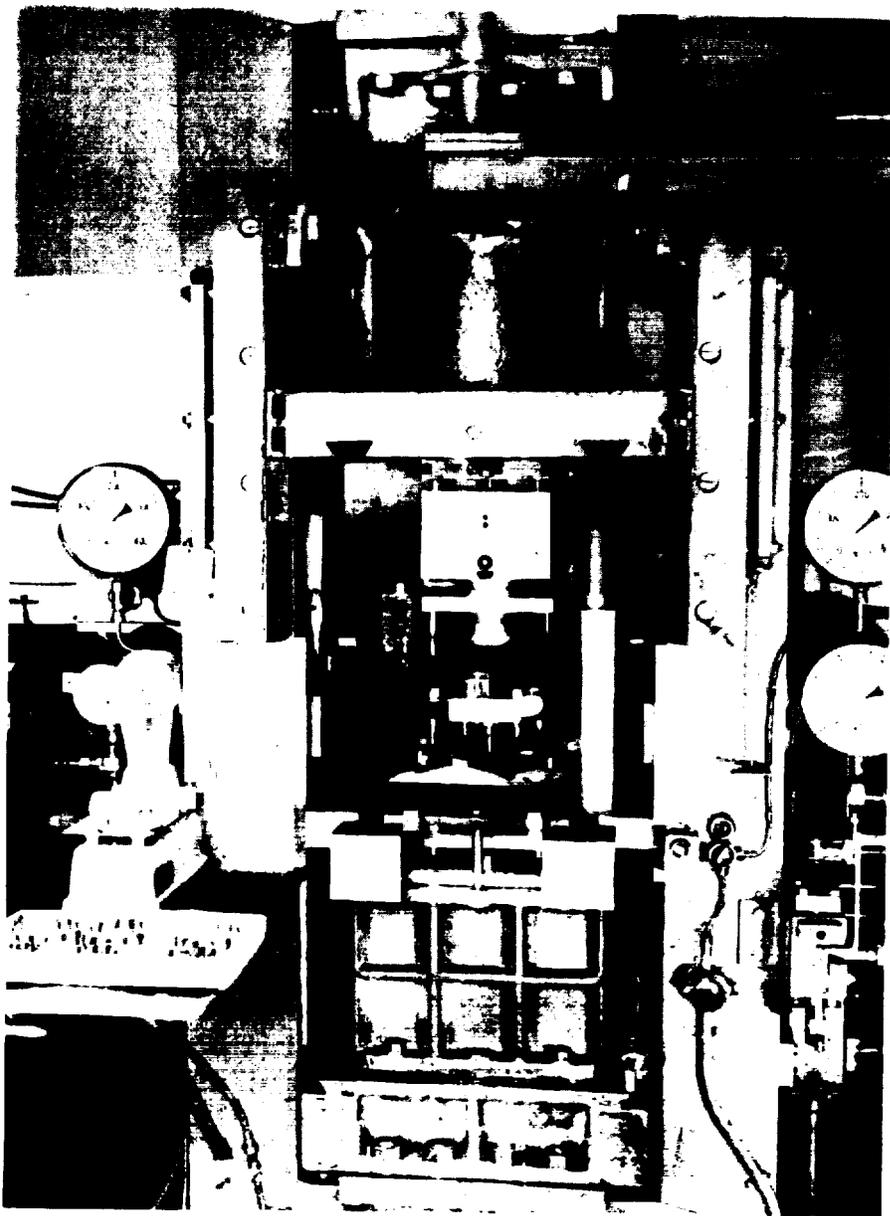


Abb. 2: Maschinelle Sinterpresse für die Fertigung von FERROMET-Sinterformteilen

FERROMET-SINTERTEILE

Die genügend kantenbeständigen Preßlinge werden durch eine Wärmebehandlung — Sinterung genannt — in feste Metallkörper überführt. Die Sinterung erfolgt meist in Durchsatzöfen unter neutraler oder reduzierender Atmosphäre bei Temperaturen von 1100 bis 1300°. Abb. 3 zeigt eine Gruppe solcher Hochtemperatur-Durchsatzsinteröfen, welche mit Molybdänheizleitern ausgerüstet sind.

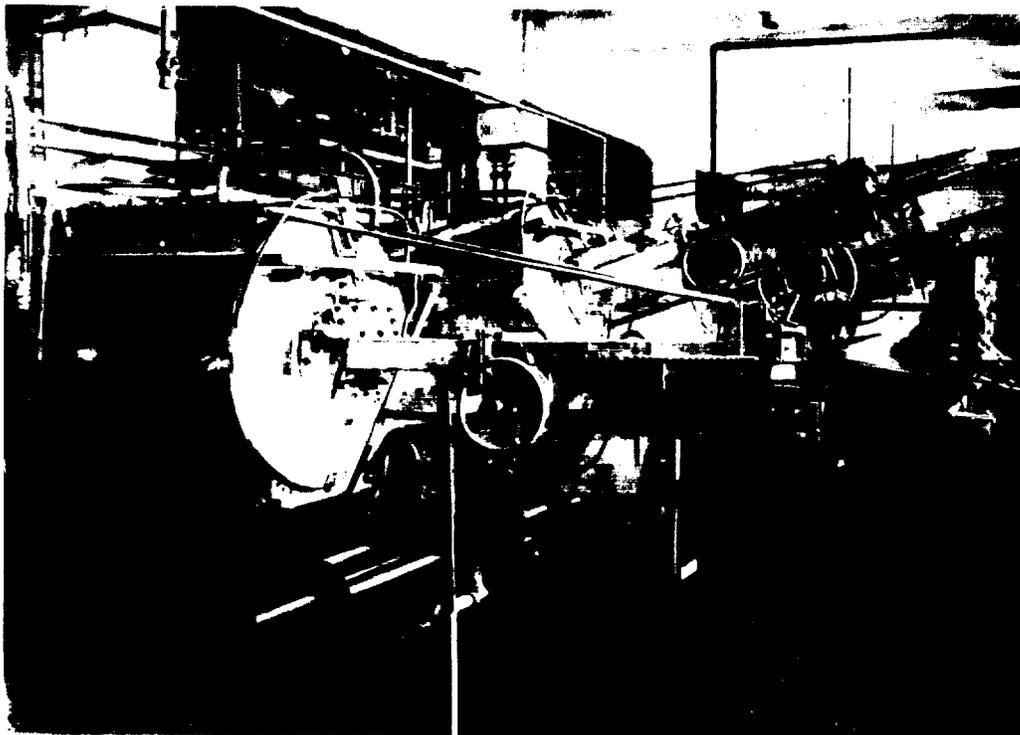


Abb. 3: Kippbare elektrische Durchsatzöfen mit Molybdänheizleitern für die Sinterung von FERROMET-Fertigformteilen.

Hochfeste FERROMET-Sinterformteile müssen eine möglichst hohe Dichte haben. Um diese zu erzielen, werden einmal vorgesinterte Teile nochmals verdichtet und dann erst fertiggesintert. Diese sogenannte **Doppelpreßtechnik** hat auch gewisse Bedeutung bei der Herstellung von Teilen mit Schrägflächen und gewölbten Profilen.

Werden maßlich hohe Anforderungen gestellt, dann werden die Teile nach der Fertig-sinterung in besonderen Werkzeugen kalibriert.

Je nach Verwendungszweck können jetzt die FERROMET-Sinterformteile, von denen eine Auswahl Abb. 4 und Abb. 5 zeigen, direkt eingebaut werden, falls es nicht notwendig ist, ihnen in einer ergänzenden spanablebenden Bearbeitung die endgültige Form zu geben. Wenn erforderlich, können die Teile auch noch Härtings-, Vergütungs- oder Oberflächenbehandlungen unterzogen werden.

Anwendung

Konstruktive
Gestaltung

Techno-
logische Daten

Nach-
behandlung

Anwendungs-
gebiete

Lager

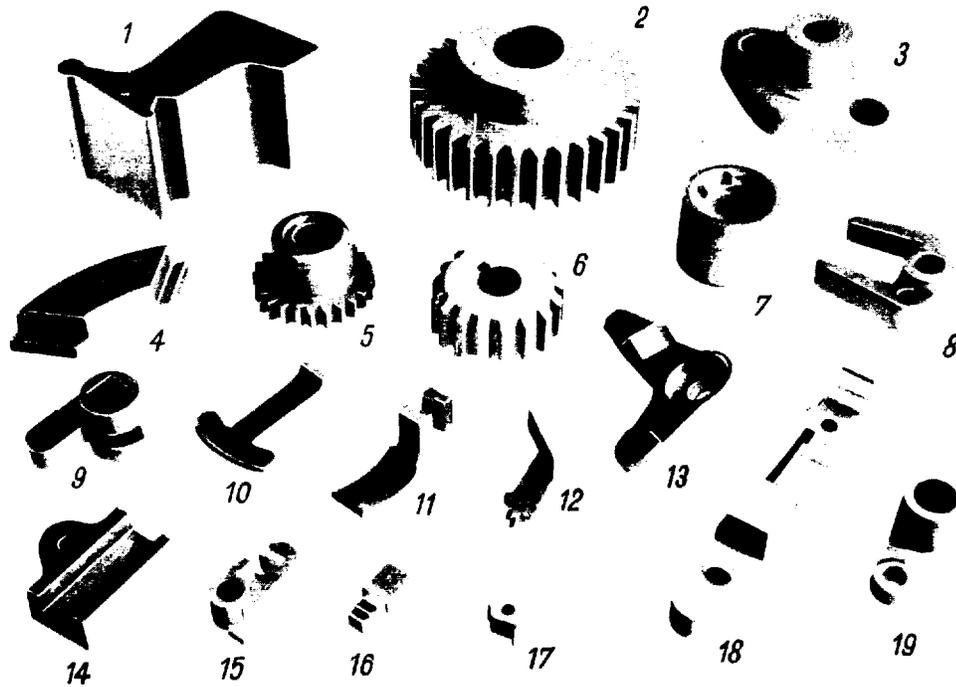


Abb. 4: FERROMET-Sinterformteile
1. Fliehgewicht; 2. Zahnrad; 3. Stoßbüchsenbrille; 4. Magnetschlußstück; 5. Zahnrad; 6. Kuppelungsnahe; 7. Stoßdämpferkolben; 8. Schlaggabel; 9. Schloßnuß; 10. Typenanschlag; 11. Nähmaschinenfüßchen; 12. Randbegrenzer; 13. Winkelhebel; 14. Stichstellersupport; 15. Arretierhebel; 16. Randbegrenzer; 17. Abzughebel; 18. Züngelplatte; 19. Klemmhülse.



Abb. 5: FERROMET-Sinterformteile
1. Sinterstahlgewicht; 2. Sinterfußgelenk; 3. Sinterstahlgewicht; 4. Sinterbüchsenbrille; 5. Zahnrad; 6. Stoßdämpferkolben; 7. Stoßgabel; 8. Triebexzenter; 9. Schlüssel.

FERROMET - SINTERTEILE

Gründe für die Anwendung von FERROMET-Sinterformteilen

Wenn die Eisenpulvermetallurgie sich trotz der hochentwickelten Arbeitsverfahren der eisenerzeugenden und eisenverarbeitenden Industrie durchgesetzt hat, so ist dies darauf zurückzuführen, daß das Sinterverfahren gegenüber den bisherigen Verfahren **fertigungstechnische und wirtschaftliche Vorteile bietet** und die Herstellung **poröser bzw. metallgetränkter Werkstoffe auf Eisen- und Stahlbasis** zuläßt, welche auf dem Schmelzwege nicht herstellbar sind.

Die pulvermetallurgische Herstellungsweise von FERROMET-Sinterformteilen ist ein typisches **Massenfertigungsverfahren**. Die Wirtschaftlichkeit wird, wie bei jedem derartigen Verfahren, erst dann gewährleistet, wenn eine entsprechend hohe Stückzahl erzeugt wird. **Die verhältnismäßig hohen Werkzeugkosten machen je nach Beschaffenheit des Sinter-teiles Serien von 25.000 Stück und mehr erforderlich.**

Folgende Tatsachen sprechen zugunsten der pulvermetallurgischen Fertigungsweise:

1. Der **Rohstoffaufwand** für FERROMET-Sinterformteile entspricht **praktisch dem Fertiggewicht**, während er bei den bisher üblichen Herstellungsverfahren nicht selten ein Vielfaches des Fertiggewichtes beträgt.
2. Die **hohe Maßgenauigkeit** der FERROMET-Sinterformteile macht eine **Nachbearbeitung** in den meisten Fällen **unnötig** oder setzt den Grad der Nachbearbeitung bedeutend herab.
3. Durch die Verwendung von FERROMET-Sinterformteilen wird der **Maschinenpark** eines für die spanabhebende Bearbeitung eingerichteten Betriebes wesentlich **entlastet**. Bei Aufnahme neuer Fabrikationen kann die weitgehende Verwendung von FERROMET-Sinterformteilen die **Anschaffung zahlreicher hochwertiger Bearbeitungsmaschinen überflüssig** machen.
4. **In der konstruktiven Gestaltung der FERROMET-Sinterformteile gelten wesentlich andere Grundsätze als in der Guß- und Bearbeitungstechnik.** Die Tatsache, daß ein Preßwerkzeug Zehntausende von Formkörpern herzustellen gestattet, läßt es zu, schwierige Formkörper ebenso leicht herzustellen wie einfache. Beispielsweise sind Zylinder mit kreisförmigem Querschnitt ebenso zu pressen wie Zylinder mit elliptischem Querschnitt, Vierkantlöcher bzw. Langlöcher ebenso einfach wie Rundlöcher verwirklichtbar. **Es ist notwendig, sich von der üblichen Formgestaltung frei zu machen und den Gesetzmäßigkeiten der Preß- und Sintertechnik entsprechend die Formteile auszubilden.**
5. Es besteht ferner die **Möglichkeit, sich weitgehend auch solcher Werkstoffe zu bedienen, welche einer spanlosen Verformung nicht zugänglich sind** und deshalb bisher nur in beschränktem Ausmaß verwendet wurden.
6. **Poröse FERROMET-Sinterwerkstoffe** lassen sich mit Mineralölen und flüssigen oder festen Paraffinwachsen tränken, wodurch sie **hervorragende Gleiteigenschaften** erhalten und in erster Linie als **selbtschmierende Lager** Verwendung finden können.

Anwendung

Konstruktive
Gestaltung

Technische
legische Daten

Nach-
bearbeitung

Anwendungs-
gebiete

Lager

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

7. **Poröse FERROMET -Sinterwerkstoffe** kann man mit **niedriger schmelzenden Metallen tränken**, wobei man zu **neuartigen Sonderwerkstoffen** mit noch unausgeschöpften Einsatzmöglichkeiten gelangt (siehe kupfergetränkte Werkstoffe in Tabelle 1).

Gegenüber einigen üblichen Massenherstellungsverfahren bietet das Sinterverfahren folgende Vorteile:

Gegenüber Formguß:

Größere Maßgenauigkeit, daher **keine** oder nur geringe Nacharbeit bei Präzisionsteilen, **feinkörnigeres Gefüge**, daher **leichtere Bearbeitbarkeit** und **geringere Fertigungszeiten**. **Entfall von Gießtrichtern, Angüssen und Steigern, Vermeidung von Lunkern, Seigerungen und Gaseinschlüssen**, daher **größtmögliche Materialausbeute**.

Beispiele:

Stopfbüchsenbrille (Teil 3, Abb. 4), Magnetschlußstück (Teil 4, Abb. 4), Schloßnuß (Teil 9, Abb. 4), Schloßfallen (Teil 1 und 3, Abb. 5, Teil 2, Abb. 7), Schloßnüsse (Teil 4, Abb. 5, Teil 4, Abb. 6), Sternschnapper (Teil 6, Abb. 5), Triebexzenter (Teil 8, Abb. 5), Schlüssel (Teil 9, Abb. 5).

Gegenüber spanabhebender Bearbeitung:

Die Teile können in **Fertigform** oder dieser weitgehendst angenähert hergestellt werden. Im letzteren Falle ist nur eine geringe spanabhebende Nachbearbeitung erforderlich, daher **beträchtlich herabgesetzte Fertigungszeiten**.

Beispiele:

Fliehkörper (Teil 1, Abb. 4), Zahnräder (Teil 2 und 5, Abb. 4, Teil 4, Abb. 7), Kupplungsnahe (Teil 6, Abb. 4), Stoßdämpferkolben (Teil 7, Abb. 4), Schlaggabel (Teil 8, Abb. 4), Nähmaschinenfußchen (Teil 11, Abb. 4), Winkelhebel (Teil 13, Abb. 4), Stichsteller (Teil 14, Abb. 4), Abzughebel (Teil 17, Abb. 4), Zügelplatte (Teil 18, Abb. 4), Klemmhülse (Teil 19, Abb. 4), Schließnasen (Teil 2, Abb. 5), Kettenantriebsrad (Teil 2, Abb. 6), Exzenterstange (Teil 3, Abb. 6), Walzenführungsring (Teil 6, Abb. 6), Zangenvorderteil (Teil 1, Abb. 7), Mitnehmerbüchse (Teil 3, Abb. 7), Schubarm (Teil 5, Abb. 7), Spannbacke (Teil 7, Abb. 7), Rollenlagerkäfige (Abb. 8).

Gegenüber der Blechprägetechnik:

Entfall von Stanzabfällen, daher **größere Materialausbeute**. **Fertigung in einem Arbeitsgang**, **Entfall von Zwischenglühungen**. **Möglichkeit der Fertigung von Teilen mit verschiedenen Wandstärken in einem Stück**.

Beispiele:

Schreibmaschinenteile (Teil 10, 12, 15 und 16, Abb. 4, Teil 6, Abb. 7), Zunge (Teil 5, Abb. 5), Stern (Teil 7, Abb. 5)

Gegenüber von Verbundkonstruktionen, hergestellt aus Einzelteilen durch Löten, Schweißen, Nieten usw.:

Derartige Teile können nach dem Sinterverfahren oft aus **einem Stück** hergestellt werden, wodurch meist **mehrere Arbeitsgänge eingespart** werden können.

Beispiele:

Dauermagnete mit Weicheisenpoischenen, Zahnräder mit versetzten Zähnen.

FERROMET - SINTERTEILE

Richtlinien für die konstruktive Gestaltung von FERROMET -Sinterformteilen

Bei einer Prüfung der Vielzahl von Formteilen, die in der Technik angewendet werden, auf ihre Eignung zur Formgebung durch Pressen aus Metallpulvern ist ebenso wie bei Neuentwürfen zu beachten,

daß die Formgebung durch Eindringen von Ober- und Unterstempeln in eine Matrize erfolgen muß,

daß die Metallpulver nur sehr geringe Fließeigenschaften besitzen und daher nur in Preßrichtung verdichtet werden, und

daß beim Pressen sehr hohe spezifische Drücke notwendig sind.

Diese Tatsachen erfordern die Einhaltung nachstehender Richtlinien:

1. Jeder FERROMET -Sinterformteil muß sich aus einzelnen, preßtechnisch herstellbaren Grundkörpern — vornehmlich geraden prismatischen und zylindrischen Körpern — aufbauen.

Abb. 6 zeigt beispielsweise von oben links als einfachste Form eine poröse, ölgetränkte Lagerbüchse aus FERROMET 0 C (Sintereisen).

Das Kettenantriebsrad aus FERROMET E leg. (legierter Sinterersatzstahl) besteht im wesentlichen aus der Nabe und dem die Zähne tragenden Kranz. Der Übergang zwischen beiden Grundkörpern erfolgt in einer starken Abrundung.

Die Keilnut wird mitgepreßt, die Bohrung ist konisch, die Nabenkanten sind unter flachen Winkeln gebrochen.

Die Exzenterstange aus FERROMET 0,9 C (unlegierter Sinterstahl) setzt sich im wesentlichen aus dem Vollzylinder, dem Hohlzylinder und der diese beiden Grundkörper verbindenden Strebe mit rechteckigem Querschnitt mit abgeschrägten Kanten zusammen. Der Vollzylinder wird nachträglich gebohrt, da

Konstruktive
Gestaltung

Technische
legierte Daten

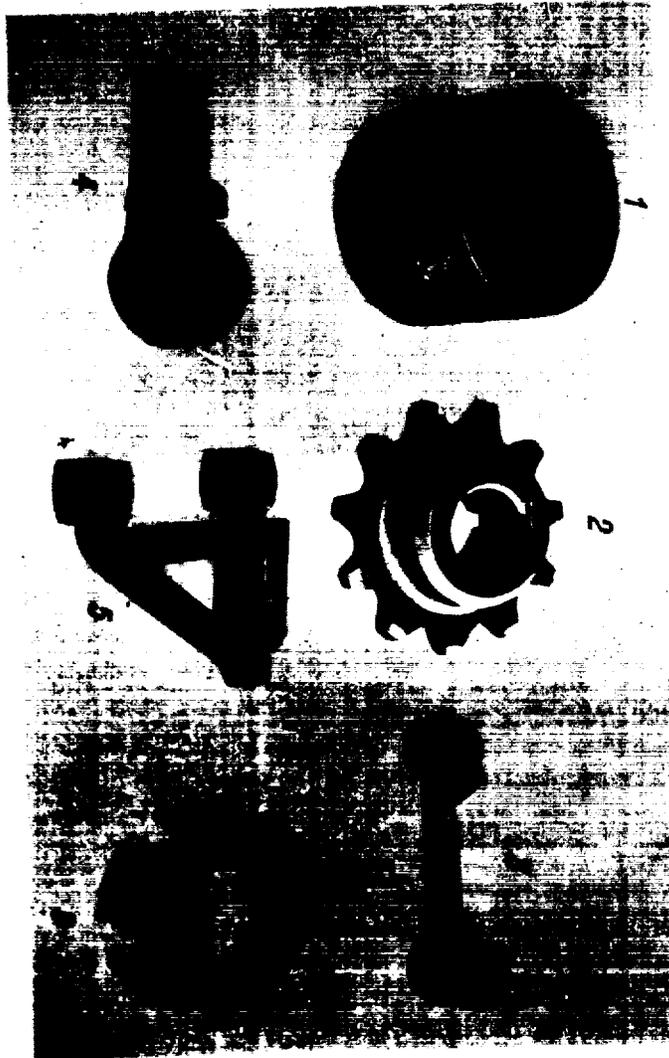
Nach-
herstellung

Anwendungs-
gebiete

Legier

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

Abb. 6: FERROMET-Sinterformteile
1: FERROMET-Logerbüchse; 2: Kettenantriebsrad; 3: Exzenterstange; 4: Schloßhub; 5: Transporteurbügel; 6: Walzenführungsring.



FERROMET - SINTERTEILE

die Toleranz des Lochabstandes sehr eng ist und vor allem absolute Parallelität beider Lochachsen gefordert wird.

Die **Schloßnuß** aus **FERROMET 0,5 C** (unlegierter Sinterstahl) besteht im wesentlichen aus einem **Zylinder mit Vierkantloch** und aus dem den Ansatz tragenden **Hebel**. Hervorzuheben sind die auf pulvermetallurgischem Wege erreichbare tadellose prismatische Ausbildung des Vierkantloches und die rein zylindrische Ausbildung der Federhalterung. Gußtechnisch lassen sich Vierkantloch und Federhalterung nur konisch fertigen. Erhebliche Nacharbeit ist die Folge.

Der **Transportbügel** aus **FERROMET 0,9 C** (unlegierter Sinterstahl) setzt sich aus dem **Dreiecksrahmen** mit dem seitlichen plattenförmigen Ansatz und **den beiden Lagerkörpern** zusammen, welche zeigen, wie Rundkörper pulvermetallurgisch am zweckmäßigsten ausgebildet werden, wenn sie senkrecht zur Lochachse gepreßt werden müssen. Der nicht preßbare Rundkörper ist ersetzt durch einen prismatischen Körper mit flachen Seitenflächen und gewölbter Grund- und Deckfläche.

Der **Walzenführungsring** aus **FERROMET E leg.** (legierter Sinterstahl) besteht aus einer **kreisförmigen Scheibe mit Loch, 5 Stegen** und **2 Schrägnocken**. Dieser Teil zeigt außerordentlich gut die beachtlichen Formgebungsmöglichkeiten der Pulvermetallurgie.

2. Die in eine Ebene senkrecht zur Preßrichtung projizierte Oberfläche des Sinterformstückes, d. h. die **Preßfläche, soll 50 cm² nicht übersteigen**. Dieser Wert ist bestimmt durch die Größen der derzeit der Metallwerk Plansee G. m. b. H. zur Verfügung stehenden Pressen.
3. Die **FERROMET-Sinterformteile dürfen nicht höher als 60 mm** ausgeführt werden. Diese Höhe läßt noch eine einwandfreie Durchpressung des Formstückes bei Normaltemperatur zu.
4. **Ohne besondere Maßnahmen** läßt sich an Sinterstahlteilen eine **Maßgenauigkeit bis zu $\pm 0,1$ mm** einhalten. **Engere Toleranzen werden durch ein nachträgliches Kalibrieren** der Teile erreicht. Für alle Maße senkrecht zur Preßrichtung können erforderlichenfalls die Isa-Passungen der Gruppe 7 (H7, h7 usw.), für alle Maße in Preßrichtung die Toleranz $\pm 0,05$ mm eingehalten werden.

Bei höheren Maßanforderungen müssen die **FERROMET-Sinterformteile** mechanisch nachgearbeitet werden.

Gehärtete Sinterstahlformteile müssen an den Paßflächen grundsätzlich überschliffen werden.

Technische
logische Daten

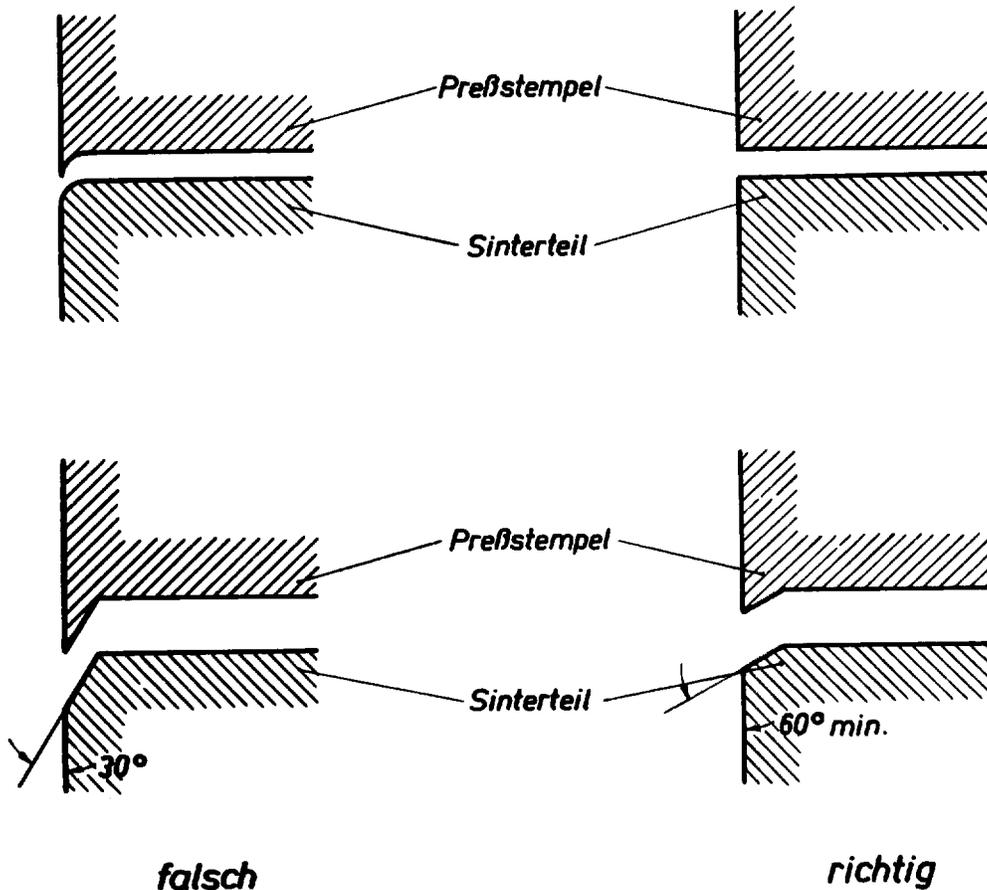
Interessierung

gebildet

Lager

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

5. **Abrundungen an äußeren Kanten sind nicht preßbar. Kantenabschrägungen sollen möglichst unter dem Winkel von 60° , gemessen zur Preßrichtung, ausgeführt werden.**



6. Gerade, zylindrische und prismatische Voll- und Hohlkörper sind mit jeder beliebigen Grundflächenform herstellbar, wenn beachtet wird, daß Vorsprünge und Einschnitte nicht zu knapp bemessen und spitze Winkel vermieden werden. Es sind sonst zu schwache Preßstempel erforderlich, welche den hohen spezifischen Preßdrücken nicht standhalten.

An Hohlkörpern sind alle konstruktiv erforderlichen Lochquerschnitte in gleicher einfacher Weise verwirklichtbar.

Abb. 7 zeigt dazu als Beispiel oben links einen Zangenvorderteil aus FERROMET E leg., trotz seines vielgestaltigen Umrisses ein pulvermetallurgisch einfach herstellbares prismatisches Formstück.

FERROMET - SINTERTEILE

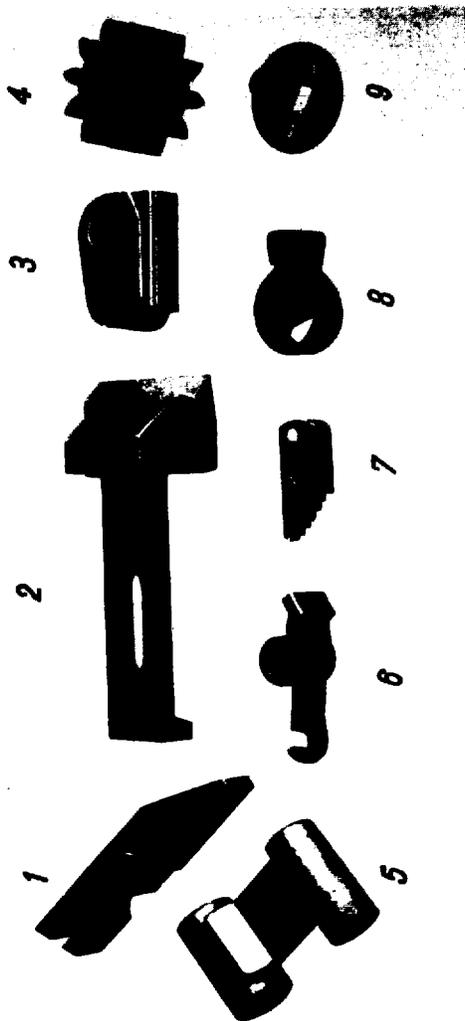


Abb. 7: FERROMET - Sinterformteile
1. Zangenvorderteil; 2. Schloßfalle; 3. Mitnehmerbüchse 4. Ölpumpenrad; 5. Schubarm;
6. Arretierhebel; 7. Spannbacke; 8. Schließnase; 9. Triebexzenter.

Lager Anwendungsgebiete Nachbehandlung Technische Zeichnungen

FERROMET - SINTERTEILE

Die **Schloßfalle** aus FERROMET 0 C kann samt Ausnehmung maßgenauer als durch Gießen hergestellt werden.

Die **Mitnehmerbüchse** aus FERROMET 0,5 C einer elektrisch angetriebenen Nähmaschine zeigt eine weitere leicht verwirklichtbare Form eines Sinterformstückes.

Das **Zahnrad** aus FERROMET 0,5 C einer Ölpumpe muß vor seinem Einbau an den Stirnflächen noch auf Fertigmaß geschliffen werden.

Der **Schubarm** aus FERROMET 0,9 C einer elektrisch angetriebenen Nähmaschine besteht aus einem Vollzylinder, einem Hohlzylinder und einem prismatischen Verbindungsstück. Er wird nachträglich noch spanabhebend bearbeitet.

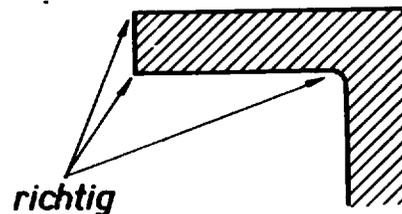
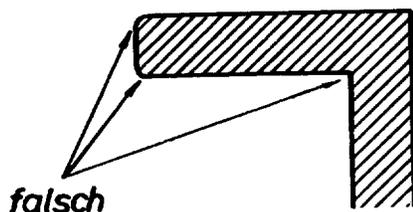
Das **Schreibmaschinenteil** aus FERROMET 0,9 C kann schwer aus Blech in dieser Form geprägt werden.

Der **Mitnehmer** aus FERROMET 0,9 C einer Bleistiftspitzmaschine ist ebenfalls ohne Schwierigkeiten sintertechnisch zu fertigen.

An dem **Schlüsselzahn** aus FERROMET 0 C ist die beliebig ausführbare Form des Loches besonders zu beachten.

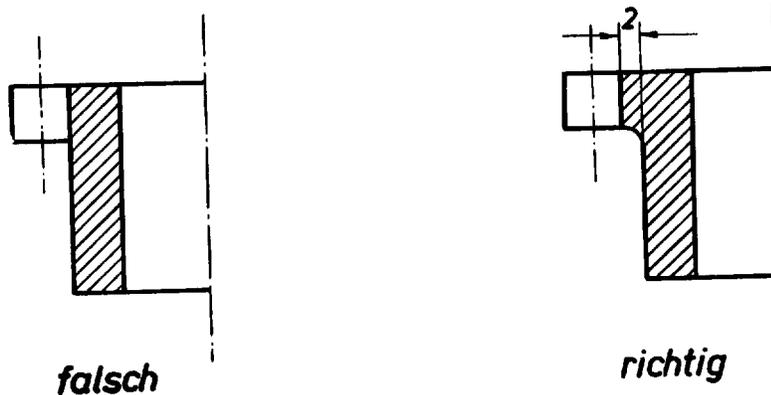
Der **Triebexzenter** aus FERROMET 0 C mit 3 Zapfen und Vierkantloch zeichnet sich werkstoffmäßig durch seine hohe Zähigkeit und ausführungsmäßig durch seine hohe Maßhaltigkeit aus.

- Bohrungen** sollen einen Mindestdurchmesser von **3 mm** haben. Notfalls müssen 2 bis 3 Bohrungen zu einem flächengleichen Langloch zusammengefaßt werden. Die **Wandstärken** sollen möglichst **größer als 2 mm** sein.
- Flanschhöhen und Flanschbreiten** sollen **möglichst 2 mm** betragen, wenn auf eine einwandfreie Ausbildung Wert gelegt werden muß. **Innere Kanten** sind tunlichst **abzurunden**, **äußere Kanten** nach Möglichkeit **rechtwinkelig auszubilden**.



F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

9. Bei Zahnrädern mit Naben muß zwischen Fußkreis und Nabendurchmesser ein **Abstand** von mindestens **2 mm** vorgesehen werden. Das gleiche gilt für kombinierte Zahnräder zwischen dem Fußkreis des größeren und dem Kopfkreis des kleineren.



10. **Hinterschnidungen** senkrecht zur Preßrichtung sind **grundsätzlich nicht preßbar**. Sie müssen durch nachträgliche mechanische Bearbeitung angebracht werden, ebenso Löcher senkrecht zur Preßrichtung.
11. **Schräglflächen** sollen **nicht ohne gerade Phase** zu Flächen, welche senkrecht zur Preßrichtung liegen, verlaufen.



12. Bei schwierigen zusammengesetzten Teilen muß beachtet werden, daß das **Füllen der Preßform von der Ebene der Matrizenoberkante** aus erfolgen muß, von welcher aus sich die Grundformen zunächst aufbauen. Während des Preßvorganges werden die **Grundformen durch die Bewegung der Stempel verdichtet und gleichzeitig in ihre durch die Fertigform bestimmte Lage gebracht**. Wichtig ist, daß die **Grundkörper in einfachster Art nebeneinander angeordnet** werden und die Verschiebung von Pulversäulen ohne die Anordnung von Zwischenstempeln möglich wird.

Techno-
logische Daten

Mech-
behandlung

Anwendungs-
gebiete

Lager

FERROMET-SINTERTEILE

Eine für den Preßvorgang weitgehend geeignete Form haben Stegkäfige von Zylinder-Rollenlagern, von denen einige in Abb. 8 gezeigt werden. Verbindungsring und Steg sind einfache gerade Prismen. Die Zentrierungsansätze werden

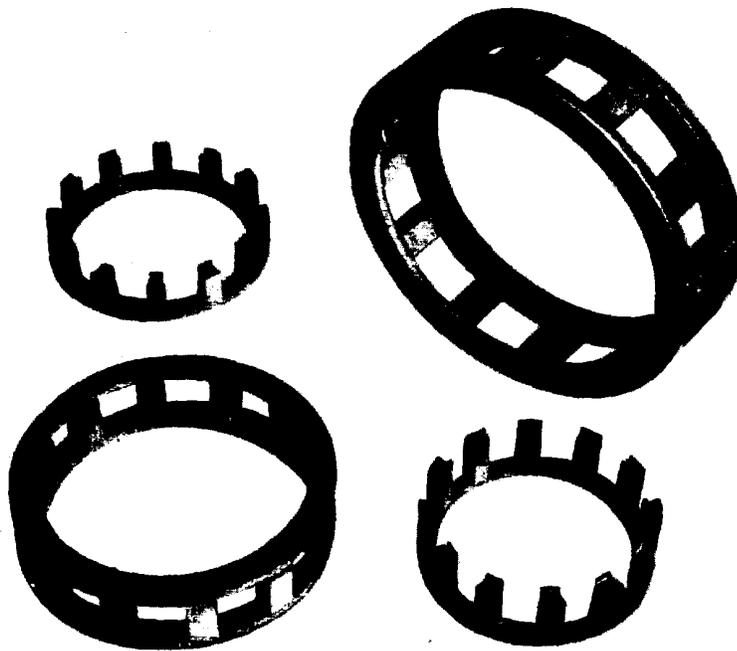


Abb. 8: Gesinterte Rollenlagerkäfige

geprägt. Auf Grund der bisherigen Erfahrungen können Stegkäfige und Deckel bis zu einem äußeren Durchmesser von 160 mm pulvermetallurgisch gefertigt werden.

13. Es muß schließlich noch beachtet werden, daß es durchaus wirtschaftlich sein kann, das Werkstück pulvermetallurgisch in einer angenäherten Form zu fertigen und die endgültige Formgebung durch den einen oder anderen Bearbeitungsvorgang vorzunehmen, falls nicht eine völlig neue Konstruktion den Teil so zu gestalten gestattet, daß er pulvermetallurgisch auf Fertigform hergestellt werden kann.

FERROMET - SINTERTEILE

Technologische Daten der FERROMET-Sinterwerkstoffe

Im Rahmen der Fertigung der Sinterwerkstoffe auf Eisenbasis stellt die **Metallwerk Plansee G. m. b. H.** bisher die nachstehenden Qualitäten her:

FERROMET 0 C	ein kohlenstoffarmes Sinterereisen
FERROMET 0,5 C	einen unlegierten, gesinterten Vergütungsstahl
FERROMET 0,9 C	einen unlegierten, perlitischen Sinterstahl, der auch vergütbar ist
FERROMET E unleg.	einen unlegierten Sinterereinsatzstahl
FERROMET E leg.	einen legierten Sinterereinsatzstahl

Die bis heute erreichten wichtigsten technologischen Daten dieser Werkstoffe sind in der Tabelle 1 zusammengestellt. **Sie sind dichteabhängig.** Mit zunehmender Dichte steigen die Werte für Härte, Zugfestigkeit und Dehnung. Die Aufgaben und Beanspruchungen eines für die pulvermetallurgische Fertigung geeigneten Werkstückes sind maßgebend für die Wahl eines mehr oder weniger dichten FERROMET-Werkstoffes. Die stets vorhandenen gleichmäßig verteilten Poren aller FERROMET-Sinterwerkstoffe lassen eine gewisse Öl- oder Fettaufnahme zu, welche Gleitflächen u. a. beachtliche Notlaufeigenschaften vermittelt und sie widerstandsfähiger gegen mechanische Beanspruchungen macht als spanabhebend bearbeitete Flächen von Formstücken aus erschmolzenen Werkstoffen.

Bei sinngemäßer Anwendung läßt sich mit den genannten Werkstoffen eine ganze Reihe interessanter Bauteile der Technik mit ausreichenden Festigkeitseigenschaften wirtschaftlich fertigen.

Durch Tränken mit Kupfer steigen die Festigkeitswerte der FERROMET-Sinterwerkstoffe beträchtlich. Durch eine Vergütungsbehandlung können auch die Dehnungen derartiger Verbundwerkstoffe ganz erheblich erhöht werden. Eine Verwendung der getränkten Werkstoffe ist vorerst jedoch nur in Ausnahmefällen zu empfehlen, da die betriebliche Durchführung der Tränkung schwierig ist.

Technologische Daten

Mechanische Behandlung

Anwendungsbereiche

Lager

Tabelle 1 Technologische Daten der FERROMET-Sinterwerkstoffe auf Eisenbasis

Werkstoff	Dichte g/cm ³	Porositätsgrad %, ¹⁾	Härte Hv nach der Sinterung kg/mm ²	Zugfestigkeit kg/mm ²	Dehnung %, ²⁾	Schlagfestigkeit ³⁾ mkg/cm ²
FERROMET 0 C Sinterisen mit C < 0,1 % ⁴⁾	6,8 bis 7,0 ⁴⁾	13 bis 11	70 bis 80	20 bis 23	10 bis 15	5 bis 7
	7,2 bis 7,4	8 bis 6	80 bis 90	25 bis 28	25 bis 30	8 bis 10
FERROMET 0,5 C unlegierter Sinterstahl mit etwa 0,5% C	6,5 bis 6,7	17 bis 14	130 bis 150	35 bis 40	4 bis 6	2 bis 4
	7,2 bis 7,4	8 bis 6	160 bis 180	42 bis 47	6 bis 8	3 bis 5
FERROMET 0,9 C unlegierter Sinterstahl mit etwa 0,9% C	6,5 bis 6,7	17 bis 14	170 bis 190	50 bis 55	2 bis 4	1 bis 3
	7,2 bis 7,4	8 bis 6	200 bis 220	60 bis 65	4 bis 6	2 bis 4
FERROMET E unlegiert unlegierter Sinterisatzstahl	7,2 bis 7,4	8 bis 6	110 bis 120	30 bis 33 gemessen im Kern	15 bis 20 gemessen im Kern	6 bis 8
FERROMET E legiert Ni-Mn-legierter Sinterisatzstahl	7,2 bis 7,4	8 bis 6	150 bis 200 ⁵⁾	45 bis 50 gemessen im Kern	8 bis 10 gemessen im Kern	5 bis 7
FERROMET 0 Cu Sinterisen kupfergetränkt ⁶⁾	~ 8	~ 0	190 bis 210	45 bis 50	8 bis 10 ⁷⁾	4 bis 5
FERROMET 0,5 C Cu Sinterstahl mit 0,5% C kupfergetränkt ⁴⁾	~ 8	~ 0	230 bis 260	65 bis 70	5 bis 7 ⁸⁾	3 bis 4
FERROMET 0,9 C Cu Sinterstahl mit 0,9% C kupfergetränkt ⁴⁾	~ 8	~ 0	280 bis 300	75 bis 80	3 bis 5 ⁹⁾	2 bis 3

¹⁾ Bestimmt an Flachstäben von 6x10 mm Querschnitt, ohne Kerbe.

²⁾ Bei selbstsinterenden Legern ist die Dichte in ungetränktem Zustand etwa 5,8 bis 6,0 g/cm³, dementsprechend sind auch die Festigkeiten niedriger.

³⁾ Kann durch Einsatzhärtung bei Abschrecken in Wasser auf Rc 58 bis 61 und beim Abschrecken in Öl auf Rc 50 bis 55 gebracht werden.

⁴⁾ Kupfergehalt etwa 10 bis 15 Vol. %.

⁵⁾ Durch eine Vergütungsbehandlung kann die Dehnung bei etwa gleichbleibenden Zugfestigkeiten auf 15 bis 18 % gesteigert werden.

⁶⁾ Durch eine Vergütungsbehandlung kann die Dehnung auf 10 bis 14 % gesteigert werden.

⁷⁾ Durch eine Vergütungsbehandlung kann die Dehnung auf 8 bis 10 % gesteigert werden.

⁸⁾ Durch eine Vergütungsbehandlung kann die Dehnung auf 8 bis 10 % gesteigert werden.

Nach-
behandlung

Anwendungs-
gebiete

Lager

FERROMET - SINTERTEILE

Nachbehandlung von FERROMET-Sinterformteilen

Spanabhebende Bearbeitung

Grundsätzlich wird man bemüht sein, FERROMET-Sinterformteile so zu gestalten, daß eine spanabhebende Bearbeitung möglichst vermieden wird oder sich auf ein Mindestmaß beschränkt.

In den Fällen jedoch, in denen eine nachträgliche spanabhebende Bearbeitung vorgenommen werden muß — Anbringen von Hinterdrehungen, Bohren von Löchern senkrecht zur Preßrichtung, Schneiden von Gewinden usw. —, muß bei der Auswahl geeigneter Schnellstahl- und Hartmetallwerkzeuge beachtet werden, daß FERROMET-Sinterwerkstoffe meist kurzspanend sind. Da über die Bearbeitung von FERROMET-Werkstoffen noch verhältnismäßig wenig Erfahrungen vorliegen, wird von genauen Angaben der Schnittbedingungen für jeden einzelnen Werkstoff abgesehen.

Bei der spanabhebenden Bearbeitung poröser Formstücke aus FERROMET 0 C mit einer Dichte von etwa 6 g/cm^3 sind ungefähr folgende Bedingungen einzuhalten:

Die mit Hartmetall TITANIT G 1 oder H 1 bestückten Drehmeißel müssen sehr scharf geschliffen sein, am besten mit Diamantmetallscheiben feinst geläpft. Die Messer sollen ungefähr 5% vom Drehdurchmesser über der Mitte eingespannt werden. Der Spanwinkel soll etwa 15° und der Freiwinkel etwa 10° betragen.

Schnittbedingungen

Schruppen:	Schnittgeschwindigkeit	150 bis 200 m/min
	Vorschub	0,3 mm/Umdrehung
	Spantiefe	bis max. 2,5 mm
Schlichten:	Schnittgeschwindigkeit	150 bis 200 m/min
	Vorschub	0,05 bis 0,1 mm/Umdrehung
	Spantiefe	0,1 bis 0,5 mm

Beim **Abstechen von Büchsen** aus FERROMET 0 C muß das Werkzeug sowohl vom Außendurchmesser als auch vom Innendurchmesser her angesetzt werden, um Kantenrisse zu vermeiden.

Beim **Bohren** ist der Vorschub vor Austritt des Bohrers aus dem Material herabzusetzen, um ein Ausbrechen des Materials zu verhindern.

Für das Bohren von Nietlöchern in FERROMET 0 C mit einer Dichte über $7,0 \text{ g/cm}^3$ haben sich Schnellstahlbohrer mit Schnittwinkeln, wie für die Bearbeitung von Aluminium üblich, bewährt.

Die Erfahrung zeigte ferner, daß sich gehärtete Sinterstähle unter den gleichen Bedingungen **schleifen** lassen wie erschmolzene Stähle gleicher Zusammensetzung und Härting.

Oberflächenbehandlung — Rostschutz

FERROMET-Werkstoffe sind wegen ihrer etwas porösen Oberfläche im allgemeinen gegen Korrosion anfälliger als Schmelzwerkstoffe. Im einfachsten Fall schützt man die Teile

Nach-
behandlung

Anwendungs-
gebiete

Lager

FERROMET - SINTERTEILE

gegen Rost durch Tränken mit **Mineralölen** oder **Paraffinwachsen**. Wirksamer sind die üblichen Oberflächenschutzverfahren, wie **Lackieren, Brünieren, Bondern (Phosphatieren), Emaillieren, Metallspritzen, Galvanisieren u. a.**

Die Schutzschichten haften wegen der etwas porösen Oberfläche der Teile außerordentlich fest.

Bei der Behandlung von porösen Teilen mit einer Dichte unter etwa $7,2 \text{ g/cm}^3$ in Lösungen ist zu beachten, daß die Poren die Flüssigkeit hartnäckig zurückhalten, was Anlaß zu Unterrostung geben kann.

In Flüssigkeiten sollen demnach nur Teile mit einer Porosität unter 10% behandelt werden. Dies ist insbesondere bei der Behandlung in galvanischen Bädern zu befolgen. Glatte, gut polierfähige galvanische Schichten erhält man, wenn man die Teile nach sehr sorgfältiger Reinigung zunächst stark vorverkupfert. Bei Teilen aus kupfergetränkten FERROMET-Werkstoffen kann dieser Arbeitsgang entfallen.

Vergütung

Sinterteile aus FERROMET 0,5 C und FERROMET 0,9 C, ungetränkt und kupfergetränkt, können wie kompakte Stahlteile durch Härten und Anlassen vergütet werden.

Die auf die Porosität zurückgehende verhältnismäßig hohe Oxydationsneigung von FERROMET-Sinterstählen erfordert Anwärmen der Teile möglichst unter Schutzgas. Durch Zusatz von etwas Holzkohle zum Härtegut wird die Gefahr einer unzulässigen Entkohlung vermieden. Es empfiehlt sich, in kleinen Chargen zu härten, um ein zu langes Verweilen der Teile im Ofen zu verhindern. Wassergehärtete Teile sind nach dem Härten gut zu trocknen. Die Abschrecktemperaturen für Sinterstähle FERROMET 0,5 C und FERROMET 0,9 C betragen bei:

Wasserhärtung	etwa 820°
Ölhärtung	etwa 880°

Das Anlaßverhalten gehärteter Sinterstähle ist normal. Mit steigender Dichte nimmt die Anlaßbeständigkeit zu. Im übrigen ist sie ebenso wie beim erschmolzenen Werkstoff von Legierungsbestandteilen abhängig.

Kupfergetränkte FERROMET-Sinterwerkstoffe sind **ausscheidungsvergütbar**. Durch Abschrecken und Anlassen kann die Festigkeit, insbesondere aber die Dehnung, im Vergleich zum Ausgangswerkstoff beträchtlich gesteigert werden.

Teile aus FERROMET 0 C und FERROMET E, legiert und unlegiert, lassen sich einwandfrei **einsatzhärten**. Infolge der vorhandenen Porosität findet beim Einsetzen eine viel raschere und durchgreifendere Aufnahme von Kohlenstoff statt als beim Schmelzwerkstoff. Die Härtungsschicht verläuft auch gegen das Innere allmählicher als bei Teilen aus geschmolzenen Einsatzstählen.

Als Einsatzmittel sind die üblichen Einsatzpulver verwendbar. Für das Einsatzhärten im Salzbad eignen sich am besten Sinterformteile mit Dichten über $7,2 \text{ g/cm}^3$.

Da die Einsatzzeiten von der Dichte der Teile abhängen, müssen sie jeweils durch Erprobung bestimmt werden.

FERROMET - SINTERTEILE

Dichte FERROMET-Sinterformteile (über 7,2 g/cm³) lassen sich auch ohne Schwierigkeiten **nitrieren**. Zu beachten ist, daß der Nitrierungsvorgang zeitlich außerordentlich rasch verläuft. Um eine Versprödung infolge durchgehenden Nitrierens zu vermeiden, müssen entsprechend kurze Einsatzzeiten gewählt werden.

Löten und Schweißen

FERROMET-Sintereisen- und FERROMET-Sinterstahlteile lassen sich **wechlöten**, **hartlöten** und **schweißen**. Bei der Lötung ist zu beachten, daß ein Teil des Lotes von dem porösen Teil aufgesaugt wird. Besonders leicht lassen sich kupfergetränkte FERROMET-Teile löten. Diese kann man auch ohne Verwendung von Lot durch sogenannte „Selbstlötung“ zusammensetzen.

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E

Anwendungsgebiete von FERROMET-Sinterformteilen

Baubeschläge-Industrie:

Schloßteile, wie Fallen, Nüsse, Zungen, Exzentertriebe, Sternschnapper, Schlüsselzähne, Teile für Türschließer, wie Kolben usw.

Haushaltsmaschinen-Industrie:

Lochscheiben, Fleischmaschinenmesser, Zahnräder, Lagerbüchsen, Topf- und Deckelgriffe usw.

Armaturen-Industrie:

Stopfbüchsenbrillen, Staufferfettbüchsen, Anlüfthebel, Reglerklappen, Ventilsitzringe usw.

Auto-, Motorrad- und Fahrradhilfsmotoren-Industrie:

Lagerbüchsen, Schaltgabelschuhe, Fliehgewichte, Ölpumpenzahnräder, Schaltscheiben, Kupplungsnaben, Kettenantriebsräder, Magnetschlußstücke, Stoßdämpferkolben usw.

Landwirtschaftsmaschinen-Industrie:

Schwinglagerbüchsen, Zahnräder, Gestängeteile, Überwurfmutter usw.

Nähmaschinen- und Büromaschinen-Industrie:

Nähmaschinenfüßchen, Exzenter, Hebelstangen, Gleitstücke, Schlaggabeln, Zahnräder, Lagerbüchsen usw.

Wälzlager-Industrie:

Massivkäfige für Zylinderrollenlager usw.

Fahrrad-Industrie:

Walzenführungsringe für Freilaufnaben, Lagerbüchsen für Fahrraddynamos usw.

Jagdaffen-Industrie:

Abzuggabeln, Abzughebel, Zubringerplatten, Zügelplatten, Patronenhalter, Zubringerlager usw.

Kleinmaschinen-Industrie:

Poröse, ölgetränkte Lager, Formteile aller Art.

Anwendungs-
gebiete

Lager

FERROMET - S I N T E R T E I L E

FERROMET - Lager

FERROMET-Lager bestehen aus **porösem, ölgetränktem** Sintereisen. Dank ihres charakteristischen Aufbaues haben sie Lagereigenschaften, welche die große Gruppe der auf dem Schmelzwege erzeugten massiven Lager nicht besitzen.

FERROMET-Lager sind **selbstschmierend** und daher **wartungsfrei**. Das von den Poren der Büchse kapillar zurückgehaltene Öl wird bei Bewegung der Wellen, infolge der Erwärmung des Lagers, sparsam abgegeben und bei Stillstand wieder aufgesaugt.

FERROMET-Lager haben **hervorragende Notlaufeigenschaften**, was auf die Vielzahl von Ölzufuhren zur Lagerstelle zurückzuführen ist. Die Fläche, welche durch eine Pore mit Schmiermittel zu versorgen ist, ist sehr klein. Dadurch wird vermieden, daß sich Inseln bilden, in deren Bereich nahezu trockene Reibung vorliegt. Das aus einer Pore austretende Öl wird also unmittelbar nach dem Beginn der Bewegung einen zusammenhängenden Ölfilm bis zur nächsten Pore bilden. Es kommt dadurch schon bei **kleinsten Gleitgeschwindigkeiten** und auch bei verhältnismäßig **hohen Lagerdrücken** eine hydromechanische Schwimmwirkung zustande. Die guten Notlaufeigenschaften und die sparsame Abgabe von Öl wirken sich bei intermittierender Bewegung der Welle und bei vertikaler oder geneigter Anordnung der Lagerstellen besonders wertvoll aus. Bei höheren Wellengeschwindigkeiten und Lagerdrücken genügt der Ölverrat der Lagerbüchse meist nicht mehr. Eine Zusatzschmierung, z. B. in Form einer Dochtschmierung oder durch Anbringen eines Ölumpfes, erweitert den Anwendungsbereich poröser FERROMET-Lager.

FERROMET-Lager sind außerordentlich sauber im Betrieb, weil durch das Zurückhalten des Schmiermittels in den Kapillaren die Bildung von Öltropfen erschwert wird.

Technische Daten

Dichte	5,8 bis 6,0 g/cm ³
Porenraum	etwa 25%, davon $\frac{3}{4}$ ölgetränkt
Brinellhärte	20 bis 40 kg/mm ²
Zugfestigkeit	6 bis 11 kg/mm ²
Dehnung	2 bis 5%
Druckfestigkeit	3000 kg/cm ²
Kerbzähigkeit	0,3 mkg/cm ²
Wärmeleitvermögen	0,10 cal/cm. °C. sec

FERROMET - S I N T E R T E I L E

Als Richtlinien für die zulässigen Betriebsdaten mögen dienen:

- höchstzulässige Gleitgeschwindigkeit 4 m/sec
- höchstzulässige Lagerbelastung:
 - bei einmaliger Schmierung 10 bis 12 kg/cm²
 - bei Dochtschmierung 20 bis 25 kg/cm²
 - bei Umlaufschmierung 80 bis 100 kg/cm²

Die unteren Werte gelten für weiche Wellen (St 60.11, gewalzt, nicht vergütet), die oberen Werte für harte Wellen, einsatzgehärteter Stahl, Oberflächenhärte R_C 62 bis 65.

Bei anderen Bedingungen bitten wir, unsere Beratung anzufordern.

Lagerspiel

Bei der Verwendung von FERROMET-Lagerbüchsen können engere Toleranzen eingehalten werden als bei kompakten Lagerbüchsen. Ein gutes Funktionieren des FERROMET-Lagers ist nur bei genauer Einhaltung des in Abb. 9 angegebenen Lagerspiels gewähr-

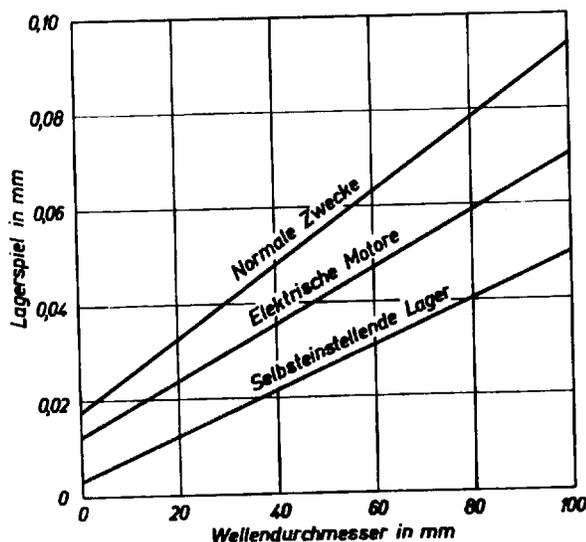


Abb. 9: Empfohlenes Lagerspiel für FERROMET -Lager.

leistet. Das Diagramm zeigt das empfohlene Lagerspiel für normale Zwecke, Elektromotoren und selbsteinstellende Lager. Voraussetzung für dieses Lagerspiel sind geschliffene Wellenoberflächen.

FERROMET - SINTERTEILE

Montage

Die Montage der FERROMET-Lagerbüchsen geschieht am günstigsten mittels Dornpresse, kann jedoch bei sorgfältigster Arbeit auch ohne diese erfolgen.

Wichtig ist, daß die Büchsen beim Einbau nicht durch Schläge verformt werden.

Montage ohne Dornpresse

In diesem Falle ist es von großer Wichtigkeit, daß die Aufträge die Abmessungen für Bohrung und Welle enthalten, denn nur dann kann die Abnahme des Durchmessers für jeden besonderen Fall entsprechend der Wandstärke der Büchse geschätzt und ein entsprechend vergrößerter Durchmesser für das erforderliche Lagerspiel nach dem Einpressen gewährleistet werden.

Montage mit Dornpresse

Diese Methode ist bei Serienfertigung infolge ihrer Wirtschaftlichkeit besonders zu empfehlen. Außerdem kann man dadurch der Bohrung ihre endgültige Dimensionierung geben. Der Zapfen des Preßdornes, auf dem die Büchse aufgezogen wird, soll aus vergütetem Stahl, geschliffen und wenn möglich geläppt sein. Er soll auf einem Durchmesser, der wenige μ über der unteren Toleranzgrenze liegt, die für den inneren Durchmesser nach dem Einpressen gewünscht wird, geschliffen werden. Die Länge des Zapfens sollte jene der Büchse um ungefähr $1\frac{1}{2}$ mm übersteigen. Der Preßdorn, gegen den sich die Büchse abstützt, sollte in seinem Außendurchmesser um ungefähr $1\frac{1}{2}$ mm größer als die Büchse sein. Für Massenfertigung wird die Verwendung von Hartmetall-Zentrierzapfen empfohlen. Der Zentrierzapfen muß absolut sauber gehalten werden, damit die Lagersoberfläche nicht durch etwa anhaftende Metallteilchen verletzt wird.

Öltränkung

Normalerweise werden die FERROMET-Lagerbüchsen mit harz- und säurefreien Maschinenölen getränkt. Besondere Wünsche in dieser Hinsicht müssen bei der Bestellung angegeben werden.

Die Tränkung der Büchsen wird bei der Temperatur von 90 bis 120° möglichst im Vakuum vorgenommen. Die Lager nehmen etwa 20 bis 30% ihres Volumens an Schmieröl auf, was ungefähr 1,8 bis 3,5 Gew.% Öl entspricht.

Umgießen von FERROMET-Lagerbüchsen

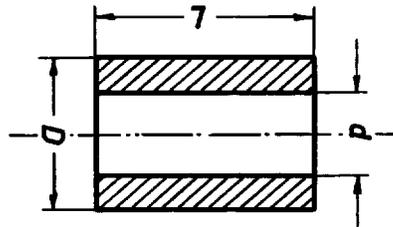
FERROMET-Lagerbüchsen lassen sich leicht mit Kunststoffen, Metallen und Gummi umgießen. In diesem Falle werden die Büchsen zunächst nicht mit Öl getränkt. Das Öl würde die Verbindung zwischen flüssigem Metall und Lager verhindern und unter dem Temperatureinfluß leiden.

Die zu umgießenden Lagerbüchsen sollen um 0,05 bis 0,5 mm länger als der Zwischenraum zwischen den Formhälften sein. Durch diese Maßnahme wird verhindert, daß das Gußmaterial die Lagersoberfläche berührt. Nach dem Umgießen wird erwärmtes Öl entweder mit der Ölkanne oder durch Eintauchen des Teiles eingebracht. Die FERROMET-Lagerbüchse saugt das Öl rasch auf.

FERROMET - S I N T E R T E I L E

Lieferform:

Wir liefern FERROMET-Lagerbüchsen ab Lager oder in kurzen Lieferzeiten in Abmessungen gemäß nachstehender Tabelle:



Maße in mm

d	D						L ¹⁾
4	10						18
5	11						
6		13					
7		14					20
8		15					
9		16					
10			18				24
11			19				
12			20				
13			21				
14			22				
15			23				
16				25			27
17				26			
18				27			
20					30		30
25					35		
30					40		
35					45		
40						55	
40						60	60

1) Derzeit größte herstellbare Länge

Auf Wunsch liefern wir auch FERROMET-Lagerbüchsen in anderen Abmessungen und in Sonderformen.

FERROMET - SINTERTEILE

Literatur

Wer sich eingehender über den Werkstoff Sinter Eisen und Sinterstahl unterrichten will, dem sei nachstehendes Buch empfohlen:

R. Kieffer und W. Hotop:

„Sinter Eisen und Sinterstahl“, 556 Seiten, 264 Abbildungen, Springer-Verlag, Wien, 1948.

Wen allgemeine pulvermetallurgische Fragen interessieren, dem sei empfohlen:

„Einführung in die Pulvermetallurgie“

Sammlung von Vorträgen, gehalten im Pulvermetallurgischen Kolloquium, veranstaltet vom Außeninstitut der Technischen Hochschule Graz. Herausgeber: **Ob.-Ing. K. Wanke**, 198 Seiten, 133 Abbildungen. Verlag Außeninstitut der Technischen Hochschule Graz, 1949.

R. Kieffer und W. Hotop:

„Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe“, 412 Seiten, 244 Abbildungen. Zweite verbesserte Auflage. Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1948.

P. Schwarzkopf:

„Powder Metallurgy“, 379 Seiten, 164 Abbildungen. Macmillan Comp., New York, 1947.

Beziehbar durch den Buchhandel oder durch **Metallwerk Plansee G. m. b. H., Reutte/Tirol.**

F E R R O M E T - S I N T E R T E I L E**Übersicht über die Vertretungen
der Metallwerk Plansee G. m. b. H. im In- und Ausland**

Ägypten:	Curto Oelsner, P. O. Box 1921, Alexandria
Benelux:	Société Belge pour la Métallurgie des Poudres S. A. Sintermet, 11 a, Place de l'Industrie, Bruxelles, Belgien
Dänemark:	Sintermet, Laan van Poot 308, Den Haag, Holland E. Bruun Andersen, Handel & Industri, Lygten 5, Kopenhagen NV, für Hartmetalle, Sinterisen und Sinterstahl Otto Ahrens A/S, Skyttegade 7 (Büro), Kopenhagen N, für alle übrige Produkte
Deutschland:	Georg Claus und Dipl.-Ing. K. Meier, Stuttgart-O, Hausmannstr. 56.
England:	Cutanit Ltd., 42 Pall Mall, London S. W. 1
Finnland:	The East-West Company Ltd., (Oy. Itä-Länsi Ab.), Yrjönkatu 7, Hel- sinki
Frankreich:	Etablissements Charles Balloffet, 10, Rue Pergolèse, Paris XVIe
Italien:	S. A. Marathon, Piazza della Repubblica 9, Milano, für Hartmetalle Sintermetal S. a r. l. Corso Bolzano 14, Torino, für alle übrigen Pro- dukte
Norwegen:	Carl A. Haakensens Eftf., Postbox 74, Oslo
Österreich:	Metallwerk Plansee G. m. b. H., Verkaufsstelle Wien, Wien, I., Wipplingerstraße Nr. 25
Portugal:	Companhia Hanseática, L. ^{da} , Rua do Ouro, 191-3 ^o . e 5 ^o ., Apar- tado 676, Lissabon
Schweden:	Bergman & Beving AB., Birger Jarlgatan 9, Stockholm 7
Schweiz:	Marathon Edelmetall A. G., Klausstraße 19, Zürich 8, für Hartmetall Vollweiler & Co., Zürich 44, Postfach, für alle übrigen Produkte
Spanien:	Federico Foerster, Consejo de Ciento, 335, Barcelona (7)
Südamerika:	Casa Denk, Aceros Boehler, Belgrano 510, Buenos Aires (Argen- tinien) G. Reisky, Rua Ouvidor, 169, Rio de Janeiro, Brasilien
Tschechoslowakei:	Arnošt Černík, Hradební 1, Praha I
Ungarn:	A. Veit & Co., Wesselényi-utca 32, Budapest VII
USA.:	American Electro Metal Corporation, 320 Yonkers Avenue, Yon- kers 2, N.Y.



A U F S C H W E I S S H A R T L E G I E R U N G E N



U nsere Aufschweißhartlegierungen dienen zur Panzerung von Stahl- und Eisenteilen aller Art, die hohem Verschleiß unterliegen. Sie werden in Form von Schweißstäben für autogene und elektrische Schweißung und als Hartmetall-Bohrstücke geliefert. Wir erzeugen mehrere, den verschiedenen Verwendungszwecken angepaßte Sorten von Aufschweißhartlegierungen.

METALLWERK PLANSEE
GESELLSCHAFT M.B.H.
REUTE, TIROL

AUF SCHWEISSHARTLEGIERUNGEN



DURAZIT-Aufschweißhartlegierungen

Die **DURAZIT**-Aufschweißhartlegierungen sind Kobalt-Chrom-Wolfram-Legierungen vom Stelittypus. Sie sind für verschleißfeste Auftragsschweißungen, an welche besonders hohe mechanische und chemische Ansprüche gestellt werden, vorgesehen.

Die **DURAZIT**-Aufschweißhartlegierungen für verschiedene Anwendungsgebiete werden in folgenden Sorten geliefert:

DURAZIT-Sorte		Kennfarbe	Rockwell-härte RC	Anwendungsgebiet und Eigenschaften
Gasschmelzschweißung nackt	Lichtbogen-schweißung ummantelt			
DURAZIT I	DURAZIT I EL	rot	56 bis 58	Eisenfreie Co-Cr-W-Legierung von höchster Härte, bedeutender Warm- und Zunderfestigkeit sowie gutem chemischem Widerstand gegenüber Säuren und Gasen. DURAZIT I bzw. I EL ist geeignet für Aufschweißungen auf spanabhebende Werkzeuge, Warmabgratschnitte, Verschleißteile der chemischen Industrie, z. B. Förderschnecken, Rührarme u. a. Die Auftragungen sind nur durch Schleifen bearbeitbar. Sie lassen sich auf Hochglanz polieren.
DURAZIT II	DURAZIT II EL	weiß	43 bis 46	Zähe Co-Cr-W-Hartlegierung höchster chemischer Beständigkeit, besonders geeignet für das Aufschweißen von Hochleistungsventilkegeln und -sitzen von Verbrennungsmotoren, Dichtungsflächen in Säurearmaturen u. a. Die Auftragungen sind spanabhebend bearbeitbar.
DURAZIT III	DURAZIT III EL	weiß-gelb	45 bis 47	Zähe eisenhaltige Co-Cr-W-Hartlegierung für die gleichen Verwendungszwecke, wie bei DURAZIT II bzw. II EL angegeben, jedoch mit etwas geringerer Zunderbeständigkeit, Warmfestigkeit und chemischer Widerstandsfähigkeit. Die Auftragungen sind spanabhebend bearbeitbar. Die Legierung ist wesentlich billiger als DURAZIT I und I EL bzw. II und II EL.

DURAZIT-Aufschweißhartlegierungen werden in gegossenen Stäben von

4 mm Ø

5 mm Ø

6 mm Ø

8 mm Ø

und in Stablängen von 300 bis 400 mm, blank überschleifen zur Gasschmelzschweißung oder ummantelt für elektrische Schweißung, geliefert.



AUFSCWEISSHARTLEGIERUNGEN

Schweißanleitung

Im allgemeinen ist der **Gasschmelzschweißung** der Vorzug zu geben. Das Schweißgut läßt sich auch in mehreren Lagen vollkommen porenfrei auftragen. Als Grundkörper können unlegierte Stähle (in der Regel St 70), Stahlguß, ja sogar Grauguß dienen. Die Werkstücke müssen vor dem Schweißen auf ungefähr 600° bis 700° C vorgewärmt werden. Man schweißt mit reichlichem (1½- bis 2fachem) Gasüberschuß und milder Flamme und etwas kleinerem Brenner als normal. Nach dem Schweißen sind die Stücke bei 780° bis 820° C zu glühen und im Ofen langsam abzukühlen.

Bei der **elektrischen Lichtbogenschweißung** erfolgt die Verschweißung mit **Gleichstrom** am **Plus-Pol**. Wegen der stärkeren Vermischung des Schweißgutes mit dem Grundwerkstoff in der ersten Schweißlage ist es bei diesem Verfahren ratsam, mindestens in mehreren Lagen übereinander aufzutragen. Die Werkstücke sind vor dem Schweißen auf 300° bis 400° C vorzuwärmen. Nach dem Schweißen sind sie bei 780° bis 820° C zu glühen und im Ofen langsam abzukühlen.

Anzuwendende Stromstärken in Ampere:

Ø 4 mm	100 bis 120
Ø 5 mm	130 bis 150
Ø 6 mm	150 bis 170
Ø 8 mm	180 bis 200

A U F S C H W E I S S H A R T L E G I E R U N G E N



Hartschweißlegierung DURAWELD

Die Hartschweißlegierung **DURAWELD** ist eine niedrig und leichtflüssig schmelzende Chrom-Mangan-Eisen-Legierung, welche hauptsächlich zum Einschweißen von Hartmetall-Bohrstücken **SINTRAMANT** und **WOLFRAMANT** an den auf Verschleiß beanspruchten Flächen und Kanten von Tiefbohrwerkzeugen dient. **DURAWELD** ist nach dem Schweißen sehr hart, aber dabei noch so zähe, daß die Hartmetall-Bohrstücke vor dem Ausbrechen geschützt werden.

Wegen der hohen Härte und Verschleißfestigkeit auch in der Wärme ist **DURAWELD** ganz allgemein ebenfalls für andere Aufschweißarbeiten geeignet, z. B. zur Panzerung von Gleit- und Führungsflächen von Öfen, verschleißbeanspruchten Flächen in Wasser- und Dampfturbinen, Pumpen, Armaturen u. a., ferner in Form ummantelter Elektroden zum elektrischen Aufschweißen von Brecherbestandteilen und Schlägern aus Manganstahl.

Lieferweise

DURAWELD wird in blanken oder ummantelten Stäben von

4 mm Ø

5 mm Ø

6 mm Ø

8 mm Ø

und in Längen von etwa 350 mm geliefert.

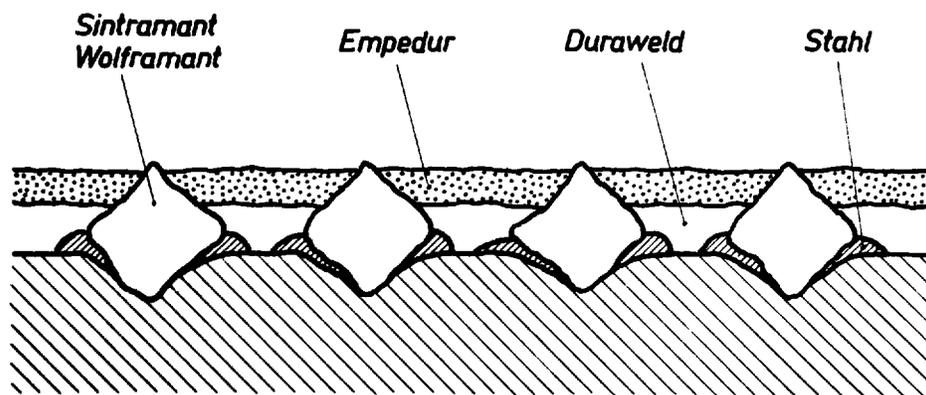
Schweißanleitung

Das Einschweißen von Hartmetall-Bohrstücken **SINTRAMANT** und **WOLFRAMANT** mit **DURAWELD** geschieht nur mit der Autogenflamme, da bei der großen Hitze des elektrischen Lichtbogens die Qualität der Bohrstücke beeinträchtigt würde. Der Bohrer, der bestückt werden soll, wird zuerst metallisch blank gemacht. Dann werden, am besten durch Einschlagen von Kerben in den rotwarmen Meißel oder auf andere Weise, Vertiefungen angebracht, welche den Bohrstücken angepaßt sind. Die Bohrstücke werden zuerst mit einem gewöhnlichen Stahlschweißdraht angeheftet; dann wird nach abermaliger Reinigung der Oberflächen mit dem Auftragen der **DURAWELD**-Schicht begonnen. Die Flamme des Brenners muß dabei schwach reduzierend sein. Wie bei jeder anderen Auftragsschweißung wird mit dem **DURAWELD**-Stab eine 4 bis 6 mm starke Schicht um die eingesetzten **SINTRAMANT**- oder **WOLFRAMANT**-Bohrstücke hinweggeschmolzen. Bei dem hohen Grad von Dünflüssigkeit des **DURAWELD** läuft die Schmelze leicht über größere Flächen hinweg und ergibt glatte, saubere Oberflächen. Während des Aufschweißens darf die Flamme keinesfalls unmittelbar auf die eingesetzten Bohrstücke gehalten werden, weil die Qualität des Hartmetalles darunter leiden könnte. Bei sachgemäßem Arbeiten wird die Schweiße nicht über 1250° C heiß. Im allgemeinen kann man mit einem Bedarf von 2 kg **DURAWELD** auf 3 kg Bohrstücke **SINTRAMANT** bzw. **WOLFRAMANT** rechnen. Falls erforderlich, kann über die Aufschweißschicht aus **DURAWELD**, in welche die Bohrstücke eingebettet sind, noch eine Schicht von **EMPEDUR** aufgelegt werden.



AUFSCWEISSHARTLEGIERUNGEN

Nachstehendes Bild zeigt schematisch, wie im Schnitt eine Hartaufschweißschicht, z. B. auf einem Fischschwanzmeißel, aussieht, welche unter Verwendung von Bohrstücken **SINTRAMANT** oder **WOLFRAMANT** mit Hartschweißlegierung **DURAWELD** und Aufschweißhartmetall **EMPEDUR** hergestellt wurde.



AUF SCHWEISSHARTLEGIERUNGEN



Aufschweißhartmetall EMPEDUR

Die Aufschweißstäbe **EMPEDUR** bestehen aus einem beidseitig verschlossenen Stahlröhrchen, welches mit gesinterem oder gegossenem Wolframkarbid-Hartmetall in Form von Pulver oder Splitt verschiedener Körnung gefüllt ist. Weitere besondere Zusätze in den Röhrchen fördern den Schmelzfluß und steigern die Härte der Aufschweißung. Die anzuwendende Korngröße richtet sich nach den Abmessungen des zu beschweißenden Bohrwerkzeuges und nach der Härte der Gesteinsformation.

EMPEDUR-Schweißstäbe mit pulverförmiger Karbidfüllung und feinkörnigem Splitt dienen zur Beschweißung von Tiefbohrmeißeln für schlagendes Bohren, zum Überschweißen von Hartmetallbohrstücken **SINTRAMANT** und **WOLFRAMANT** sowie zur Verschleißpanzerung anderer hochbeanspruchter Arbeitsflächen. Die **EMPEDUR**-Schweißstäbe mit grobkörniger Wolframkarbidfüllung dienen vornehmlich zur Panzerung von Tiefbohrwerkzeugen, wie Fischschwanzmeißeln, Bohrkronen, Flügelkronen u. a. **EMPEDUR** ist weiterhin allgemein überall dort mit Vorteil anwendbar, wo Oberflächen von Werkzeugen einem sehr stark mahlenden und reibenden Verschleiß unterliegen.

Aufschweißungen aus **EMPEDUR** bestehen aus einer zähen Grundmasse, in welche scharfkantige Karbidstückchen eingebettet sind. Die Hartmetallkörner sind die eigentlichen Träger des Verschleißwiderstandes. **EMPEDUR**-Aufschweißschichten feiner Körnung zeigen wegen ihrer hohen Zähigkeit eine große Unempfindlichkeit gegen stoßende und schlagende Beanspruchung.

Aufschweißungen aus **EMPEDUR** sind nach Möglichkeit im Naturzustand zu verwenden, da die Bearbeitung durch Schleifen sehr schwierig ist.

Die Bohrleistung in der Tiefbohrtechnik und im Bergbau wird maßgeblich von der Standzeit der Schneide des verwendeten Bohrwerkzeuges bestimmt. Mit EMPEDUR aufgeschweißte Tiefbohrwerkzeuge zeigen auch bei Arbeiten in härtesten Formationen geringsten Verschleiß und ermöglichen dadurch ungewöhnlich hohe Bohrleistungen.

Je nach Verwendungszweck stehen **EMPEDUR**-Aufschweißstäbe mit Füllungen verschiedener Körnung und mit verschiedenen Röhrchendurchmessern gemäß nachstehender Aufstellung zur Verfügung:



AUF SCHWEISSHARTLEGIERUNGEN

Kenn- ziffer	Kenn- farbe	Korngröße der Füllung mm	Außendurchm. des Röhrchens mm	Länge des Röhrchens mm	Bestellbezeichnung
0	weiß	0,5	4	350	0 GH Ø 4 oder 0 SH Ø 4
			6	350	0 GH Ø 6 oder 0 SH Ø 6
1	gelb	0,5 bis 1	4	350	1 GH Ø 4 oder 1 SH Ø 4
			6	350	1 GH Ø 6 oder 1 SH Ø 6
3	blau	1 bis 3	6	350	3 GH oder 3 SH
5	rot	3 bis 5	8	350	5 GH oder 5 SH
7	schwarz	5 bis 7	10	400	7 GH oder 7 SH
9	grün	7 bis 9	12	400	9 GH oder 9 SH

Die unter Bestellbezeichnung angeführten Buchstaben bedeuten:

GH = Füllung mit Gußsplitt,

SH = Füllung mit Sintersplitt.

An den Stäben werden folgende Bezeichnungen angebracht:

Firmenzeichen: eingestempelt an einem Ende des Stabes.

Chargennummer: eingestempelt am anderen Ende des Stabes.

Farbkennzeichnung in einer Länge von 15 mm an einem Ende des Stabes.

Kennzeichnung der Füllung:

Gußsplitt: 1 Farbstreifen, etwa 3 bis 5 mm breit, in der Mitte des Stabes über den halben Umfang.

Sintersplitt: 2 Farbstreifen, etwa 3 bis 5 mm breit, im Abstand von etwa 3 bis 5 mm, in der Mitte des Stabes über den halben Umfang.

Schweißanleitung

Vorbereitung des Grundwerkstoffes

Die zu panzernden Stellen des Werkzeuges müssen zunderfrei, rostfrei und frei von Schutzüberzügen sein. Nur dann kann eine schlacken- und lunkerfreie Auftragung erzielt werden. Da für die zu panzernden Werkzeuge neben gewöhnlichen Baustählen (z. B. St 37, St 42) auch Stähle höherer Güteklassen, wie hochfeste Baustähle, Werkzeug- oder Vergütungsstähle, als Trägerwerkstoff Anwendung finden, die beim Schweißen Neigung zur Aufhärtung und Rißbildung zeigen, ist es unbedingt notwendig, den Grundwerkstoff auf etwa 500° bis 600° C (dunkelrot) vorzuwärmen. Dies geschieht bei kleinen Stücken am besten durch Anwärmen im Glühofen oder im behelfsmäßigen Holzkohlenfeuer, bei größeren Teilen mit Hilfe des Schweißbrenners.

Ausführung des Schweißens mit EMPEDUR

Zur Ausführung von Auftragsschweißungen mit EMPEDUR ist es empfehlenswert, Schweißbrenner zu verwenden, die um eine Nummer größer sind, als normal für die vorliegende Materialstärke vorgesehen ist, damit ein größeres Schmelzbad erhalten wird als bei Stahlauftragungen.

AUF SCHWEISSHARTLEGIERUNGEN



Dadurch wird die gleichmäßige Verteilung der Hartmetallstücke sehr erleichtert. Es wird grundsätzlich mit **Gasüberschuß** gearbeitet. Die leuchtende Feder der Flamme soll hierbei etwa die dreifache Länge des inneren Flammenkernes aufweisen. Die Einhaltung eines Gasüberschusses ist unbedingt erforderlich, weil dadurch eine Veränderung der Hartmetallkörner vermieden wird. Für die Brennerhaltung ist ein Neigungswinkel von etwa 45° zu empfehlen, für den Schweißstab ein geringerer Winkel, um ein vorzeitiges Herausfallen der Bruchstücke zu vermeiden. Der Grundwerkstoff ist gut anzuschmelzen. Die Bewegungen des Schweißstabes sind „scharrend, stopfend“ in der Schweißrichtung, wobei auf gleichmäßige Verteilung der Hartmetallstücke zu achten ist. Das **EMPEDUR**-Schweißbad ist etwas dickflüssiger als die üblichen Stahlschweißens. Bei flächigen Panzerungen ist der Linksschweißung der Vorzug zu geben. Die Flamme treibt hierbei das Bad etwas vor, und die Hartmetallstücke können durch die stopfende Bewegung leichter verteilt werden, da sie sich gerade in der Zone befinden, in welcher das Bad am dünnflüssigsten ist. Der Gasdruck darf dabei aber nicht zu hoch gehalten werden, da sonst die Gefahr besteht, daß die Hartmetallkörner weggeblasen werden.

Wichtig ist, daß die im Schmelzbad hell leuchtenden Schlackensäume und Schlackenpünktchen mit der Schweißflamme an die Oberfläche getrieben werden, da sie das Schweißgut porös und minderwertig machen und besonders bei der Mehrlagenschweißung hinderlich sind. Sind zur Erreichung der gewünschten Dicke mehrere Schichten aufzutragen, dann ist es unbedingt erforderlich, die bereits fertige Lage durch gründliches Abbürsten mit einer scharfen Drahtbürste von Zunder und Schlacke zu reinigen. Bei dünneren Ein- oder Zweilagenschweißungen von **EMPEDUR 3 bis 5** empfehlen wir erst eine Grundauftragung mit **EMPEDUR 0**, um zu vermeiden, daß aufgeschlossener Grundwerkstoff in die Oberflächenschicht gelangt.

Nachbehandlung des beschweißten Werkzeuges

Infolge der ungleichen Wärmeausdehnung bzw. der Schrumpfung von Grundwerkstoff und Auftragung sowie der Neigung zur Aufhärtung und Rißbildung bei zu rascher Abkühlung ist langsames Erkalten in Sand oder im Ofen erforderlich.

Wiederinstandsetzungsarbeiten

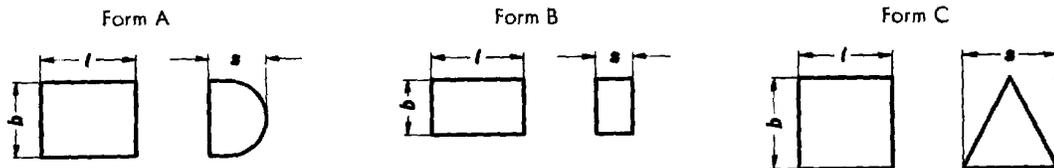
Bei Wiederinstandsetzungsarbeiten bereits gebrauchter Bohrmeißel ist darauf zu achten, daß keinesfalls auf eine alte Aufschweißschicht unmittelbar eine neue aufgelegt werden darf. Man bringt zuerst eine Zwischenschicht aus einem zähen Material auf. Besser ist es, die alte Aufschweißschicht vollständig durch Abschmelzen zu beseitigen und den gereinigten Meißel neuerlich mit **EMPEDUR** zu beschweißen.

AUF SCHWEISSHARTLEGIERUNGEN

Bohrstücke SINTRAMANT und WOLFRAMANT

Bohrstücke **SINTRAMANT** und **WOLFRAMANT** bestehen aus Sinterhartmetall bzw. Gußhartmetall **TITANIT**. Sie werden, eingebettet in Hartschweißlegierung **DURAWELD** und Aufschweißhartmetall **EMPEDUR**, zur Verstärkung der hochverschleißfesten Aufschweißschichten auf Fischschwanzmeißeln, Kernbohrkronen, Schrägmessern und sonstigen Tiefbohrwerkzeugen benützt. Wir erzeugen geformte Bohrstücke (Kurzbezeichnung BF) und unregelmäßige Bohrstücke (Kurzbezeichnung BU) aus **SINTRAMANT** und **WOLFRAMANT** in folgenden Formen:

Geformte Bohrstücke



Maße in mm

Bestellnummer	l	Form A		Form B		Form C	
		b	s	b	s	b	s
BF 8	8	—	—	—	—	8	8
BF 10	10	8	6	6	4	10	10
BF 20	20	10	8	6	4	—	—

Bezeichnung eines geformten Bohrstückes BF 10 Form A aus SINTRAMANT (Sinterhartmetall)
„Bohrformstück BF 10 A SH“

Unregelmäßige Bohrstücke

Bestellnummer	Körnung
BU 6	4 bis 7
BU 8	6 bis 9
BU 10	8 bis 10

Bezeichnung eines unregelmäßigen Bohrstückes BU 10 aus WOLFRAMANT (Gußhartmetall)
„Bohrstück BU 10 GH“

Über die Anwendungsweise von **SINTRAMANT**- und **WOLFRAMANT**-Bohrstücken in Verbindung mit Hartschweißlegierung **DURAWELD** und Aufschweißhartmetall **EMPEDUR** vergleiche die Ausführungen bei **DURAWELD**.



AUF SCHWEISSHARTLEGIERUNGEN

Unsere gesetzlich geschützten Marken **DURAZIT, DURAWELD, EMPEDUR, SINTRAMANT** und **WOLFRAMANT** bürgen für gleichmäßige und höchste Qualität.

Hartmetall **TITANIT** findet ferner Verwendung:

im Bergbau

zur Armierung von Kohlebohrern, Kalibohrern, Schrägmeißeln, Schrämkronen und Gesteinsbohrern für drehendes und schlagendes Bohren,

in der Tiefbohrtechnik

in Form von Bohrspitzen und Zähnen für Hohlbohrkronen,

in der Steinindustrie

zur Bestückung von Schriftmeißeln, Beiz- und Schlageisen, Handschlagbohrern, Maschinengesteinsbohrern, Steindrehwerkzeugen, Mauerbohrern und Sandstrahldüsen.

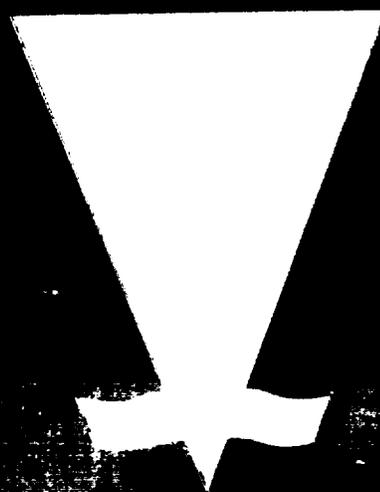
Sonstige Anwendungsgebiete:

Zur Bestückung von sämtlichen Werkzeugen für die **spanabhebende Bearbeitung** von Metallen, Glas, Porzellan, Kunststoffen, Papier und Holz (Drehmesser, Fräser, Bohrer usw.) sowie bei der **spanlosen Verformung** von Metallen (Ziehsteine, Matrizen, Düsen usw.) und überall dort, wo höchste **Verschleißfestigkeit** gefordert wird.

METALLWERK PLANSEE
GEMEINSCHAFT M.-D.H.
REUTTE, TIROL

POSTFACH 44 · FERNSPRECHER: REUTTE 40 · DRAHTWORT: METALLWERK REUTTE
VERKAUFSTELLE: WIEN I., WIPPLINGERSTRASSE 25
FERNSPRECHER: U-21-5-90 SERIE

WOLFRAM



WOLFRAM

METALLWERK PLANSEE
GESellschaft m.b.H.
REUTE, TIROL



I N H A L T

Die Herstellung von Wolfram	
Pulvergewinnung	1
Das Pressen und Sintern	2
Verarbeitung der Sinterstäbe zu Halbzeug	5
Eigenschaften von Wolfram	
Physikalische Eigenschaften	7
Chemisches Verhalten	15
Lieferformen	
Wolfram-Stäbe	16
Wolfram-Bleche	18
Wolfram-Bänder	19
Wolfram-Stifte	20
Wolfram-Schweißelektroden	21
Wolfram-Ronden	22
Wolfram-Plättchen	24
Wolfram-Rohre	25
Wolfram-Schiffchen	25
Wolfram-Anoden	26
Wolfram-Formteile	26
Verarbeitung von Wolfram-Halbzeug	28
Anwendungsgebiete von Wolfram	
Wolfram in der Hochvakuumtechnik	29
Wolfram für Glühlampen	29
Wolfram in Röntgenröhren	29
Wolfram in Elektronenröhren	31
Wolfram als Einschmelzwerkstoff	32
Wolfram als Kontaktwerkstoff	33
Wolfram für Schweißelektroden	33
Wolfram als Elektrodenwerkstoff für Widerstands- schweißung	34
Wolfram als Elektrodenwerkstoff für Zündkerzen	34
Wolfram in Hochtemperaturöfen	35
Literatur über Wolfram	37



Als Spezialwerk der Pulvermetallurgie befassen wir uns seit über 30 Jahren mit der Herstellung der hochschmelzenden Metalle Wolfram und Molybdän, sowie deren Legierungen, auf dem Sinterwege. Wir haben die im Laufe der Jahre bei der Erzeugung und Verarbeitung von Wolfram gemachten Erfahrungen gesammelt und in der vorliegenden Broschüre verwertet. Diese soll Sie nicht nur über die Lieferformen unserer Wolframerzeugnisse, sondern auch kurz über die Herstellung, Verarbeitung und die Anwendungsgebiete des höchstschmelzenden Metalles Wolfram unterrichten.

W O L F R A M



Die Herstellung von Wolfram

Pulvergewinnung

Als Ausgangsmaterial für die Wolframpulvergewinnung werden hauptsächlich die Erze **Wolframit** (Eisen-Mangan-Wolframat) und **Scheelit** (Kalziumwolframat) verwendet, deren wichtigste Fundorte in China, Korea, Burma und den Malayenstaaten sowie in Bolivien liegen. Auch die europäischen Vorkommen in Portugal und Spanien sind von Bedeutung.

Durch alkalischen Aufschluß des feingemahlten Wolframits gelangt man zunächst zu Alkaliwolframatlösungen, aus denen durch Ausfällen mit Mineralsäuren eine rohe Wolframsäure abgeschieden wird. Aus dem Scheelit wird durch Säureaufschluß ebenfalls eine zunächst noch unreine Wolframsäure abgeschieden. Die auf verschiedenem Wege gewonnene unreine Säure wird durch Auflösen in Ammoniak und neuerliche Fällung raffiniert. Man kann auch die Ammoniumwolframatlösung zur Kristallisation bringen oder das schwer lösliche Ammoniumparawolframat abscheiden. Die Ammoniumwolframate lassen sich durch Glühen an Luft in reinstes Wolframtrioxyd überführen. Die Korngröße und die Dichte der Wolframverbindungen, von denen die Eigenschaften des daraus gewonnenen Metallpulvers abhängen, können in weiten Grenzen durch die Fällungsbedingungen sowie durch Glühbehandlungen beeinflußt werden. Für die Herstellung von Wolfram für Hochvakuumzwecke kommt nur eine Wolframsäure höchster chemischer Reinheit in Frage. Eine solche Säure darf höchstens 0,01% Eisen, 0,03% Verunreinigungen in Form von Kieselsäure, Kalk und Alkalien sowie Spuren von Molybdän enthalten.



Abb. 1. Elektrische Durchsatzöfen mit Molybdän-Heizleitern für die Reduktion von Wolframtrioxyd zu Wolframpulver.



W O L F R A M M

Während die Herstellung von technischem Wolframpulver für die Stahlindustrie und auch für gewisse Hartmetallsorten durch Reduktion des Wolframtrioxydes mit Kohle erfolgt, wird für Zwecke der Hochvakuumtechnik die **Reduktion** ausschließlich mit reinem Wasserstoff in elektrisch beheizten Durchsatz- oder Drehrohröfen vorgenommen (Abb. 1). Die je nach Wassergehalt orange- bis grüngelbe Wolframsäure wird in dünnen Schichten in Schiffchen aus Nickel oder rostbeständigem Stahl ausgebreitet und bei 800—900° kontinuierlich durch den Reduktionsofen geschoben, wobei getrockneter reiner Wasserstoff im Gegenstromprinzip über das Reaktionsgut geleitet wird. Das Wolframtrioxyd durchläuft bei der Reduktion verschiedene Oxydationsstufen, welche je nach Sauerstoffgehalt charakteristische Färbungen zeigen. Die Korngröße des gewonnenen Wolframpulvers, welche für die Weiterverarbeitung von besonderer Wichtigkeit ist, hängt von der Reduktionstemperatur, von der Reinheit und Korngröße der Ausgangswolframsäure sowie von der Feuchtigkeit und der Strömungsgeschwindigkeit des verwendeten Wasserstoffes ab. Durch Veränderung dieser Faktoren kann man Wolframpulver mit beliebiger Korngröße von 0,5 bis 500 μ erzeugen. Für die Halbzeugfertigung verwendet man im allgemeinen ein Pulver mit einer mittleren Korngröße von 2 bis 10 μ .

Das Pressen und Sintern

Das Wolframpulver, dem man gegebenenfalls preßerleichternde Zusätze hinzufügt, wird in Stahlmatrizen unter hydraulischen Pressen zu Preßstäben meist quadratischen oder rechteckigen Querschnittes verdichtet (Abb. 2). Die Abmessungen der Preßstäbe richten sich nach der Art der Weiterverarbeitung zu Draht, Blech oder Formstücken. Stäbe zwischen 8×8 und 40×40 mm im Querschnitt bei Längen von 200 bis 600 mm sind üblich. Selbst bei Anwendung verhältnismäßig hoher Preßdrücke von etwa 4—6 t/cm² ist die Festigkeit und Kantenbeständigkeit der Preßstäbe gering. Das Wolframpulver ist ein sogenanntes „hartes“, unplastisches Pulver, welches sich schlecht verdichten läßt. Um den Preßstäben eine gewisse Festigkeit zu verleihen, unterzieht man sie zunächst einer **Vorsinterung** bei etwa 1000—1100° in normalen Durchsatzsinteröfen unter Wasserstoff. Die **Hochsinterung** der vorgesinterten Stäbe findet dann im direkten Stromdurchgang in wassergekühlten Sinterglocken (Abb. 3) unter reinem Wasserstoff statt, wobei Stromstärken von mehreren tausend Ampere bei Spannungen von 10 bis 50 Volt erforderlich sind. Während der Sinterung nimmt der Widerstand des Stabes ab und demgemäß die Stromstärke zu. Der Strom muß dabei so reguliert werden, daß eine zu schroffe Temperatursteigerung vermieden wird. Die Höchsttemperatur am Stab beträgt bei der Sinterung etwa 2700—3100°. Die verhältnismäßig kurzen Sinterzeiten und die Konstruktion der Sinteranlagen erlauben es, die doppelwandigen Glocken lediglich durch einfache Wasserkühlung vor der Einwirkung der Joule'schen Wärme zu schützen. Schwieriger ist das Problem der Ausbildung der stromführenden Kontaktklemmen, welche wegen der hohen Temperaturen, die an ihnen auftreten, ebenfalls aus hochschmelzenden Metallen bestehen und gut wassergekühlt sein müssen. Bewährt haben sich Wolfram- oder Molybdän-Formteile, zwischen welche die Sinterstäbe mit Hilfe von Molybdänfedern eingeklemmt werden. Da die Stäbe während der Sinterung stark schwinden, muß zumindest eine Anschlußklemme beweglich angeordnet sein. Von gesundheitsschädlichen Quecksilberkontakten ist man bereits abgekommen. Ebenso sintert man heute nicht einen Stab, sondern eine Vielzahl von Stäben während einer Sinterfahrt.

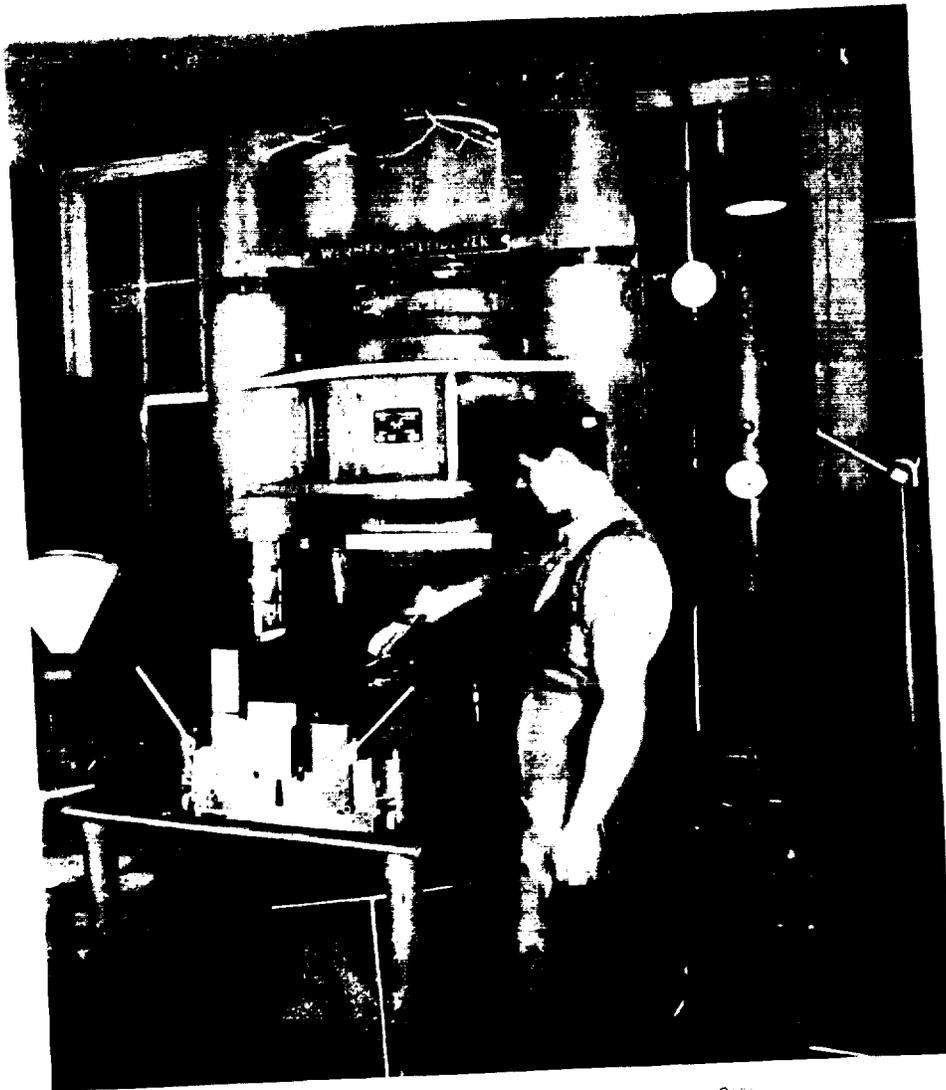


Abb. 2. Hydraulische Presse zum Verdichten von Wolframpulver zu Stäben.

Bereits während des Sintervorganges findet eine beträchtliche Abnahme der Porosität des Sinterstabes unter mehr oder minder starkem Kornwachstum statt. Die erreichte Korngröße ist im wesentlichen von der Beschaffenheit des Ausgangspulvers, von der Sinter-temperatur und Sinterzeit sowie von dem Feuchtigkeitsgehalt des Wasserstoffschutzgases und gegebenenfalls von der Höhe des angewandten Preßdruckes abhängig. Je feiner das Ausgangspulver war, um so gröber wird im allgemeinen das Gefüge des Sinterstabes sein. Man verwendet daher lieber nicht zu feine, sondern etwas gröbere Pulver mit einer Korngröße von etwa 5—10 μ , um zu Stäben mit feinkörnigem Gefüge zu kommen (Abb. 4). Fremdmetalloxyde, wie ThO_2 , Al_2O_3 , CaO , SiO_2 , $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ und andere, die man dem Pulver absichtlich zusetzt, wirken nicht nur bei der Sinterung, sondern auch bei der Weiterverarbeitung kornwachstumshemmend. Sie bewirken ein reproduzierbares feines Rekristallisationsgefüge bei den hohen Glüh-temperaturen des Dauerbetriebes (2200—2400°), denen die Wolframprodukte später meist ausgesetzt sind.

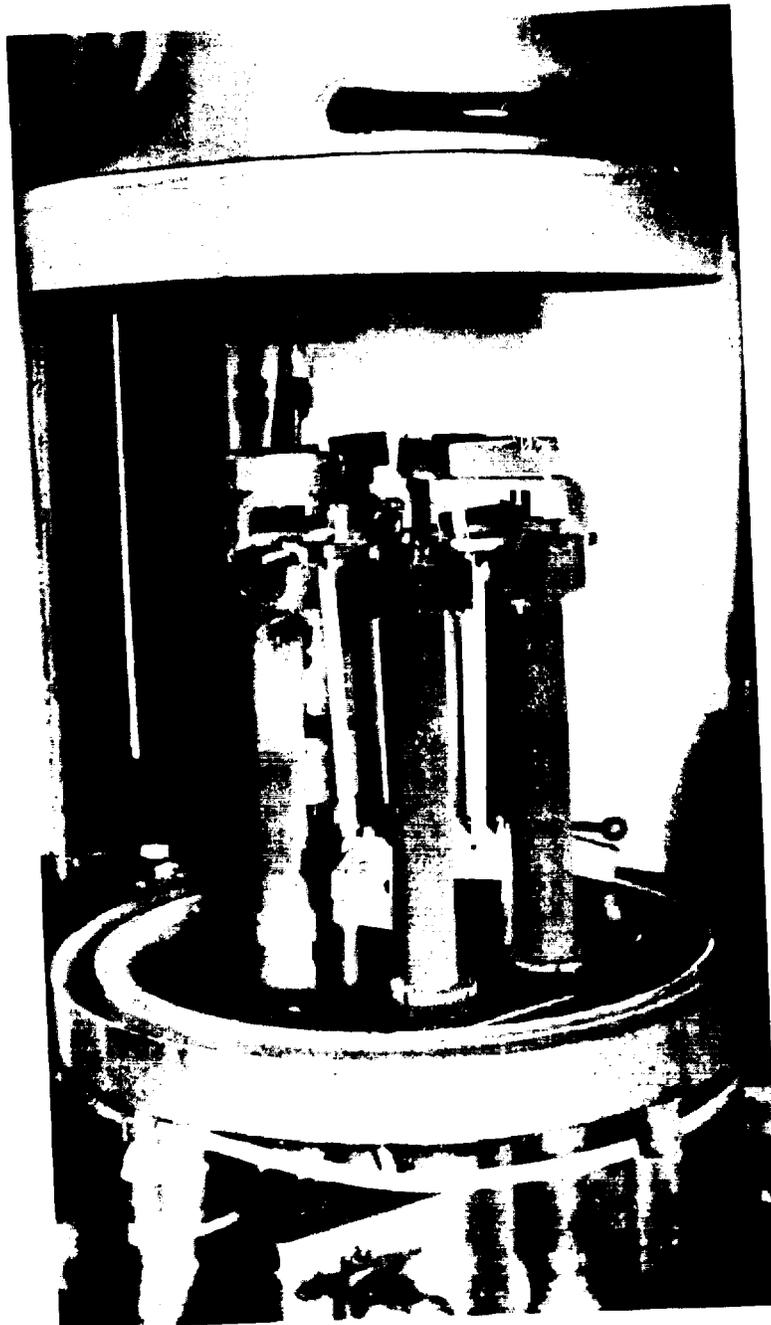


Abb. 3. Samstam-Sinterglocke für die Sinterung von Wolfram-Stäben im direkten Stromdurchgang.
Glocke hochgefahren.

W O L F R A M



Verarbeitung der Sinterstäbe zu Halbzeug

Der Sinterstab ist noch spröde, zeigt keine Kaltverformbarkeit, er läßt sich jedoch bei Temperaturen zwischen 1200 und 1700° in entsprechenden Abstufungen hämmern, schmieden und walzen.

Bei der Verarbeitung zu Draht wird der Sinterstab zunächst stufenweise in Rundhämmermaschinen heruntergeschmiedet. Der ursprünglich quadratische Querschnitt wird dabei rund, und der Stab wird langsam in die Länge gereckt. Bei diesem Vorgang schließen sich rasch die vorhandenen Poren, der Stab wird immer dichter und bekommt durch paralleles Recken der Kristallite ein ausgesprochenes Fasergefüge (Abb. 5). Die Zugfestigkeit nimmt ständig zu, so daß sich das Material immer leichter bearbeiten läßt und nicht mehr so hohe Verformungstemperaturen erforderlich sind. Zwischen den einzelnen Hämmerstufen werden die Stäbe unter Schutzgas neuerlich, meist in molybdänbeheizten Kammeröfen, erhitzt, wobei sorgfältig eine Grobkornbildung zu vermeiden ist.

Von etwa 3 mm Durchmesser ab ist der Wolfram-Hämmerstab so duktil und hat ein so ausgesprochenes Fasergefüge, daß er ohne Schwierigkeiten bei etwa 600—900° gezogen werden kann (Abb. 6). Für die großen Ziehkaliber benützt man Ziehsteine aus Hartmetall. Von etwa 0,3 mm Durchmesser ab zieht man ausschließlich im Einfachzug durch Diamantsteine, wobei man mit den Ziehtemperaturen weiter



Abb. 4. Gefüge eines Wolfram-Sinterstabes. x 150



Abb. 5. Gefüge eines Wolfram-Hämmerstabes (2,5 mm \varnothing). x 150

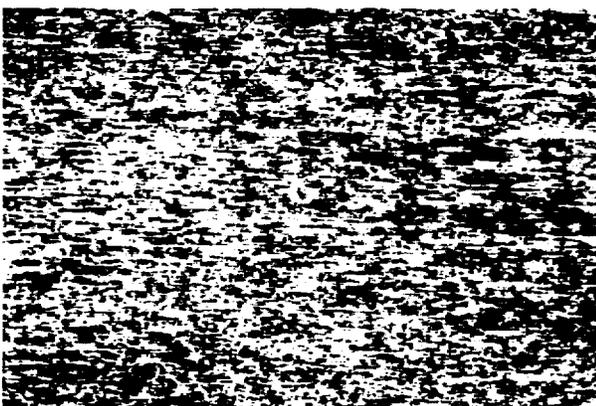


Abb. 6. Gefüge eines Wolfram-Drahtes (0,6 mm \varnothing). x 150



W O L F R A M

heruntergeht. Die dünnsten Drähte, die man beim technischen Ziehvorgang erhalten kann, sind etwa 0,01 mm stark. Dünnere Drähte kann man durch elektrolytische Abtragung oder durch Beizen in einem Natriumnitrit-Ätznatron-Salzbad herstellen.

Gelegentlich setzt man Wolfram-Draht, welcher für die Glühlampenfertigung bestimmt ist, um die Rekristallisation der Wendel im Betrieb auf ein Mindestmaß zu beschränken, geringe Mengen Thoriumoxyd zu. Geringe absichtliche Beimengungen von Alkalisilikaten und auch Aluminiumoxyd, die bis auf letzteres beim Sintern fast vollständig ausdampfen, begünstigen die Ausbildung des charakteristischen „Stapeldrahtgefüges“. Dieses führt selbst im Dauerbetrieb bei Temperaturen von 2300° zu nicht durchhängenden NS-Drähten (Non-Sag-Wire).

Das Schmieden von Wolfram erfolgt bei noch höheren Temperaturen als das Hämmern, und zwar bei etwa 1500—1800°. Mit fortschreitender Verformung kann man mit der Temperatur bis auf etwa 1100° heruntergehen. Zwischen jeder Verformung wird das Schmiedestück neuerlich auf Schmiedetemperatur gebracht. Wegen der hohen Temperaturen kommen als Anwärmeöfen besonders Kohlerohrkurzschlußöfen in Frage. Öfen mit Heizelementen aus Molybdän unter Wasserstoffatmosphäre werden zum Anwärmen bereits angeschmiedeter Stäbe verwendet. Bei der Wolframblechfertigung werden die zu Platinen ausgeschmiedeten Sinterstäbe bis auf etwa 1 mm Stärke, unter Einschaltung von Zwischenglühungen, in mehreren Stichen heiß heruntergewalzt. Von etwa 1 mm ab werden die vorher sorgfältig durch Beizen gereinigten Wolfram-Bleche weiter kaltgewalzt, wobei ebenfalls Zwischenglühungen, bei denen eine Rekristallisation tunlichst zu vermeiden ist, die Verarbeitung erleichtern. Feinbläche bis herunter zu 0,02 mm Stärke sind derart herstellbar.

Formkörper aus Wolfram werden im allgemeinen aus Schmiedestäben durch spanabhebende Bearbeitung mittels Hartmetallwerkzeugen sowie durch Schleifen mit Spezielscheiben hergestellt. Ronden und Platten können mit Hilfe von Siliziumkarbidscheiben von Schmiedestäben abgetrennt oder aus Grobblechen bei hohen Temperaturen gestanzt werden.



Eigenschaften von Wolfram

Die physikalischen Eigenschaften und Angaben über das chemische Verhalten von Wolfram sind in Tabelle 1 bzw. 2 zusammengestellt.

Tabelle 1

Physikalische Eigenschaften von Wolfram

Temperaturangaben in °C

Eigenschaft	Maßeinheit	Werte	
Mechanische Größen			
Dichte (Abb. 7)	g cm ³	vorgesintert bei etwa 1500°: hochgesintert bis 3000°: gehämmert: gezogen:	10,0—13,0 16,5—17,5 18,0—19,0 19,0—19,3
Gittertypus	—	kubisch-raumzentriert, Parameter: 3,158 Å	
Härte (Abb. 8)	kg mm ²	Sinterstab: Hämmerstab: Blech, kaltverformt: Blech, rekristallisiert:	200—250 350—400 450—490 260—380
Zugfestigkeit und zugehörige Dehnung (Abb. 9)	kg mm ² bzw. %	Sinterstab: Hämmerstab: Draht 1 mm Ø: 0,5 mm Ø: 0,2 mm Ø: 0,1 mm Ø: 0,02 mm Ø: Draht 0,1 mm Ø, geglüht (rekrist.): Einkristall, unverformt (Th-haltig):	13 35—150 180 200 250 300 410 110 110 20
Streckgrenze	kg mm ²	Draht 0,5—1 mm Ø, geglüht: ungeglüht:	70—80 150
Warmzugfestigkeit und zugehörige Dehnung (Abb. 10)	kg mm ² bzw. %	Draht 0,6 mm Ø, 400°: 800°: 1200°: 1800°:	120—160 80—100 40—60 10—30 2—3 4—5 5—6 n. b.
Elastizitätsmodul	kg mm ²	20°: 1000°:	41500 32900
Torsionsmodul	kg mm ²	20°:	17000
Kompressibilität	cm ³ kg	Hämmerstab: Draht gezogen:	2,93 · 10 ⁻⁷ 3,15 · 10 ⁻⁷



W O L F R A M

Fortsetzung von Tabelle 1

Eigenschaft	Maßeinheit	Werte
Thermische Größen		
Schmelzpunkt	$^{\circ}\text{C}$	3410 \pm 20
Dampfdruck (Abb. 11)	Torr	2500 $^{\circ}$: $5 \cdot 10^{-6}$ 3000 $^{\circ}$: $1 \cdot 10^{-3}$
Verdampfungs- geschwindigkeit	$\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$	2500 $^{\circ}$: $7 \cdot 10^{-8}$ 3000 $^{\circ}$: $2,4 \cdot 10^{-5}$
Spezifische Wärme (Abb. 12)	$\text{cal}/\text{g} \cdot \text{Grad}$	20 $^{\circ}$: 0,033 1000 $^{\circ}$: 0,041 2000 $^{\circ}$: 0,047
Wärmeleitfähigkeit (Abb. 13)	$\text{cal}/\text{cm} \cdot \text{Grad} \cdot \text{sec}$	20 $^{\circ}$: 0,31 1000 $^{\circ}$: 0,27 1600 $^{\circ}$: 0,25
Linearer Wärme- ausdehnungskoeffizient (Abb. 14)	$\alpha \cdot 10^{-6}$	20 $^{\circ}$: 4,43 1000 $^{\circ}$: 5,17 2000 $^{\circ}$: 7,24
Elektrische Größen		
Spezifischer elektrischer Widerstand (Abb. 15)	Mikroohm $\cdot \text{cm}$	20 $^{\circ}$: 5,5 1000 $^{\circ}$: 33 2000 $^{\circ}$: 66 3000 $^{\circ}$: 103
Elektronenemissions- stromdichte (Abb. 16)	mA/cm^2	1000 $^{\circ}$: $3,2 \cdot 10^{-10}$ 2000 $^{\circ}$: $3 \cdot 10^{-2}$ 3000 $^{\circ}$: 84
Optische Größen		
Totalstrahlung (Abb. 17)	W/cm^2	1000 $^{\circ}$: 2,5 2000 $^{\circ}$: 47 3000 $^{\circ}$: 240
Leuchtdichte	HK/cm^2	2000 $^{\circ}$: 100 2500 $^{\circ}$: 750
Wellenlänge der charakteristischen Röntgenstrahlung K-Serie L-Serie	A	0,21 1,48

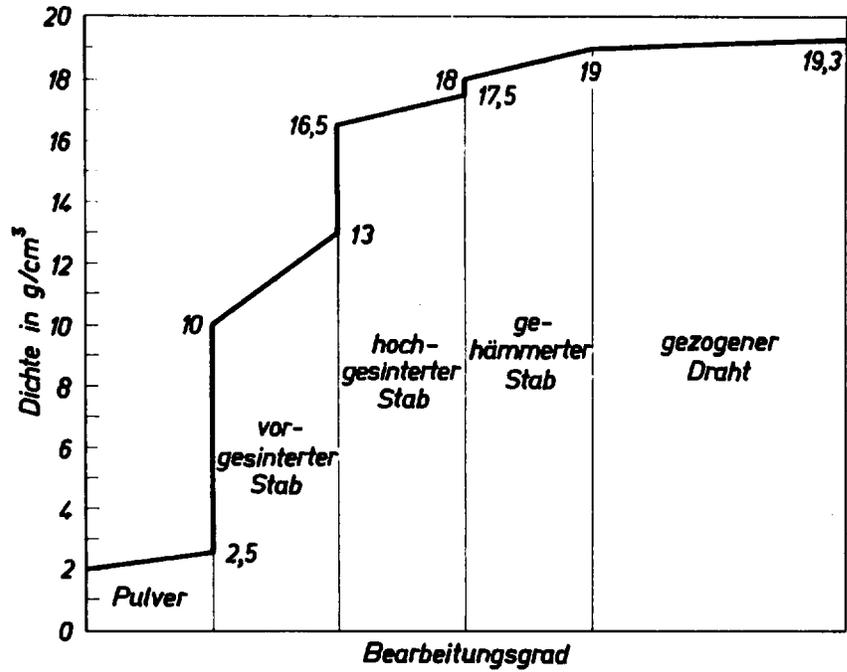


Abb. 7. Dichte von Wolfram in Abhängigkeit vom Bearbeitungsgrad.

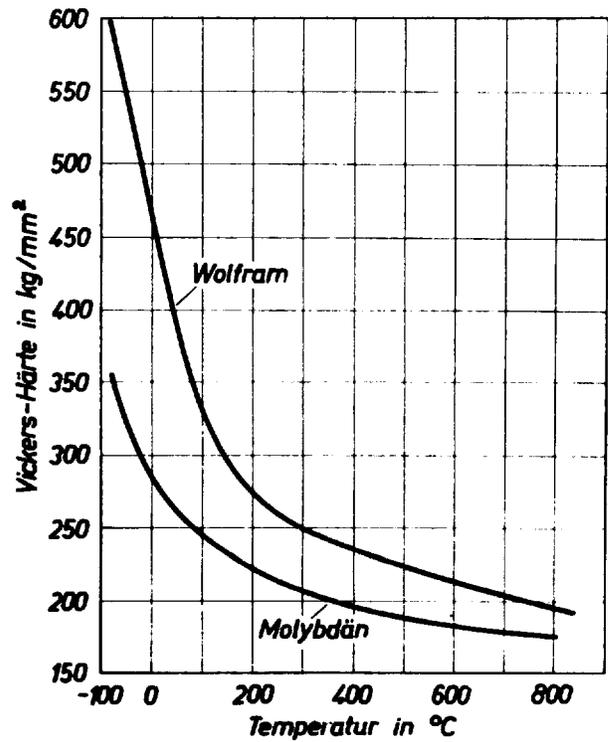


Abb. 8. Temperaturabhängigkeit der Härte von Wolfram- und Molybdän-Blech.

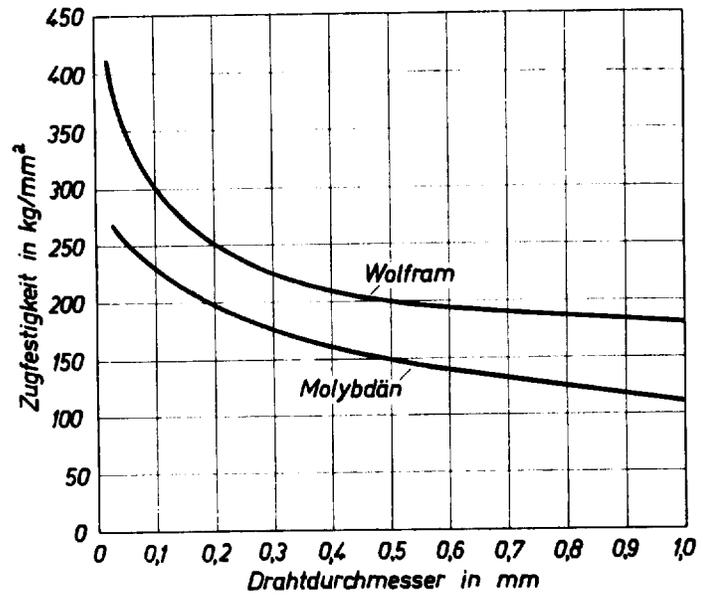


Abb. 9. Zugfestigkeit von gezogenen Wolfram- und Molybdän Drähten in Abhängigkeit vom Durchmesser.

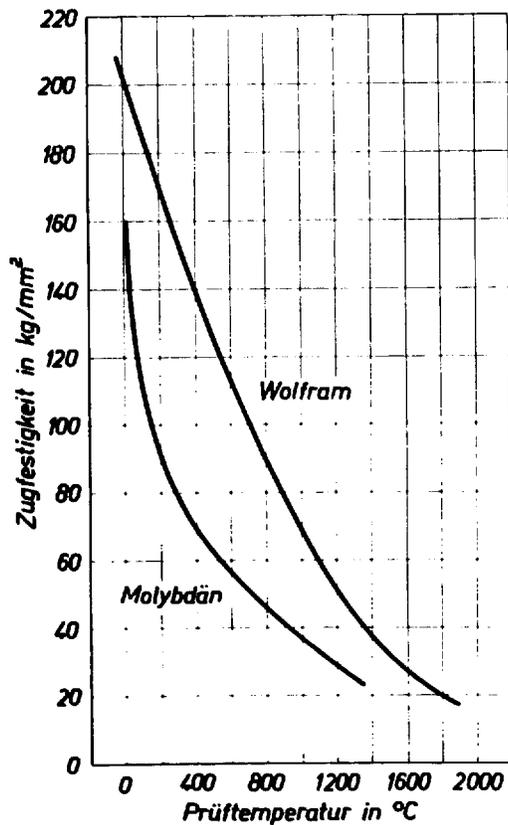


Abb. 10. Temperaturabhängigkeit der Zugfestigkeit von gezogenen Wolfram- und Molybdän-Drähten (0,6 mm \varnothing).

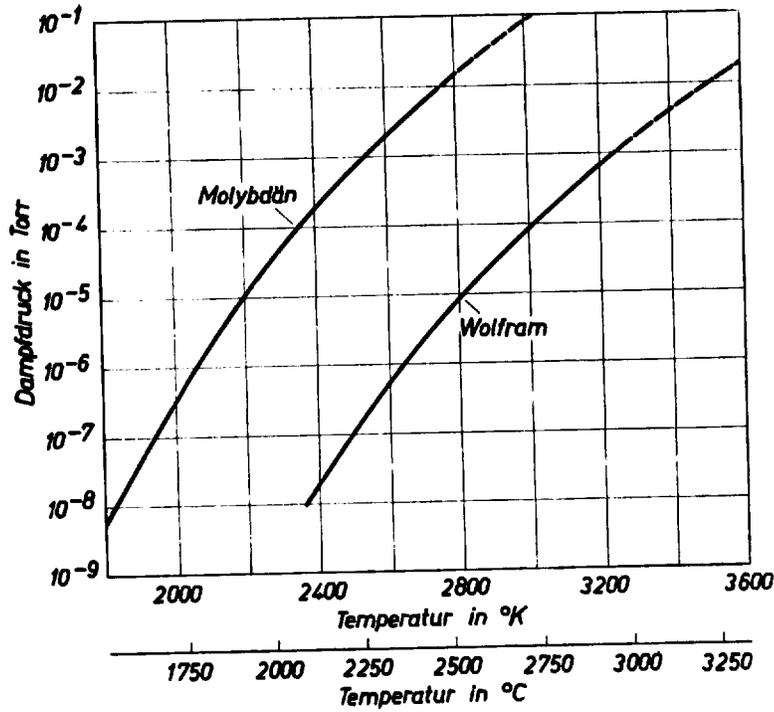


Abb. 11. Temperaturabhängigkeit des Dampfdruckes von Wolfram und Molybdän.

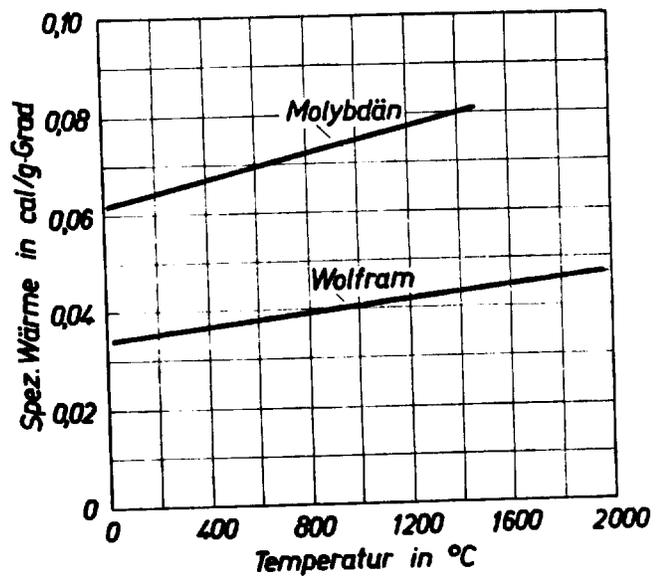


Abb. 12. Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme von Wolfram und Molybdän.

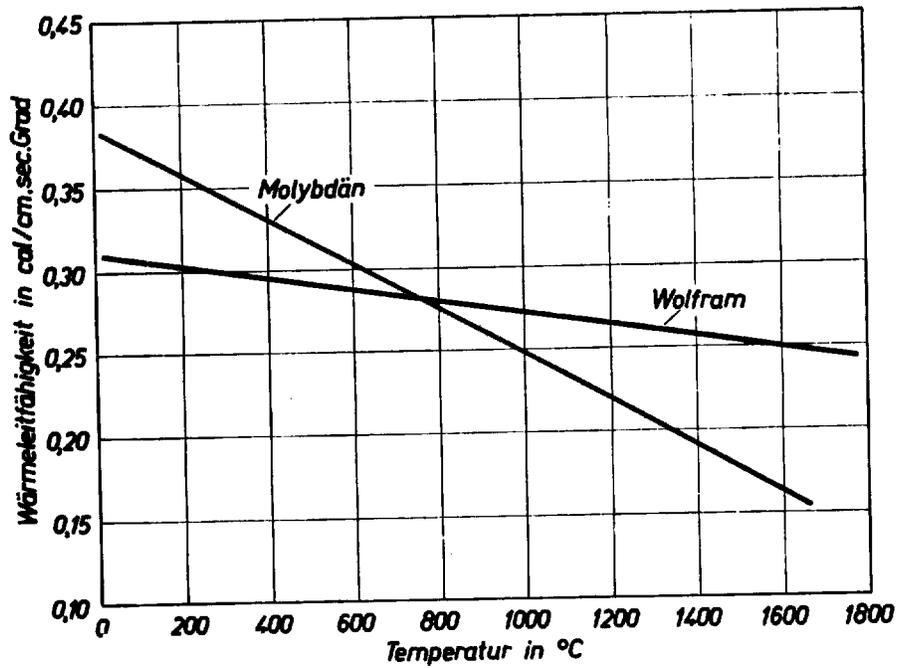


Abb. 13. Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von Wolfram und Molybdän.

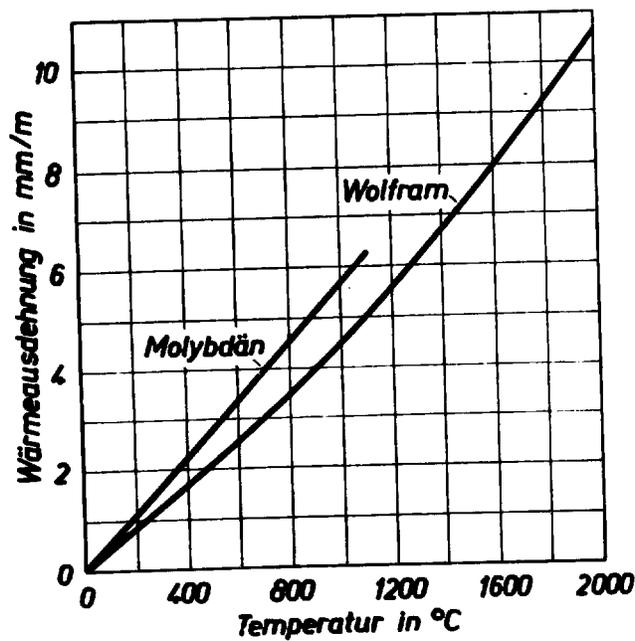


Abb. 14. Temperaturabhängigkeit der Wärmeausdehnung von Wolfram und Molybdän.

W O L F R A M

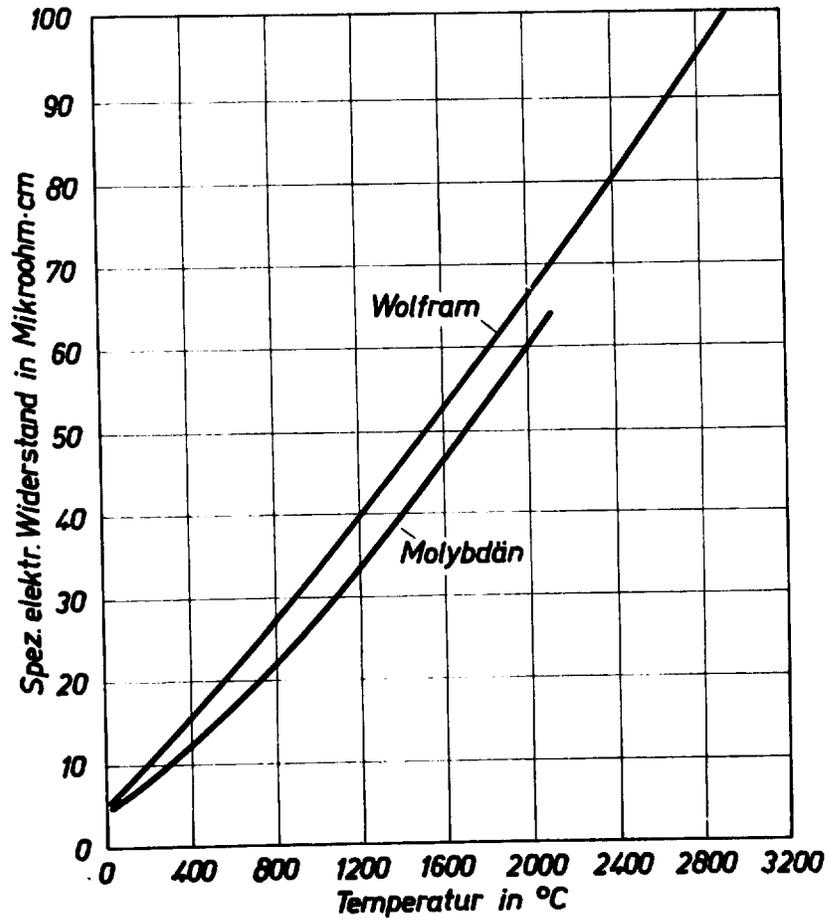


Abb. 15. Temperaturabhängigkeit des spezifischen elektrischen Widerstandes von Wolfram und Molybdän.

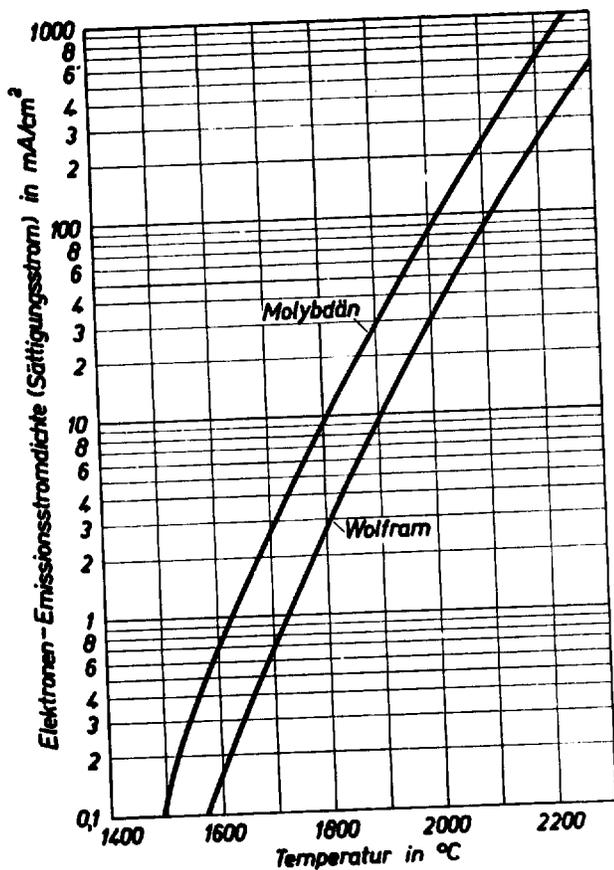


Abb. 16. Temperaturabhängigkeit der Elektronen-Emissionsstromdichte von Wolfram und Molybdän im Hochvakuum.

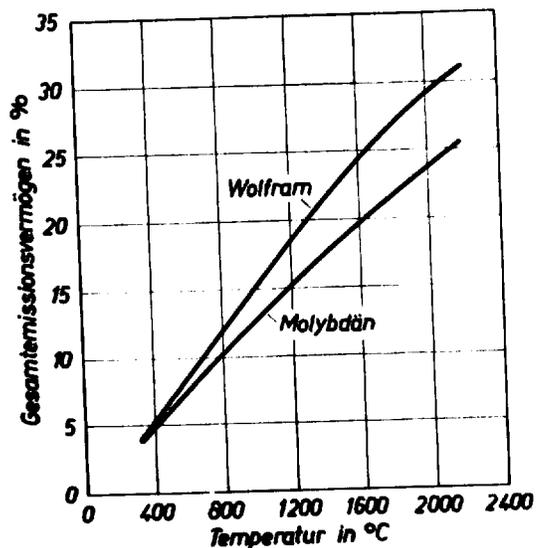


Abb. 17. Temperaturabhängigkeit der Gesamtemission von Wolfram und Molybdän, verglichen mit der des schwarzen Körpers.

W O L F R A M



Tabelle 2
Chemisches Verhalten von Wolfram

Einwirkungsmittel	Verhalten
Salzsäure, Schwefelsäure oder Salpetersäure	kalt, verdünnt und konzentriert: praktisch beständig warm, verdünnt und konzentriert: leichter Angriff
Königswasser	kalt: praktisch beständig warm: starker Angriff
Flußsäure	kalt und warm: beständig
Flußsäure-Salpetersäure- Gemische	starker Angriff
Alkalien	wäßrige kalte Kali- oder Natronlauge: praktisch beständig geschmolzene Kali- oder Natronlauge oder Alkalikarbonate: a) bei Luftzutritt: langsame Oxydation b) bei Gegenwart von Oxydationsmitteln, wie KNO_3 , KNO_2 , KClO_3 , PbO_2 : rasche Auflösung
Ammoniak	gegen wäßrige Lösungen praktisch beständig, bei Gegenwart von H_2O_2 geringer Angriff
Natriumnitrit	geschmolzen: ab 300° rasche Lösung
Kohlenstoff (Ruß, Graphit, Kohle) und Kohlenwasserstoffe	Karbidbildung von 1200° ab, vollständige Umsetzung zu WC bei $1400\text{—}1600^\circ$
Schwefel	geschmolzen oder siedend: langsamer Angriff
Quecksilber und Quecksilber- dampf	praktisch beständig
Aluminiumoxyd, Magnesium- oxyd, Zirkonoxyd	Reduktion zu Metall im Kontakt mit Wolfram oberhalb 2000° Reduktion zu Metall im Kontakt mit Wolfram oberhalb 2400° bei Zimmertemperatur beständig, ab $400\text{—}500^\circ$ beginnende Oxydation
Thoriumoxyd	bei höherer Temperatur lebhafte Oxydation zu WO_3 und Ver- dampfung
Luft und Sauerstoff	bei allen Temperaturen beständig
Wasser	bei Rotglut rasche Oxydation zu WO_3
Wasserdampf	indifferent bis zum Schmelzpunkt
Wasserstoff	bis zu höchsten Temperaturen indifferent
Stickstoff	bei Pulver ab 700° geringe Nitridbildung, bei höheren Tem- peraturen Nitridzerfall
Ammoniak	Karburierung ab 800°
Kohlenoxyd	Oxydation oberhalb 1200°
Kohlendioxyd	Fluor: bei gewöhnlicher Temperatur Angriff
Halogene	Chlor: ab 250° Angriff Brom und Jod: bei heller Rotglut Angriff
Chlorwasserstoffgas	bis 600° , wenn sauerstofffrei kein Angriff
Stickoxyde	bei höheren Temperaturen Oxydation zu WO_3
Schwefelwasserstoff	bei Rotglut oberflächlicher Angriff
Schwefeldioxyd	bei höheren Temperaturen Oxydation
Schwefelkohlenstoff	bei Rotglut Angriff



W O L F R A M

Lieferformen

Wolfram-Stäbe

Wir bezeichnen, unabhängig davon, ob die Lieferung in Ringen oder Einzelstäben erfolgt, sämtliches **Wolfram-Rundmaterial** bis herunter zu 1,1 mm Ø als **Wolfram-Stäbe**. Die Herstellung von Wolfram-Rundmaterial erfolgt durch **Hämmern** und **Ziehen**, wobei Stäbe mit folgenden Durchmessergrößen lieferbar sind:

Rundstäbe	gehämmert	gezogen
kleinster Durchmesser mm	1,1	1,1
größter normaler Durchmesser mm	22	5,0

Die dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßten **Ausführungsformen in der Oberflächenbeschaffenheit** sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3

Ausführungsformen von gehämmerten und gezogenen Wolfram-Stäben

Nr.	Bestellbezeichnung Art	Ausführung
1	glatt gehämmert, schwarz	Oberfläche weist glatte Hämmermarken auf und ist von einer Oxydschicht bedeckt
2	gereinigt, matt	wie 1, aber Oberfläche von Oxydschicht gereinigt
3	geschliffen, grob	wie 2, jedoch rund geschliffen, mit groben Schleifspuren (Stablänge höchstens 1,4 m)
4	geschliffen, fein	wie 3, jedoch mit zusätzlichem Feinschliff, Schleifriefen mit freiem Auge nicht erkennbar (Stablänge höchstens 1,4 m)
5	Einschmelzgüte EK	wie 4, jedoch absolut ohne Längsriefen (Stablänge höchstens 1,4 m)
6	gezogen, schwarz	gezogene Stäbe, Oberfläche von Graphitschicht bedeckt
7	gezogen, blank	wie 6, jedoch Oberfläche von Graphitschicht gereinigt (nur bis höchstens 2 mm Ø)

Die **Liefermaße** und **-gewichte** von **gehämmerten** und **gezogenen** Wolfram-Rundstäben sind in Tabelle 4, die **Durchmessertoleranzen** in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 4

Maße und Gewichte für gehämmerte und gezogene Wolfram-Stäbe

Durchmesser mm	Normale, größte Längen		kg/100 m etwa	m/kg etwa	Bemerkung
	gehämmert etwa m	gezogen			
1,0		156	1,50	67,0	Wenn nicht anders gewünscht, erfolgt die Lieferung in Ringen.
1,1		129	1,80	55,0	
1,2	wird nur gezogen	104	2,14	46,3	
1,3		92	2,52	39,4	
1,4		80	2,92	34,0	
1,5		70	3,35	29,6	
1,6		61	3,80	26,0	
1,7		54	4,30	23,0	
1,8		48	4,82	20,4	
1,9		43	5,37	19,0	



Fortsetzung von Tabelle 4

Durchmesser mm	Normale, größte Längen gehämmer gezogen etwa m		kg/100 m etwa	m/kg etwa	Bemerkung	
	wird nur gezogen	wird nur gehämmer				
2,0	wird nur gezogen	39	5,95	16,7	Wenn nicht anders gewünscht, erfolgt die Lieferung in Ringen	
2,2		32	7,20	13,8		
2,4		27	8,60	11,6		
2,6		23	10,10	9,9		
2,8		20	11,70	8,5		
3,0		17	17	13,40		7,4
3,5		13	13	18,25		5,5
4,0		10	10	23,80		4,16
4,5		7,5	7,5	30,00		3,33
5,0		6,3	6,3	37,20		2,66
5,5	wird nur gehämmer		45,00	2,20	Aus versandtechnischen Gründen können nur Längen von höchstens 7 m ge- liefert werden. Bei besonderer Versandart sind angeführte Längen nach Ver- einbarung lieferbar.	
6,0			53,50	1,85		
6,5			63,30	1,58		
7,0			73,00	1,36		
7,5			84,00	1,20		
8,0			96,00	1,04		
8,5			108,00	0,90		
9,0			121,00	0,82		
9,5			135,00	0,74		
10,0			150,00	0,67		
11,0	180,00	0,55				
12,0	214,00	0,464				
13,0	252,00	0,394				
14,0	292,00	0,340				
15,0	335,00	0,296				
16,0	380,00	0,260				
17,0	430,00	0,230				
18,0	482,00	0,204				
19,0	537,00	0,190				
20,0	595,00	0,167				
21,0	655,00	0,150				
22,0	720,00	0,138				

Lieferformen, Stäbe

Tabelle 5
Durchmessertoleranzen für Wolfram-Stäbe

Durchmesser mm	Toleranzen \pm mm					
	schwarz oder gereinigt, matt	geschliffen, grob	geschliffen, fein	EK Einschmelzgüte	Rundheit	gezogen, schwarz oder blank
1—3	0,060	0,040	0,020	0,020	0,020	0,010
über 3 bis 6	0,075	0,050	0,025	0,025	0,025	0,015
„ 6 „ 10	0,090	0,060	0,030	0,030	0,030	
„ 10 „ 18	0,110	0,075	0,035	0,035	0,035	
„ 18 „ 22	0,130	0,090	0,045	0,045	0,045	



W O L F R A M

Folgende **Lieferbedingungen** für Wolfram-Rundmaterial sind zu beachten:

Wolfram-Stäbe werden in den Durchmessern 1,1—2,0 mm nach Wahl in gebündelten Ringen oder in Einzelstäben geliefert (Ringdurchmesser je nach Stabdurchmesser, etwa 200—600 mm). Über 2,0 mm erfolgt die Lieferung nur in Einzelstäben, Herstellungslängen siehe Tabelle 4.

Größte Verpackungslänge von Einzelstäben bei Postversand etwa 1,4 m, bei Bahnversand etwa 7 m. **Landverpackung** in Holzkisten mit Sägemehl und Holzwole, **Überseeverpackung** in gelöteten Blechkisten.

Es empfiehlt sich, womöglich Stäbe in abgepaßten Längen zu bestellen. Hierbei sind etwa erforderliche Toleranzen für das Längenmaß zu nennen. Stets aber ist dabei anzugeben, ob die Stäbe „geradegerichtet“ sein sollen oder nicht.

Bei Bestellung von Wolfram-Stäben sind demnach folgende Angaben zu machen:

1. Verwendungszweck: z. B. für Glaseinschmelzung.
2. Durchmesser: Beachte Herstellungsgrenzen (Tabelle 4),
Durchmessertoleranzen (Tabelle 5).
3. Länge: Beachte Tabelle 4
(Längentoleranzen bei abgepaßten Stäben angeben).
4. Ausführungsform: a) Oberflächenbeschaffenheit nach Tabelle 3 angeben.
b) Lieferung in Ringen oder Einzelstäben.
c) Bei Einzelstäben angeben, ob „geradegerichtet“ oder nicht.
5. Verpackung: Land- oder Überseeverpackung.

Wolfram-Drähte

Wolfram-Drähte mit Durchmesser bis 1,1 mm gehören nicht zu unserem Erzeugungsprogramm. Bezüglich stärkerer Wolfram-Drähte vergleiche die Ausführungen unter „Wolfram-Stäbe“.

Wolfram-Bleche

Wir liefern Wolfram-Bleche bei einer Stärke von 0,025 bis 0,25 mm mit **blanker Oberfläche**, darüber hinaus **gebeizt**, in den **Toleranzen** und **Lieferabmessungen** gemäß Tabellen 6 und 7.

Tabelle 6
Stärkentoleranzen für Wolfram-Bleche

Stärke mm	Toleranz* mm
0,025 bis 0,03	0,003
über 0,03 „ 0,06	0,004
„ 0,06 „ 0,08	0,006
„ 0,08 „ 0,10	0,010
„ 0,10 „ 0,15	0,015
„ 0,15 „ 0,30	0,020

Stärke mm	Toleranz* mm
über 0,30 bis 0,40	0,030
„ 0,40 „ 0,60	0,040
„ 0,60 „ 0,80	0,050
„ 0,80 „ 1,00	0,080
„ 1,00	0,100

* Engere Toleranzen erfordern Sonderherstellung (Mehrpreis)



Tabelle 7
Größte Abmessungen von Wolfram-Blechen

Blechbreite mm	Blechstärke mm																							
	0,025 0,090	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4							
1-10	400																							
20	500																							
30	500																							
40	500															550	450							
50	500														550	480	450	340						
60	500													580	450	390	330	280						
70	500													480	390	330	280	230						
80	500													550	450	330	280	240	200					
90	500													480	370	290	240	210	175					
100	500													420	330	250	220	190	155					
110	500													580	380	280	220	195	170	135				
120	500													500	320	260	195	160	140	120				
130	500													570	500	430	300	240	180	150	130	110		
140	500													520	470	400	280	210	160	145	120	100		
150	500													480	420	390	265	190	150	130	110	95		
170	500													500	430	390	350	240	170	140	120	100	90	
														500	430	370	285	200	175	150	125	100	90	80

Größte Blechlänge mm

Bleche, Bänder

Wolfram-Bänder

Die Herstellung von Wolfram-Bändern erfolgt entweder durch **Schneiden von Blechen** oder durch **Flachwalzen von Stäben bzw. Drähten**. Je nach Herstellungsart ergibt sich ein Unterschied in den **Fabrikationslängen**. Aus Blech geschnittene Bänder sind verhältnismäßig kurz, während aus Draht gewalzte Bänder praktisch die Länge des eingesetzten Vormaterials haben. Auch die **Querschnittsform** der Bänder wird durch die Herstellungsart beeinflusst. Während aus Blech geschnittene Bänder ein genau rechteckiges Profil haben, sind gewalzte Bänder an den Schmalseiten etwas abgerundet.

Wir liefern geschnittene und gewalzte Wolfram-Bänder in den **Fabrikationsmaßen** gemäß Tabellen 8 und 9.

Tabelle 8
Fabrikationsmaße von geschnittenen Wolfram-Bändern

Stärke* mm	Kleinste Breite mm	Größte Länge
0,025 bis 0,050	2 ± 0,2	bis 0,8 mm Stärke: 400 mm
über 0,050 .. 0,10	3 ± 0,2	
.. 0,10 .. 0,30	5 ± 0,2	
.. 0,30 .. 0,50	10 ± 0,4	von 0,8 bis 3,0 mm Stärke: 250 mm
.. 0,50 .. 3,00	20 ± 0,5	

* Stärketoleranzen siehe Tabelle 6



W O L F R A M

Tabelle 9
Fabrikationsmaße von gewalzten Wolfram-Bändern

Maße in mm

Stärke	Kleinste Breite	Größte Breite	Stärke	Kleinste Breite	Größte Breite
0,015	0,10	2,0	0,20	0,60	6,0
0,020	0,10	2,0	0,25	0,70	6,0
0,025	0,10	2,5	0,30	0,80	6,0
0,030	0,10	3,0	0,35	0,90	6,0
0,035	0,10	3,0	0,40	1,00	6,0
0,040	0,20	3,0	0,45	1,20	6,0
0,045	0,20	3,5	0,50	1,50	6,0
0,050	0,20	4,5	0,60	1,50	7,0
0,060	0,20	4,5	0,70	1,50	7,0
0,070	0,25	4,5	0,80	1,50	7,0
0,080	0,25	4,5	0,90	2,00	10,0
0,090	0,30	5,0	1,00	2,00	10,0
0,100	0,30	5,5	1,20	2,5	10,0
0,120	0,35	5,5	1,50	2,5	10,0
0,150	0,40	5,5	1,80	3,0	10,0
0,180	0,50	5,5	2,00	3,0	10,0

Toleranzen von gewalzten Wolfram-Bändern

Stärke mm	Toleranz · mm
bis 0,020	0,001
über 0,020 „ 0,030	0,002
„ 0,030 „ 0,050	0,004
„ 0,050 „ 0,100	0,010
„ 0,100 „ 0,500	0,020
„ 0,500 „ 1,000	0,030
„ 1,000 „ 2,000	0,030

Breite mm	Toleranz · mm
bis 0,5	0,025
über 0,5 „ 2,0	0,030
„ 2,0 „ 5,0	0,050
„ 5,0 „ 10,0	0,100

Wolfram-Stifte

Als **Wolfram-Stifte** bezeichnen wir aus Wolfram-Stäben **geschnittene Stäbchen bis 100 mm Einzellänge**. Da diese Stifte für Einschmelzzwecke verwendet werden, kommen als Ausgangsmaterial Stäbe **geschliffen, fein** oder **Einschmelzqualität EK** in Betracht.

Ebenso wie Wolfram-Plättchen werden Wolfram-Stifte von Wolfram-Stäben mittels schnellaufender organisch gebundener Karborundumscheiben abgetrennt.

Für besondere Verwendungszwecke können Wolfram-Stifte auch **ein- oder beidseitig angespitzt oder abgerundet** geliefert werden.



Die **Durchmessertoleranzen** für Wolfram-Stifte sind die gleichen wie die für Wolfram-Stäbe (siehe Tabelle 5). Die gewünschte **Längentoleranz** sowie die Toleranzen für die Ausführung von angespitzten oder abgerundeten Enden bitten wir bei Bestellung jeweils anzugeben.

Die **Gewichte** von Wolfram-Stiften sind in Tabelle 10 zusammengestellt.

Tabelle 10
Gewichte von Wolfram-Stiften

Durchmesser mm	Gewicht kg/100 Stück etwa				
	Länge in mm				
	5	10	15	20	25
1,0	0,008	0,015	0,023	0,030	0,038
1,1	0,009	0,018	0,027	0,036	0,045
1,2	0,010	0,021	0,031	0,042	0,052
1,4	0,015	0,029	0,044	0,060	0,073
1,5	0,017	0,034	0,051	0,068	0,085
1,6	0,019	0,038	0,057	0,076	0,095
1,8	0,024	0,048	0,072	0,096	0,120
2,0	0,030	0,060	0,090	0,120	0,150
2,2	0,036	0,072	0,108	0,144	0,180
2,4	0,043	0,086	0,130	0,172	0,216
2,5	0,047	0,094	0,140	0,188	0,235
2,6	0,050	0,101	0,150	0,202	0,250
2,8	0,059	0,117	0,175	0,234	0,290
3,0	0,067	0,134	0,200	0,268	0,334
3,2	0,078	0,155	0,230	0,310	0,385
3,4	0,086	0,172	0,260	0,344	0,430
3,5	0,092	0,183	0,275	0,366	0,460
3,6	0,098	0,195	0,290	0,390	0,490
3,8	0,108	0,215	0,320	0,430	0,540
4,0	0,119	0,238	0,360	0,476	0,600
4,2	0,131	0,262	0,390	0,524	0,655
4,4	0,145	0,290	0,435	0,580	0,725
4,5	0,150	0,300	0,450	0,600	0,750
4,6	0,158	0,315	0,475	0,630	0,790
4,8	0,173	0,345	0,520	0,690	0,865
5,0	0,186	0,372	0,560	0,744	0,930

Stifte, Schweißelektroden

Wolfram-Schweißelektroden

Für das Arcatom-, Argonarc- bzw. Heliarc-Schweißverfahren liefern wir Schweißelektroden in nachstehenden Abmessungen:

Arcatom-Schweißstäbe: Durchmesser 1,5, 2, 3 und 4 mm, Länge 300 mm.



W O L F R A M

Schweißstäbe für das Argonarc- bzw. Heliarc-Verfahren:

Durchmesser mm	Länge mm	Durchmesser mm	Länge mm
1	150	2,5	175
1	175	3	150
1,5	150	3	175
1,5	175	4	175
2	150	4,5	175
2	175	5	175
2,5	150	6	175

Wolfram-Ronden

Als **Wolfram-Ronden** bezeichnen wir **runde Plättchen mit einem Durchmesser von mehr als 10 mm**. Diese Ronden werden nicht wie Wolfram-Plättchen aus Stäben geschnitten, sondern aus **Blech gestanzt**.

Mit Rücksicht auf die Verwendung dieser Ronden für Anoden in Röntgenröhren setzen wir ein besonders **rekristallisationsfestes Wolframmaterial** ein.

Ronden werden in folgenden Ausführungsformen geliefert:

1. **Gereinigt, matt.**
2. **Geschliffen** (allseitig, einseitig, einseitig und am Rand, nur am Rand).

Da in fast allen Fällen die Ronden für Röntgenanoden mit Kupfer hintergossen und auf einer Fläche nachgeschliffen werden, empfiehlt sich der Bezug in der Ausführung „**gereinigt, matt, nur am Rand geschliffen**“.

Die **Gewichte** von Wolfram-Ronden sind in Tabelle 11 zusammengestellt. Ebenfalls für Röntgenanoden liefern wir auch **rechteckige Wolfram-Platten** in allen gängigen Abmessungen.

Tabelle 11
Gewichte von Wolfram-Ronden

Durchmesser mm	Gewicht kg/100 Stück etwa				
	Blechstärke in mm				
	1	1,5	2	2,5	3
10	0,150	0,225	0,300	0,375	0,450
12	0,220	0,330	0,440	0,550	0,660
14	0,290	0,435	0,580	0,725	0,870
15	0,340	0,510	0,680	0,850	1,020
16	0,390	0,585	0,780	0,975	1,170
18	0,490	0,735	0,980	1,225	1,470
20	0,600	0,900	1,200	1,500	1,800
22	0,730	1,095	1,460	1,825	2,190



Fortsetzung von Tabelle 11

Durchmesser mm	Gewicht kg/100 Stück etwa				
	Blechstärke in mm				
	1	2	3	4	5
24	0,870	1,310	1,740	2,180	2,610
25	0,940	1,410	1,880	2,350	2,820
26	1,020	1,530	2,040	2,550	3,060
28	1,200	1,800	2,400	3,000	3,600
30	1,350	2,025	2,700	3,380	4,050
32	1,540	2,300	3,080	3,850	4,620
34	1,730	2,600	3,460	4,330	5,190
35	1,840	2,760	3,680	4,600	5,520
36	1,950	2,930	3,900	4,860	5,850
38	2,170	3,260	4,340	5,420	6,510
40	2,400	3,600	4,800	6,000	7,200
42	2,700	4,050	5,400	6,750	8,100
44	2,900	4,350	5,800	7,250	8,700
45	3,100	4,650	6,200	7,750	9,300
46	3,200	4,800	6,400	8,000	9,600
48	3,450	5,180	6,900	8,650	10,350
50	3,750	5,630	7,500	9,400	11,250



Rondan, Plättchen

Abb. 18. Wolfram-Plättchen, Kontaktnieten mit aufgelöteten Plättchen und Formstücken aus Wolfram für Kontaktzwecke.



Wolfram-Plättchen

Als **Wolfram-Plättchen** bezeichnen wir **zylindrische Formstücke von 2 bis 10 mm Durchmesser und einer Mindeststärke von 0,7 mm.**

Die Plättchen werden vorwiegend **aus Stäben geschnitten.** Je nach der verlangten Durchmessertoleranz geht man von glatt gehämmerten oder fein geschliffenen Stäben aus und trennt die Plättchen auf Schneidautomaten durch schnelllaufende organisch gebundene Karborundumscheiben ab (Abb. 18).

Die **Durchmessertoleranz** der Plättchen entspricht den Toleranzen der Ausgangsstäbe (siehe Tabelle 5).

Die **Stärkeltoleranz** beträgt $\pm 0,05$ mm.

Die **Gewichte** von Wolfram-Plättchen sind in Tabelle 12 zusammengestellt.

Weitere Einzelheiten über die Lieferung von Wolfram-Plättchen für Kontaktzwecke sind unserer Druckschrift **ELMET-Kontaktwerkstoffe** zu entnehmen.

Tabelle 12

Gewichte von Wolfram-Plättchen (Stärke 1 mm)

Durchmesser mm	Gewicht kg/1000 Stück etwa	Durchmesser mm	Gewicht kg/1000 Stück etwa
3,0	0,135	6,6	0,650
3,2	0,155	6,8	0,700
3,4	0,175	7,0	0,740
3,5	0,185	7,2	0,780
3,6	0,195	7,4	0,820
3,8	0,215	7,5	0,850
4,0	0,240	7,6	0,860
4,2	0,270	7,8	0,910
4,4	0,300	8,0	0,960
4,5	0,310	8,2	1,000
4,6	0,320	8,4	1,060
4,8	0,350	8,5	1,080
5,0	0,380	8,6	1,100
5,2	0,410	8,8	1,160
5,4	0,440	9,0	1,220
5,5	0,460	9,2	1,270
5,6	0,470	9,4	1,320
5,8	0,500	9,5	1,350
6,0	0,540	9,6	1,380
6,2	0,580	9,8	1,440
6,4	0,610	10,0	1,500
6,5	0,640		

W O L F R A M

Wolfram-Rohre

Für Spezialzwecke, insbesondere für kleine **Hochtemperaturöfen**, liefern wir aus Blech gebogene **Wolfram-Rohre**. Da die Verbindung der zusammenstoßenden Kanten der Rohre nicht wie bei Molybdän durch Falzen ausgeführt werden kann, liefern wir die Rohre mit zusammenstoßenden oder überlappten Kanten. Es besteht auch die Möglichkeit, die Kanten durch kleine Wolframdrahtschleifen zusammenzuhalten oder Verstärkungsringe aus Molybdän an beiden Enden des Rohres anzubringen.

Wir liefern Wolfram-Rohre nach Zeichnung auf Anfrage.

Wolfram-Schiffchen

Schiffchen aus Wolfram verwendet man hauptsächlich für **Glühungen bei sehr hohen Temperaturen**. Sie werden von uns aus Wolfram-Blechen besonderer Qualität hergestellt. Da sich Wolfram erheblich schwieriger verformen läßt als Molybdän, ist man in der Formenauswahl beschränkt. Die Herstellung von Wolfram-Schiffchen erfordert auch größere Erfahrungen.

Wir liefern Wolfram-Schiffchen **in allen gängigen Formen und Größen nach Zeichnung** auf Anfrage.

Eine Auswahl von Wolfram-Schiffchen und -Glühunterlagen ist in Abb. 19 und 20 zu sehen.



Abb. 19. Wolfram-Schiffchen.

Rohre, Schiffchen



W O L F R A M



Abb. 20. Wolfram-Glühunterlagen.

Wolfram-Anoden

Wir erzeugen **Wolfram-Anoden** verschiedenster Ausführung für **Röntgenröhren** aller Art, wobei wir bei der Herstellung über sehr weitgehende Erfahrungen verfügen. Das von uns für diesen Zweck verwendete **besonders rekristallisationsfeste Wolframmaterial** gewährleistet **größte Betriebssicherheit** auch bei **höchsten Belastungen** und sehr **langer Betriebsdauer**.

Wir liefern **alle Arten von Röntgenanoden**, insbesondere mit **Kupfer hintergossene Anoden** sowie **Telleranoden (Drehanoden)** in **allen gängigen Formen nach Zeichnung** auf Anfrage.

Abb. 21 zeigt eine Auswahl von feststehenden Anoden, Abb. 22 Ausführungsformen von Drehanoden.

Drehanoden liefern wir bis zu den größten heute gebräuchlichen Durchmessern. Üblicherweise ist die Oberfläche **hochglänzend geschliffen**. Auf Wunsch liefern wir neuerdings unsere Telleranoden auch **hochglanzpoliert**.

Angaben über die Lieferformen der für hintergossene Anoden erforderlichen Wolfram-Ronden und -Platten werden auf Seite 22 gemacht.

Wolfram-Formteile

Außer den bereits genannten Fertigerzeugnissen liefern wir ferner auf Anfrage aus unserem Vormaterial (Abmessungen siehe Seite 2) hergestellte **Wolfram-Formteile aller Art nach Zeichnung**.

Als Beispiele führen wir an:

Glühunterlagen, Tiegel, Elektroden, Kontakte, Rohre, Spezialheizwendel u. a.

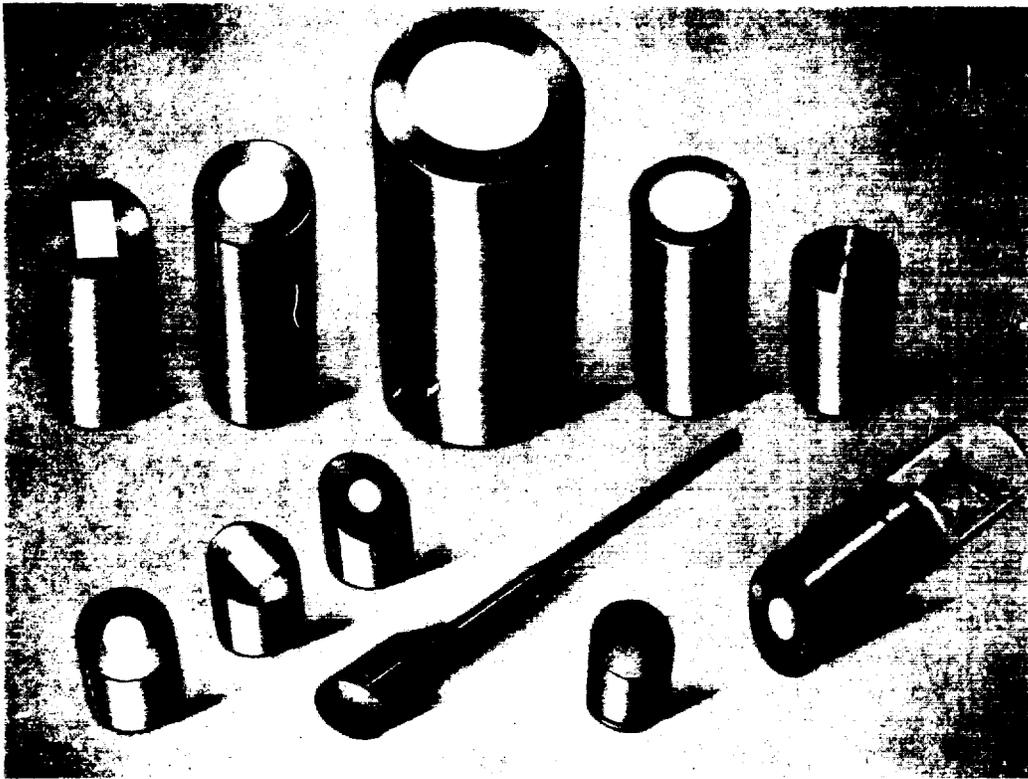


Abb. 21. Feststehende Röntgenanoden, Anodenkeulen und mit Kupfer hintergossene Wolfram-Ronden.

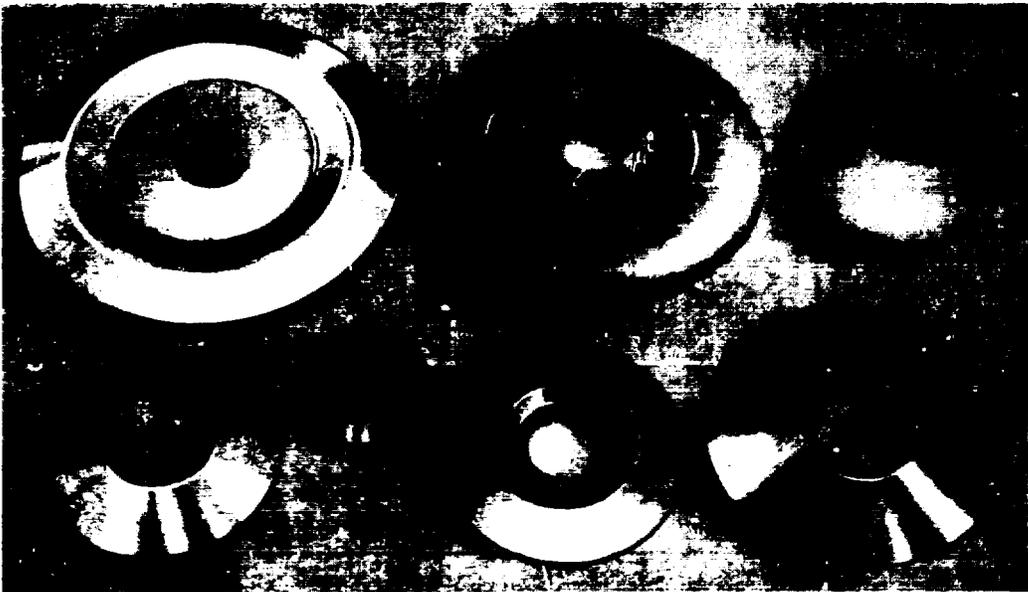


Abb. 22. Wolfram-Teile für Röntgen-Drehanoden.

Anoden, Formteile



W O L F R A M

Verarbeitung von Wolfram-Halbzeug

Bei der Verarbeitung von Wolfram sind wegen der großen Härte und geringen Duktilität bei Raumtemperatur besondere Vorschriften zu beachten. Im Vergleich zu Molybdän sind daher die Schwierigkeiten bei der spanlosen und spanabhebenden Formgebung weit größer. Man muß sich daher bei der Herstellung von Teilen aus Halbzeug auf verhältnismäßig einfache Formen beschränken.

Spanlose Formgebung

Für das **Schneiden** von **Blechen** sind scharfkantige Werkzeuge erforderlich, die Bleche müssen je nach Stärke auf 400—1000° angewärmt werden. Das **Schneiden** von **Stäben** erfolgt mittels dünner, organisch gebundener Karborundumtrennscheiben unter Wasserkühlung (Umfangsgeschwindigkeit etwa 40 m/Sekunde).

Das **Biegen** von **Blechen** erfolgt zweckmäßig bei 800—1000°.

Zum **Stanzen** von **Ronden** aus Blechen müssen Werkzeuge mit scharfen Kanten verwendet werden. Da stärkere Bleche bis auf etwa 1000° vorgewärmt werden müssen, sind für die Werkzeuge nur hochlegierte Warmarbeitsstähle oder noch besser Hartmetall geeignet. Wolframbleche können bei hohen Temperaturen auch bei größeren Blechstärken (bis 5 mm) in beachtlichem Umfang durch **Prägen** verformt werden. Ein **Tiefziehen** ist jedoch im allgemeinen nicht möglich.

Auch ein **Biegen** von **stärkeren Stäben** ist nur bei Rotwärme möglich. Elektrolytisch polierte Stäbe bis etwa 3 mm Ø können allerdings bis zu einem gewissen Grade kalt gebogen werden.

Auf die Verarbeitung von Wolfram-Drähten zu Glühspiralen durch **Wendeln** soll hier nicht näher eingegangen werden.

Spanabhebende Formgebung

Wolfram ist ein kurzspanender Werkstoff. Wegen seiner hohen Härte kommen für das **Drehen**, **Fräsen** und **Bohren** nur Hartmetallwerkzeuge (Sorte H2) in Frage. Der Spanwinkel soll etwa 20—25°, der Freiwinkel 5—8° betragen.

Die Schnittbedingungen sind:

Schnittgeschwindigkeit: 20 bis 30 m/Minute,
Vorschub: 0,010 bis 0,15 mm/U,
Spantiefe: 0,5 bis 1 mm.

Wolfram-Formstücke werden meist durch **Schleifen** auf Maß gebracht. Dazu werden Siliziumkarbidscheiben der Härte J bis L, Körnung 100—120, bei einer Schleifgeschwindigkeit von 35 bis 40 m/Sekunde benutzt. Für gute Kühlung durch ununterbrochene Wasserzufuhr ist Sorge zu tragen.

Verbindungsmöglichkeiten

Wolfram läßt sich nicht **falzen** und **nieten**. Es läßt sich jedoch, auf höhere Temperatur erwärmt, in gewissem Ausmaße **stauchen**. **Schweißen** ist möglich. Vorgezogen werden im allgemeinen **Lötverbindungen**. Über das **Einschmelzen** in Gläser, welches leicht durchführbar ist, siehe die Angaben auf Seite 32.

W O L F R A M

Anwendungsgebiete von Wolfram

Wolfram in der Hochvakuumtechnik

Das Hauptanwendungsgebiet von Wolfram liegt wegen seines hohen Schmelzpunktes und seines niedrigen Dampfdruckes in der Glühlampenindustrie und in der Hochvakuum-Röhrentechnik. In letzterem Falle spielt die Elektronenemission eine besondere Rolle, da man wegen des hohen Schmelzpunktes von Wolfram mit hohen Betriebstemperaturen arbeiten kann.

Wolfram für Glühlampen

Nach langen, vielseitigen Versuchen mit verschiedenen Werkstoffen hat sich Wolfram, seitdem es in Drahtform in hervorragender Qualität hergestellt wird, als Material für die Leuchtwendeln der elektrischen Glühlampen durchgesetzt. An die heute für die Herstellung von Einfach- und Doppelwendeln benötigten Wolfram-Drähte werden höchste Anforderungen bezüglich Durchmessertoleranzen und Rundheit des Querschnittes gestellt. Die Rekrystallisation bei den hohen Betriebstemperaturen wird durch entsprechende Zusätze gehemmt, so daß ein „Durchhängen“ der Glühspiralen weitgehend verhindert wird. **Sogenannte NS-Drähte** und **thorierte Wolfram-Drähte** kommen den heutigen hochgestellten Anforderungen der Glühlampentechnik weitgehend nach.

Wolfram in Röntgenröhren

In der Röntgenröhre sind zwei Bauelemente von größter Bedeutung, nämlich die **Kathode**, welche die erforderlichen Elektronen liefert, und die **Anode**, auf der durch Aufprall der hochbeschleunigten Elektronen die Röntgenstrahlen entstehen.

Wolfram erfüllt die an die **Kathoden von Röntgenröhren** wie auch **Hochspannungsventilen** gestellten Anforderungen in hervorragender Weise. Sein hoher Schmelzpunkt erlaubt eine dauernde Erhitzung des Kathodenglühdrahtes auf 2200—2400°, wobei eine ausreichende Elektronenemission stattfindet. Der Dampfdruck des Wolframs ist auch bei höchsten Temperaturen so gering, daß im Betrieb eine Verschlechterung des Vakuums nicht zu befürchten ist. Die spiralförmigen Kathoden von Röntgenröhren, welche nach besonderen Verfahren hergestellt werden, dürfen sich auch bei den hohen Arbeitstemperaturen weder in der Form noch im Gefüge verändern. Durch Verwendung von NS-Drähten kann man diese Forderungen weitgehend erfüllen.

Einer wohl noch größeren Beanspruchung unterliegen die **Anoden in Röntgenröhren**. Im Betrieb werden diese örtlich am Fokus bzw. an der Fokusbahn sehr hohen Temperaturwechselbeanspruchungen ausgesetzt. Wolfram eignet sich als Anodenmaterial nicht nur wegen seines sehr hohen Schmelzpunktes und seiner hohen mechanischen Festigkeit, sondern auch wegen der hohen Ordnungszahl im Periodensystem. Bekanntlich nimmt der Nutzeffekt bei der Erzeugung von Röntgenbremsstrahlen mit der Ordnungszahl des von den Elektronen getroffenen Elementes zu.

Die Energie des von der Kathode ausgehenden Elektronenstromes wird an der Anode fast restlos in Wärme umgesetzt. Zur Abführung der großen Wärmemengen stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung: Wärmeleitung und Wärmestrahlung. Wolfram besitzt eine verhältnismäßig gute Wärmeleitfähigkeit. Um aber unzulässige Wärmestauungen im

 **W O L F R A M**

Material nach Möglichkeit zu vermeiden und die entstehende Wärme rasch abzuleiten, wird nur der Brennfleckspiegel aus einer verhältnismäßig dünnen Wolfram-Ronde gemacht und diese mit Kupfer, das bekanntlich eine hervorragende Wärmeleitfähigkeit hat, hintergossen. Die Wärmeabfuhr aus dem Kupfer selbst kann entweder durch Luft- oder durch Wasserkühlung erfolgen.

Um einen sicheren Wärmeübergang zwischen dem Wolfram und dem Kupfer zu erzielen, muß der Kontakt zwischen den beiden Materialien äußerst innig sein. Bei der außerordentlich schnellen Erhitzung des Wolfram-Spiegels treten auch infolge der verschiedenen Wärmeausdehnung zwischen den beiden Materialien große mechanische Spannungen auf. Sie können bei nicht fester Bindung zwischen Spiegel und Untergrund zu



Abb. 23. Montierte Drahtanode einer Röntgenröhre. Der Wolfram-Teil ist mittels Mutter und Gegenmutter auf einer Moxybän-Welle befestigt. (Firma Radiolab, Paris)



einer Trennung führen, die ebenfalls die gute Wärmeabfuhr verhindert. Aus allen diesen Gründen verbindet man die beiden Metalle unmittelbar miteinander, indem man den Wolframspiegel in neutraler Atmosphäre oder im Vakuum mit flüssigem Kupfer umgießt (siehe Abb. 21).

Insbesondere in Diagnostikröhren für medizinische Zwecke, bei denen sehr hohe Belastungen auftreten, werden **Drehanoden** benutzt (siehe Abb. 22). Bei derartigen Röhren wird die profilierte, tellerförmige Anode, welche auf einer Molybdänwelle befestigt ist, mittels eines Kurzschlußmotors, dessen Läufer sich im Inneren der Röhre, also im Hochvakuum, befindet und auf den von außen ein Feld angelegt wird, in rasche Rotation versetzt (etwa 2800 Umdrehungen/Minute) (Abb. 23). Durch diesen Kunstgriff werden der thermischen Beanspruchung durch die im Brennfleck aufprallenden Elektronen stets neue, noch nicht belastete, bzw. durch Abstrahlung thermisch bereits entlastete Flächenteile nur ganz kurzzeitig ausgesetzt. Die Wärmekapazität einer solchen Anordnung kann also auf diese Weise erheblich besser ausgenutzt werden, da die Wärmestauungen am Brennfleck bedeutend verringert werden. Die an der Brennbahn erzeugte Wärme wird an die gesamte Anodenmasse weitergegeben und von dieser vornehmlich durch Strahlung nach außen abgeleitet.

Die Herstellung von Wolfram-Anoden für Röntgenröhren erfordert **große Materialkenntnis** und **langjährige Betriebserfahrung**. Bedenkt man, daß in der Röhre der Teller innerhalb von Sekundenbruchteilen punktförmig auf eine Temperatur von etwa 3000° gebracht wird und mit einer Drehzahl von etwa 50 Umdrehungen pro Sekunde rotiert, dann wird man verstehen, welchen gewaltigen Beanspruchungen das Material thermisch und mechanisch ausgesetzt ist. Hier können kleinste mechanische Spannungen im Teller, kleine Unterschiede in der Korngrenzenfestigkeit und geringfügige Unregelmäßigkeiten im Gefüge Ursache der Zerstörung der Anode und der wertvollen Röhre bereits nach einigen Belastungen sein.

Nach **langjährigen Entwicklungsarbeiten** ist es uns gelungen, ein **rekristallisationsträges Wolfram für Röntgenanoden** zu erzeugen, welches weitgehend den hochgestellten Anforderungen der Röntgenröhrentechnik genügt. Jede für die Herstellung von Anoden verwendete Wolframcharge wird sorgfältig auf ihr Rekristallisationsverhalten untersucht, und die Teller werden während der Fabrikation und vor der Auslieferung genauestens geprüft. Durch ein besonderes Verfahren versehen wir die Oberfläche von Telleranoden auf Wunsch mit einer **Hochglanzpolitur**.

Wolfram in Elektronenröhren

Neben der schon erwähnten Verwendung in Röntgenröhren und Hochspannungsventilen findet Wolfram ausgedehnte Anwendung für **direkt** und **indirekt geheizte Kathoden** sowie **Konstruktionsteile** aller Art in **Elektronenröhren**.

Das Emissionsvermögen von Wolfram ist an sich bei niedrigen Temperaturen nicht sehr groß. Da aber **Wolfram-Kathoden** bei sehr hohen Temperaturen betrieben werden können, erzielt man mit diesen trotzdem eine für viele Zwecke ausreichende Elektronenemission, die sich durch große Gleichmäßigkeit auszeichnet. Da Wolfram-Feindrähte nicht zu unserem Erzeugungsprogramm gehören, soll auf die verschiedenen Ausführungsformen von Wolfram-Kathoden nicht näher eingegangen werden.



W O L F R A M

Die Anforderungen, welche an Wolfram-Drähte für Glühkathoden gestellt werden, sind sehr hohe und entsprechen etwa denen für Leuchtwendeln in Glühlampen. Als brauchbar haben sich nur Wolfram-Drähte höchster Gleichmäßigkeit mit günstigem Rekristallisationsverhalten erwiesen.

Wegen der hohen Warmfestigkeit und der anderen vakuumtechnisch günstigen Eigenschaften eignet sich Wolfram ferner ausgezeichnet für **thermisch hochbeanspruchte Elektroden** sowie **Halte- und Konstruktionsteile** aller Art in Sende- und Verstärkerröhren. Ein besonderes Anwendungsgebiet von Wolfram im Röhrenbau sind federnde Teile, z. B. **Spannfedern für Glühkathoden**. In diesem Falle erweist sich der auch noch bei hohen Temperaturen hohe Elastizitäts- und Torsionsmodul des Wolframs als sehr vorteilhaft.

Wolfram als Einschmelzwerkstoff

Wolfram hat eine lineare Ausdehnungscharakteristik; der Ausdehnungskoeffizient, gemessen zwischen 20 und 700°, beträgt $4,3 \cdot 10^{-6}$. Das Fehlen von Ausdehnungsanomalien (Knickpunkten) ermöglicht die Verschmelzung mit allen Gläsern, die ungefähr den gleichen Ausdehnungskoeffizienten zwischen Raumtemperatur und Transformationstemperatur besitzen. Aus diesem Grunde ist Wolfram der **geeignetste Einschmelzwerkstoff** für harte und härteste Gläser mit einer Transformationstemperatur unterhalb 700°. Solche technische Spezialgläser stehen heute in hervorragender Qualität zur Verfügung. Wolfram wird in so reiner Form und so gleichmäßig bearbeitet hergestellt, daß die Ausdehnungseigenschaften der verschiedenen Lieferungen praktisch nicht voneinander abweichen. Mit einem entsprechenden Einschmelzglas und einer einmal erprobten Herstellungstechnik lassen sich mit unserem Wolfram **Einschmelzungen absoluter Gleichmäßigkeit und Güte** erzielen. Da Hartgläser eine große Festigkeit besitzen, erübrigt sich im allgemeinen ein längeres Tempern der hergestellten Glas-Metall-Verschmelzungen. Es genügt nach der Herstellung ein kräftiges nochmaliges Erhitzen bei Temperaturen oberhalb des Transformationspunktes des verwendeten Glases, um die Verschmelzung genügend zu entspannen. Die Abkühlung kann in Temperöfen oder in der Gebläseflamme selbst ziemlich rasch erfolgen.

Da Wolframoxyde sich leicht in Glas lösen, haftet das Glas an dem Metall sehr gut und ergibt bei richtiger Einschmelztechnik eine absolut dichte Einschmelzung. Voraussetzung für einwandfreies Haften ist das richtige Voroxydieren des Wolframs, bevor das Material mit dem Glas in Berührung kommt. Dies gelingt nach einiger Übung leicht, vorausgesetzt, daß die Stäbe einwandfrei geschliffen sind. Die Voroxydation erfolgt am zweckmäßigsten durch ein kurzes Vorerhitzen in einer Gas-Luft-Gebläse-Flamme mit hohem Sauerstoffzusatz. Die Oxydation darf keinesfalls zu weit getrieben werden, weil sonst die zu starken Oxydschichten nicht mehr vom Glas gelöst werden können. Das erhitzte Metall wird nun innerhalb der Flamme mit Hilfe eines Vollglasstabes gleichmäßig mit Glas bewickelt und dann weiter verschmolzen.

Bei Wolfram ist die Gefahr einer zu starken Oxydation wesentlich geringer als bei Molybdän. Aus diesem Grund und wegen der hohen Schmelzpunkte der verwendeten sehr harten Gläser liegen die Oxydations- und Einschmelztemperatur gleichfalls hoch. Infolgedessen arbeitet man mit hohem Sauerstoffzusatz zur Gasflamme, gegebenenfalls mit reiner Knallgasflamme. Die günstigste Einschmelztemperatur liegt, je nach dem Viskositätsverlauf des betreffenden Hartglases, zwischen 1000 und 1200°.



Bei einer anderen Herstellungsart wird über den voroxydierten Einschmelzstab, nachdem er etwas abgekühlt ist — er zeigt dann eine blaue Anlauffarbe von niedrigen Oxyden —, ein gut passendes Röhrchen aus dem Einschmelzglas geschoben. Das Glasröhrchen wird dann von einer Seite her über die ganze Länge erhitzt und mit einer Spachtel gleichmäßig gegen den Einschmelzdraht gepreßt. Hierbei ist darauf zu achten, daß keine Luft-einschlüsse an der Grenzfläche zwischen Glas und Metall zurückbleiben. Eine einwandfreie Einschmelzung mit Wolfram zeigt an der Grenzfläche des Glases eine rötliche Färbung. Die so vorbereiteten Einschmelzstäbe können dann mit einem Glasteller verbunden oder auch in normale Quetschfüße eingequetscht werden. Ein direktes Einschmelzen von nicht mit Glas vorbereiteten Stäben in Quetschfüße empfiehlt sich nicht.

Wolfram als Kontaktwerkstoff

Wegen seines hohen Schmelzpunktes, seines niedrigen Dampfdruckes und seiner geringen Neigung zur Werkstoffwanderung im elektrischen Funken und Lichtbogen ist **Wolfram besonders als Kontaktwerkstoff geeignet**. Das für Kontakte geeignete Material soll möglichst rein und feinkörnig sein und Faserstruktur senkrecht zur Oberfläche aufweisen. Die Kontaktplättchen werden daher nicht aus Blechen gestanzt, sondern mittels Trennscheiben von Wolfram-Stäben abgeschnitten. Wolfram-Kontakte finden eine umfassende Anwendung in **Zündunterbrechern** und **Spannungsreglern** im Kraftfahrzeugbau sowie in **Relais, Steuergeräten, Zerkhackern** u. a.

Bei diesen Anwendungsgebieten werden nur kleine Leistungen geschaltet, so daß durch die beim Schalten auftretenden geringen Lichtbogen- oder Funkenentladungen eine übermäßige Oxydation der Kontakte nicht zu befürchten ist. Gegen den durch die Schalthäufigkeit dieser Kontakte bedingten starken mechanischen Verschleiß erweist sich das harte Wolfram als sehr widerstandsfähig.

Im allgemeinen werden flach-zylindrische Wolfram-Plättchen auf Stahl-, Kupfer- bzw. Silbernielen aufgelötet (siehe Abb. 18). Bei Stahlnielen verwendet man Kupfer- bzw. Kupfer-Nickel-Lote, bei Kupfer- und Silbernielen Lote mit mittleren Schmelzpunkten. Sehr oft werden Wolfram-Plättchen direkt auf den Kontaktträger (Bügel) aufgelötet. Mitunter erfolgt die Verbindung durch Schweißen.

Auch in der **Starkstromtechnik** wird Wolfram mit Erfolg als Kontaktwerkstoff eingesetzt. Man verwendet in den modernen **öllosen Hochleistungsschaltern** **Abbrechkontakte** aus Wolfram. Das günstige Verhalten von Wolfram ist hier in erster Linie auf seine hohe Schmelztemperatur, die hohe Verdampfungstemperatur und gute Wärmeleitfähigkeit zurückzuführen. Meist verbindet man in Hochspannungsschaltern Wolfram-Stifte oder -Platten mit massiven Kupferteilen und erreicht dadurch eine sehr wirksame Wärmeableitung vom Kontakt. Die Verbindung der Formstücke mit Kupfer geschieht durch Hintergießen unter Schutzgas oder im Vakuum.

Wolfram für Schweißelektroden

Während bei der üblichen Lichtbogenschweißung im allgemeinen die Elektrode abschmilzt, geht beim **Arcatom-, Argonarc- und Heliarc-Schweißverfahren** das Elektrodenmaterial nicht in das Schweißgut über. Da die Lichtbogentemperatur etwa 4000° beträgt, sind nur Werkstoffe mit höchsten Schmelzpunkten geeignet. Bei diesen Schweißverfahren wird daher ausschließlich Wolfram als Elektrodenwerkstoff verwendet. Um das Wolfram vor



W O L F R A M

dem oxydierenden Einfluß der Luft zu schützen, werden die Elektroden und die Schweißstelle durch Zufuhr von Wasserstoff in einen Schutzgasmantel eingehüllt. Im Lichtbogen dissoziiert dabei der Wasserstoff, während am Lichtbogenrand eine Wiedervereinigung des **atomaren** Wasserstoffes zu Molekülen und deren Verbrennung stattfindet. Die dabei frei werdende Wärme wird neben der Lichtbogenwärme dem zu schweißenden Werkstück zugeführt. Gleichzeitig wirkt die Flamme stark reduzierend und schützt Elektroden und Werkstück (**Arcatom-Verfahren**).

Beim **Argonarc-** bzw. **Heliarc-Verfahren** wird der Lichtbogen zwischen **einer** Wolframelektrode und dem Werkstück gezogen. Durch die Edelgase **Argon** bzw. **Helium** wird das Schweißgut gegen jede Oxydation geschützt.

Die Elektrodenstäbe für die genannten Schweißverfahren bestehen entweder aus **reinstem Wolfram** oder **Wolfram mit Zusätzen bis etwa 2% Thoriumoxyd**. Thoriierte Wolframelektroden können höher belastet werden, brauchen geringere Anwärmzeiten, zünden rascher, ergeben einen stabileren Bogen, verbrauchen sich langsamer und arbeiten daher, insbesondere beim Argonarc- und Heliarc-Verfahren, wo man mit Schutzgas sparsam umgehen muß, rascher und daher wirtschaftlicher.

Wolfram als Elektrodenwerkstoff für Widerstandsschweißung

Die elektrische Widerstandsschweißung wurde bisher hauptsächlich bei der Verarbeitung von Eisen und Stahl angewandt, wobei als Elektrodenwerkstoffe Kupferlegierungen guter Leitfähigkeit und höherer Härte als reines Elektrolytkupfer dienten. Nicht allein die hohe Leitfähigkeit ist für das gute Verhalten von derartigen Werkstoffen ausschlaggebend, sondern auch der Umstand, daß zwischen dem zu schweißenden Werkstück und der Elektrode keine Legierungsbildung eintritt.

Wolfram hat nun eine verhältnismäßig gute Leitfähigkeit, einen sehr hohen Schmelzpunkt, eine sehr hohe Kalt- und Warmhärte und legiert praktisch nicht mit Metallen wie Kupfer, Silber, Gold und Legierungen wie Bronze, Messing u. a. Bei Verwendung entsprechender Maschinen kann daher Wolfram mit bestem Erfolg als **Elektrodenwerkstoff für die Widerstandsschweißung von Metallen und Legierungen mit mittlerer und hoher Leitfähigkeit** eingesetzt werden.

Da man aus Wolfram wegen der schweren Bearbeitbarkeit keine komplizierten Elektroden herstellen kann, und da außerdem dafür gesorgt werden muß, daß die Wärme von der Elektrode rasch abgeführt wird, verwendet man Wolfram-Kupfer-Kombinationen, z. B. wird ein Wolfram-Stift in Kupfer eingesetzt und ragt nur etwa 1—2 mm aus dem Kupferträger heraus. Die Verbindung zwischen Wolfram und Kupfer geschieht durch Hingießen unter Schutzgas oder im Vakuum.

Es empfiehlt sich, die Schweißmaschinen so zu dimensionieren, daß man mit hohen Stromstößen bei kürzesten Schweißzeiten arbeiten kann.

Wolfram als Elektrodenwerkstoff für Zündkerzen

An sich ist Wolfram infolge seiner hervorragenden Beständigkeit im Lichtbogen der geeignete Werkstoff für Zündkerzenelektroden. Der hohe Preis und auch die verhältnismäßig

W O L F R A M



geringe Duktilität haben jedoch die verbreitete Anwendung bisher verhindert. Für **Hochleistungszündkerzen** haben sich Wolfram-Elektroden, die in einem Kupferträger nach einem Spezialverfahren befestigt werden, aber bewährt.

Bei Zündkerzenelektroden besteht nur die Elektrodenspitze, die im Verbrennungsraum liegt, aus Wolfram, während der Schaft der Elektrode aus Kupfer hergestellt ist. Diese Kombination wird sowohl für Mittel- als auch für Körperelektroden angewendet. Die etwas angespitzten Wolfram-Stifte aus Material höchster Reinheit werden mit dem Kupferschaft ohne Zwischenschicht verbunden, wobei eine möglichst hohe Festigkeit an der Trennschicht angestrebt werden muß, denn ein Absplittern des Wolframs könnte die Zerstörung des Zylinders und Kolbens zur Folge haben. Man hintergießt daher, ähnlich wie bei der Herstellung von Anoden für Röntgenröhren (Stehanoden), die Wolfram-Stifte unter Schutzgas oder im Vakuum mit Kupfer. Da das Kupfer nach dem Gießen nur die Festigkeit und Härte des Gußwerkstoffes hat, werden die Elektroden am Kupferteil vor dem Einbau in die Kerze durch Hämmern verdichtet und kaltverfestigt.

Mit derartigen Wolfram-Elektroden ausgerüstete Zündkerzen haben sich insbesondere in **Hochleistungsflugmotoren** bewährt.

Wolfram in Hochtemperaturöfen

In kleineren Laboratoriumsöfen für Temperaturen bis 3000°, die unter Schutzgas oder im Vakuum arbeiten, wird Wolfram als Heizleiterwerkstoff mit bestem Erfolg verwendet. Die große Zahl der Ofenkonstruktionen, auf welche hier im einzelnen nicht eingegangen werden soll, kann man je nach Ausbildung der Heizkörper in zwei Gruppen unterteilen,

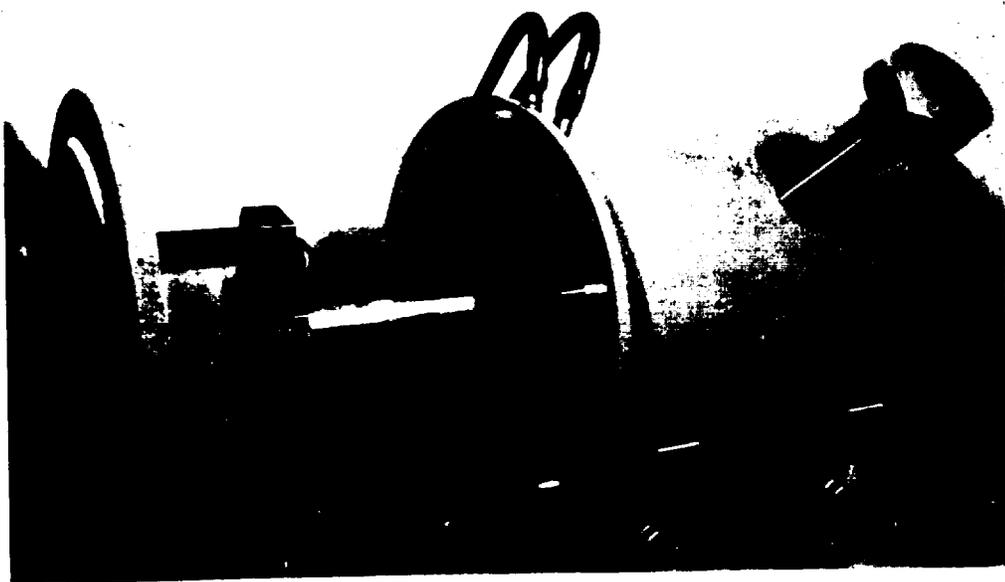


Abb. 24. Innenansicht eines Wolfram-Chamrofers für Temperaturen bis 2500°.



nämlich in **Wolfram-Wendelöfen** und **Wolfram-Rohröfen**. Bei der erstgenannten Ausführung wird Wolfram-Draht oder -Band auf ein keramisches Trägerrohr aufgewickelt. Für Temperaturen bis etwa 1800° eignen sich Rohre aus Sintertonerde, bis etwa 2600° solche aus Zirkonoxyd.

Die Heizkörper für Wolfram-Rohröfen werden entweder aus entsprechend starken Blechen gebogen oder aus gesinterten bzw. geschmiedeten Stäben herausgearbeitet. Dem Rohr wird dann über wassergekühlte Kontakte unter Schutzgas (Wasserstoff, Edelgas) oder unter Vakuum die erforderliche Strommenge zugeführt (Abb. 24).

Da Wolfram ein guter metallischer Leiter ist und der Widerstand sehr stark von der Temperatur abhängt, sind bei Wolfram-Ofen regelbare Vorschalt-Transformatoren erforderlich. Beim Betrieb von Wolfram-Ofen sind im allgemeinen die auch bei Ofen mit Molybdänheizleitern gültigen Vorschriften zu beachten (vgl. unsere Molybdän-Broschüre).

Neuerdings findet Wolfram als **Elektrodenwerkstoff** in **Lichtbogenöfen** zum Niederschmelzen von Titan, Zirkon, Chrom u. a. hochschmelzenden, oxydationsempfindlichen Metallen und deren Legierungen Verwendung. Die Elektrode und das Schmelzgut werden dabei entweder durch Hochvakuum oder durch Edelgase (Argon, Helium) vor Oxydation geschützt.

Für **Hochtemperaturglühungen** und **Verdampfungsoperationen** werden Schiffchen und Glühunterlagen aus Wolfram-Blechen bzw. Wolfram-Stäben benutzt (siehe Abb. 20). In den neuerdings vielfach verwendeten **Hochvakuum-Aufdampfapparaturen** wird das Wolfram-Schiffchen samt Inhalt im direkten Stromdurchgang auf die entsprechende, meist sehr hohe Temperatur erhitzt.

W O L F R A M



Literatur über Wolfram

- H. Leiser:** Wolfram.
W. Knapp, Halle/Saale 1910.
- H. Mennicke:** Die Metallurgie des Wolframs.
M. Krayn, Berlin 1911.
- H. Altertum:** Wolfram.
F. Vieweg, Braunschweig 1925.
- F. Knepper:** Die Fabrikation von Wolfram-Drähten für elektrische Glühlampen und Radoröhren.
Hachmeister & Thal, Leipzig 1930.
- Gmelin's** Handbuch der anorganischen Chemie, System Nr. 54,
Wolfram. 8. Aufl.
Verlag Chemie, Berlin 1933.
- W. Espe u. M. Knoll:** Werkstoffkunde der Hochvakuumtechnik.
Springer-Verlag, Berlin 1936.
- K. C. Li und Ch. Y. Wang:** Tungsten, Its History, Geology, Ore-Dressing, Metallurgy,
Chemistry, Analysis, Applications and Economies.
Reinhold Publ., New York 1947.
- R. Kieffer und W. Hotop:** Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe, 2. Aufl.
Springer-Verlag, Berlin/Göttingen/Heidelberg 1948.
- F. Skaupy:** Metallkeramik, 4. Aufl.
Verlag Chemie, Weinheim 1950.
- W. H. Kohl:** Materials Technology for Electron Tubes.
Reinhold Publ., New York 1951.
- C. J. Smithells:** Tungsten. A Treatise on its Metallurgy, Properties and
Applications. 3. Aufl.
Chapman & Hall, London 1952.



W O L F R A M

Übersicht über die Vertretungen der Metallwerk Plansee G. m. b. H.

- Argentinien:** Antonio Pinter, San Martin 345-3º P., Buenos Aires,
für Hartmetall
Erwin Fleischner, Corrientes 424, Buenos Aires,
für alle übrigen Produkte
- Australien und
Neuseeland:** Elfax Trading Comp., 15-18 Rawson Chambers, Rawson Place, Sydney,
für alle Produkte
- Belgien:** Société C ram tal, Em. Michels, 147, Avenue Paul Deschanel, Bruxelles,
für Sintereisen, Sinterstahl, Sintermagnete und Diamantmetalle
Office Commercial Technique, 84, Chaussée de Haecht, Bruxelles,
für alle übrigen Produkte außer Hartmetalle
- Brasilien:** G. Reisky, Av. Pres. Vargas 446, Rio de Janeiro,
für Hartmetall
- Dänemark:** Uddeholm A/S., Lygten 5, Kopenhagen NV,
für Sintereisen und Sinterstahl
Otto Ahrens A/S, Skyttegade 7, Kopenhagen N,
für alle übrigen Produkte
- Deutschland:** Alleinverkauf: Deutsche Edelstahlwerke A.G., Abteilung Sintermetalle,
Stuttgart O, Haussmannstra e 56.
- England:** Metro-Cutanit Ltd., Grappenhall, Warrington, Lancashire,
für alle Produkte außer Hartmetall
- Finnland:** The East-West Company Ltd., (Oy. It -L nsi Ab.), Yrjönkatu 7, Helsinki,
für alle Produkte au er Hartmetall
- Frankreich:** Etablissements Charles Balloffet, 10, Rue Pergolèse, Paris XVI ,
für alle Produkte
- Griechenland:** Leonidas A. Yagdjoglou, Gambetta Str. 14c, Athen,
für Hartmetall
Const. Anghelopoulos: Bo te Postale 217, Athen,
für alle  brigen Produkte
- Holland:** Sintermet, Laan van Poot 308, Den Haag,
für alle Produkte au er Hartmetall
- Indien:** Messrs. H. Fillunger & Co., Manufacturers and Representatives,
5, Bentinck Street, Calcutta I,
für Molybdändraht
- Israel:** Hugo Arnstein, Tel Aviv, POB 2276



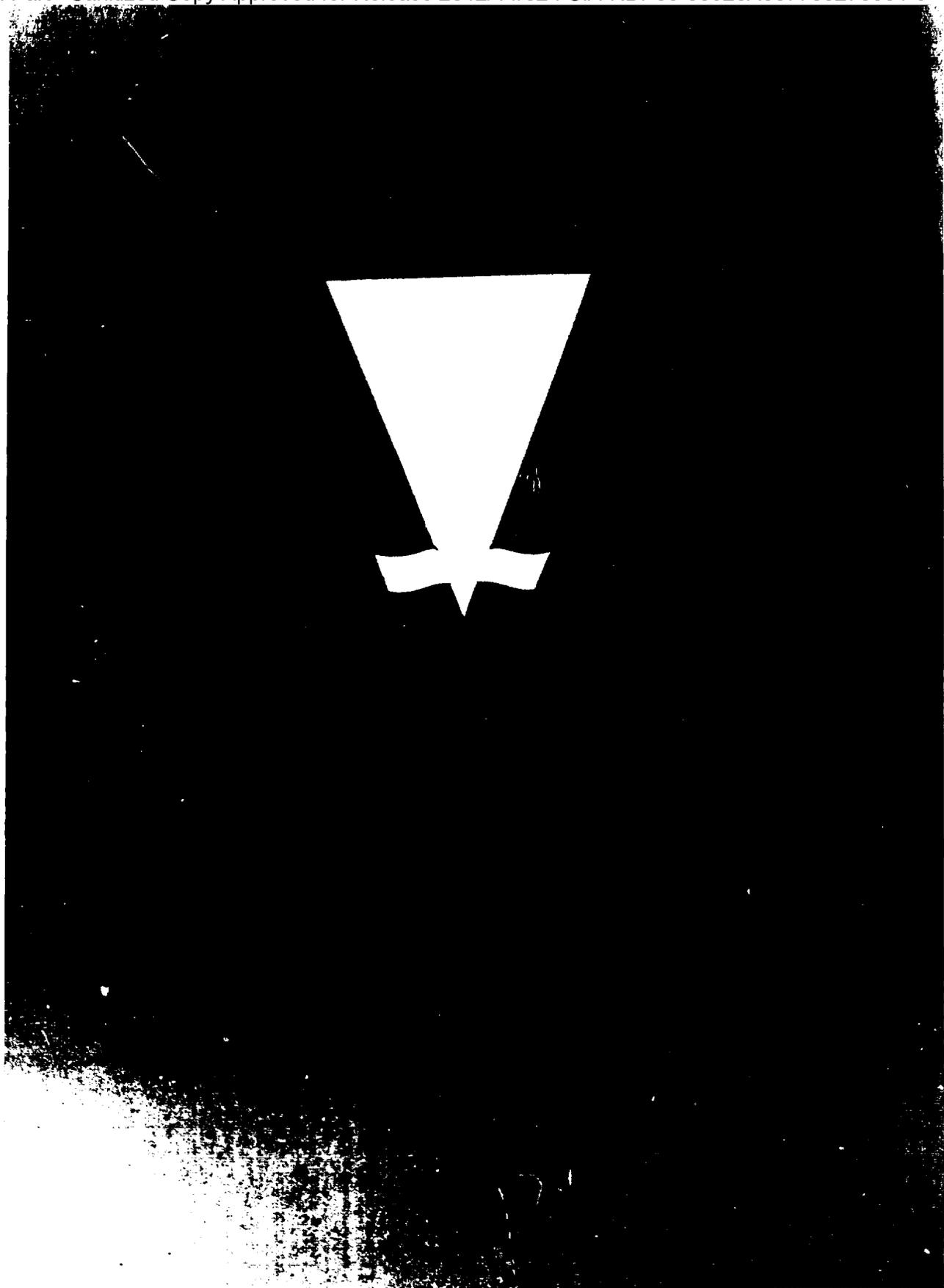
- Italien:** Acciai Marathon S. p. A., Piazza della Repubblica 9, Milano,
für Hartmetalle
Sintermetal S. a. r. l., Corso Bolzano, 14, Torino,
für alle übrigen Produkte
- Japan:** Nippon Electric Comp. Ltd., 2 Shiba Mita Shikoku-machi Minato-ku, Tokyo
für alle Produkte
- Jugoslawien:** ALAT Zastupstva Inostranih Firmi, Beograd, POB 710,
für Hartmetall
- Mexiko:** Galimex S. A., San Juan de Letran 21-408, Mexico, D. F.
für alle Produkte
- Norwegen:** Carl A. Haakensens, Eftf., Postbox 74, Oslo,
für alle Produkte außer Hartmetall
- Portugal:** Companhia Hanseática, L.^{da}, Rua do Ouro, 191-3^o e 5^o., Apartado 676,
Lissabon,
für alle Produkte
- Schweden:** Kohlswa Jernverks A. B., Kolsva,
für Sintereisen, Sinterstahl, Hartmetall und Sintermagnete
Bergmann & Beving AB., Birger Jarlsgatan 9, Stockholm 7,
für alle übrigen Produkte
- Schweiz:** Utilis Müllheim A.G., Werkzeug- und Apparatefabrik, Müllheim/Thurgau,
für Hartmetall
Vollweiler & Co., Zürich 44, Postfach,
für alle übrigen Produkte
- Spanien:** Federico Foerster, Consejo de Ciento 335, Barcelona (7),
für alle Produkte
- Südafrika:** European Investment Corp. (Pty.) Ltd., P. O. Box 4946, 53 Beckett's Bldg.,
President Str., Johannesburg,
für Hartmetall
- USA.:** American Electro Metal Corporation, 320, Yonkers Avenue,
Yonkers 2, N. Y.
für alle Produkte

METALLWERK PLANSEE

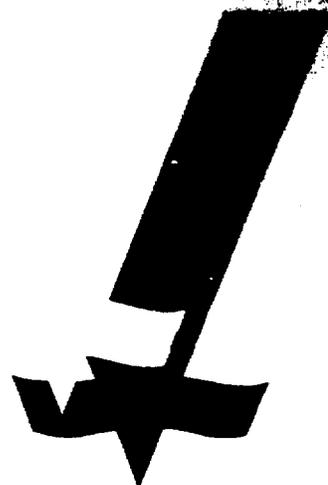
GESELLSCHAFT M.B.H.
REUTTE, TIROL

POSTFACH 44 - FERNSPRECHER: REUTTE 40 - DRAHTWORT: METALLWERK REUTTE
FERNSCHREIBER: 05528

BÜRO WIEN: I., WIPPLINGERSTRASSE 25, TEL. U 21-5-90 SERIE, FERNSCHREIBER: 011878
BÜRO INNSBRUCK: MARIA-THERESIEN-STRASSE 55, TEL. 4850, FERNSCHREIBER: 05568



MOLYBD'AN



MOLYBDÄN

METALLWERK PLANSEE
GEMEINSCHAFT M.-D.-
REUTE, TIROL

M O L Y B D Ä N



U nser Werk, dessen Erzeugungsprogramm alle wichtigen Sinterwerkstoffe umfaßt, beschäftigt sich seit mehr als 30 Jahren mit der Herstellung der hochschmelzenden Metalle Molybdän und Wolfram sowie deren Legierungen. Wir haben die im Laufe der Jahre gemachten Erfahrungen gesammelt und in der vorliegenden Broschüre verwertet. Diese soll Sie nicht nur über die Lieferformen unserer Molybdän-Erzeugnisse, sondern auch kurz über Herstellung, Verarbeitung und Anwendungsgebiete des Molybdäns unterrichten.

M O L Y B D Ä N



Die Herstellung von Molybdän

Pulvergewinnung

Ausgangsmaterialien für die Molybdänpulvergewinnung sind die beiden wichtigsten Molybdänerze **Molybdänglanz** (MoS_2) und **Gelbbleierz** oder **Wulfenit** (PbMoO_4). Die größten Glanzvorkommen liegen in Kolorado. In den letzten Jahren wurden auch in Kanada und in Chile sehr große Lagerstätten von hochwertigem Molybdänglanz erschlossen. Von den kleineren europäischen Vorkommen — auch Österreich besitzt solche — sind nur die norwegischen abbauwürdig.

Der Molybdänglanz kommt als flottiertes Konzentrat mit 50—55% Mo in den Handel. Wulfenitkonzentrate enthalten meist 15—20% Mo.

Die sulfidischen Erze werden zunächst geröstet und dabei in technisch reines Oxyd übergeführt, das noch 10—15% Gangart, meist Kieselsäure und Eisenoxyd, enthält. Die Aufarbeitung zu reinem Molybdäntrioxyd kann auf chemischem Wege oder durch Sublimation erfolgen. Auf die chemische Aufbereitung der Molybdänerze, insbesondere des Wulfenits, welche meist in chemischen Betrieben durchgeführt wird, soll hier nicht näher eingegangen werden.

Für die Herstellung von Reinstmolybdän aus Molybdäntrioxyd hat das **Sublimationsverfahren** besondere Bedeutung erlangt. Das Molybdäntrioxyd hat die Eigenschaft, bereits bei 700° so stark zu verdampfen, daß es gelingt, auf dem Wege der Sublimation ein äußerst reines und feinkörniges Produkt zu erhalten. Die Verunreinigungen sind bei dieser Temperatur noch nicht merklich flüchtig, so daß eine einwandfreie Trennung von der Gangart (SiO_2 , Fe_2O_3 u. a.) möglich ist. Die Wirkungsweise des heute in großtechnischem Umfang ausgeführten Sublimationsverfahrens ist schematisch in Abb. 1 wiedergegeben. Abb. 2 zeigt eine Batterie im Metallwerk Plansee in Betrieb befindlicher Öfen. In Quarzguttiegeln, welche in schräggeneigte, mit Molybdän-Heizleitern versehene rotierende Öfen eingebaut sind, wird das hochprozentige abgeröstete Konzentrat, unreines Molybdäntrioxyd oder Molybdänmetallabfall erhitzt. Bei 1000—1100° wird Preßluft in die Tiegel geblasen, die entweichenden gelblichgrünen Molybdäntrioxyd-schwaden werden abgesaugt und in Filtersäcken gesammelt. Das äußerst feinpulverige Molybdäntrioxyd enthält, je nach Ausgangsmaterial, höchstens 0,05% Verunreinigungen in Form von Kieselsäure, Eisenoxyd, Kalk und Alkalien. Durch mehrmalige Wiederholung des Sublimationsvorganges kann die Reinheit gesteigert werden.

Das für die Herstellung von Molybdän erforderliche Metallpulver wird ausschließlich durch **Reduktion** von reinstem Molybdäntrioxyd mittels Wasserstoffes erhalten. Andere Reduktionsverfahren führen zu unreinen Pulvern bzw. zu Legierungen, welche hauptsächlich in der Stahlindustrie verwendet werden.

Die Wasserstoffreduktion des Molybdäntrioxydes erfolgt in elektrisch beheizten Durchsatzöfen bei etwa 1000—1100° (Abb. 3). Um eine Grobkornbildung, welche der entstehende Wasserdampf hervorruft, zu vermeiden, reduziert man meistens zuerst bei 600 bis 700° zu dem weinroten MoO_3 und in einer zweiten Stufe zu Molybdän-Metallpulver. Die Reinheit des erhaltenen Pulvers hängt im wesentlichen von dem Reinheitsgrad des eingesetzten Molybdäntrioxydes ab. Selbstverständlich muß die Aufnahme von zusätzlichen Verunreinigungen aus den Reduktionsschiffchen, dem Schutzgas, der Ofenausmauerung, den Misch- und Mahlanlagen vermieden werden.

M O L Y B D Ä N

Das Pressen und Sintern

Das Molybdän-Pulver wird in Stahlmatrizen unter hydraulischen Pressen zu kantenbeständigen Vierkantstäben von etwa $15 \times 15 \times 300$ mm bis $60 \times 60 \times 500$ mm verpreßt (Abb. 4). In Höchsttemperaturöfen bzw. Sinterglocken werden die Preßstäbe unter Schutzgas oder im Vakuum bei Temperaturen zwischen 1600 und 2200° indirekt oder im

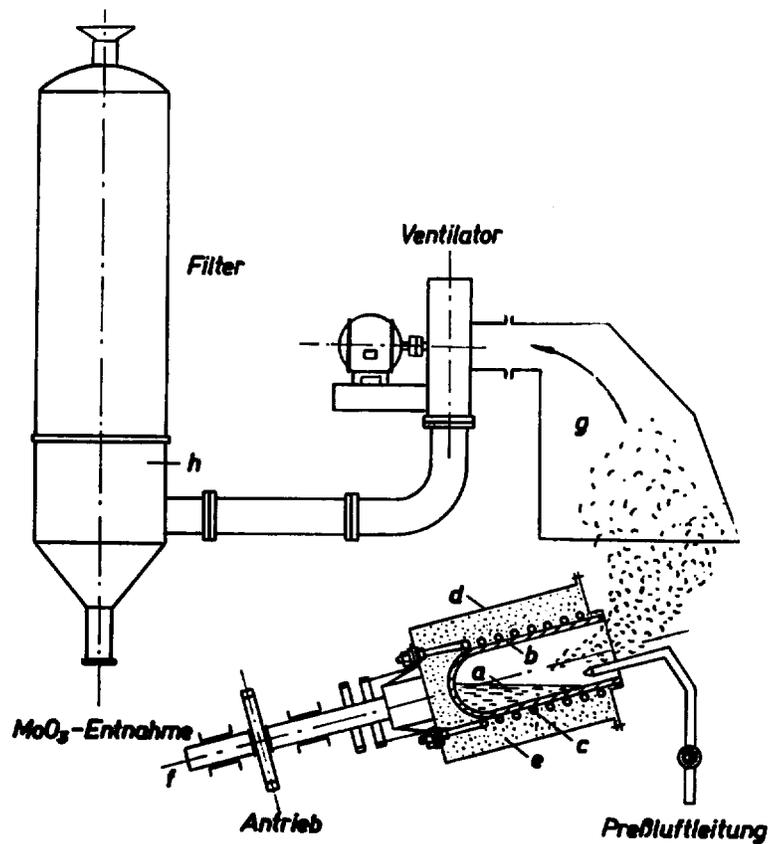


Abb. 1. Schema einer Sublimationsanlage für Molybdäntrioxyd.

- a) Geschmolzenes Molybdäntrioxyd
- b) Quarzriegel
- c) Molybdän-Heizleiter
- d) Außenmantel
- e) Isolation
- f) Rotierende Achse
- g) Abzugshaube
- h) Sammelraum

direkten Stromdurchgang gesintert. In den Glocken können je nach Größe 2, 3 oder 8 Stabpaare im direkten Stromdurchgang gesintert werden (Abb. 5). Während der Sinterung, bei der die Temperatur am Stab etwa $2000-2200^\circ$ beträgt, nimmt die Porosität be-



Abb. 2. Sublimationsöfen für die Gewinnung von reinem Molybdäntrioxyd.



Abb. 3. Elektrische Durchsatzöfen mit Molybdän-Heizleitern zur Reduktion von Molybdäntrioxyd zu Molybdän-Pulver.



M O L Y B D Ä N

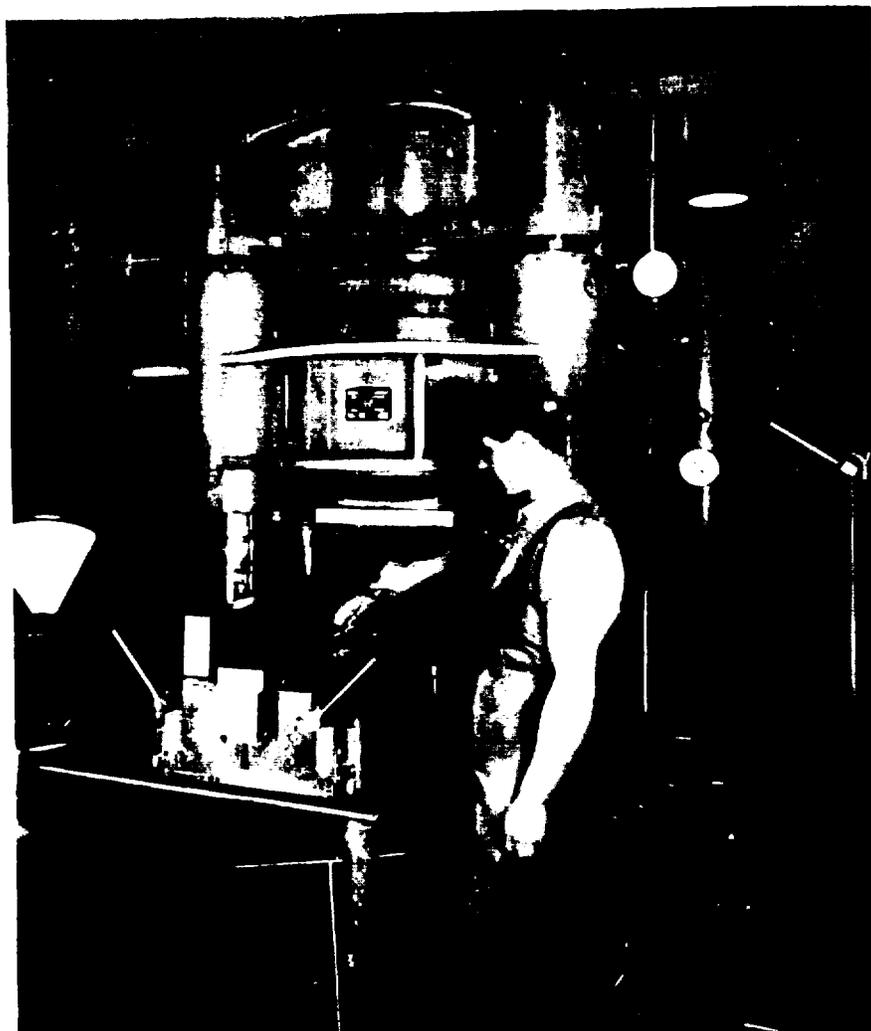


Abb. 4. Hydraulische Presse zum Verdichten von Molybdänpulver zu Stäben und Blöcken.

trächtlich ab (Abb. 7). Dabei ist zu erwähnen, daß die Dichte des Sinterstabes stark von der Höhe der Sintertemperatur und der Korngröße des Ausgangspulvers abhängt, dagegen nur unwesentlich von dem angewandten Preßdruck beeinflusst wird.

Verarbeitung der Sinterstäbe zu Halbfabrikaten

Die Weiterverarbeitung der Sinterstäbe zu Halbzeug erfolgt durch **Hämmern, Schmieden, Walzen** und **Ziehen**. Da die Sinterstäbe spröde sind, muß die anfängliche Verarbeitungstemperatur verhältnismäßig hoch gewählt werden (1300—1500°).

M O L Y B D Ä N



Bei der Verarbeitung zu **Draht** wird der Sinterstab zunächst stufenweise in Rundhämmermaschinen heruntergeschmiedet (Abb. 6). Der ursprünglich quadratische Querschnitt wird dabei rund und der Stab langsam in die Länge gereckt. Beim Schmieden schließen sich rasch die noch vorhandenen Poren, der Stab wird immer dichter und bekommt ein Fasergefüge (Abb. 8). Die Festigkeit nimmt zu, so daß sich das Material immer leichter be-



Abb. 6. Mehrstufige Sinterstabherstellung: Sinterung von 16 Molybdän-Strängen in direkter Stromschmelze (Sinterstabsmühle).



M O L Y B D Ä N



Abb. 6. Hämmern von Molybdän-Stäben

arbeiten läßt und nicht mehr so hohe Verformungstemperaturen erforderlich sind. Zwischen den einzelnen Hämmerstufen werden die Stäbe in molybdänbeheizten Kammeröfen angewärmt (s. Abb. 38). Der auf etwa 2—3 mm gehämmerte Stab hat ein ausgesprochenes Fasergefüge und ist so dicht und duktil, daß er ohne Schwierigkeiten zunächst bei Temperaturen von 300 bis 500°, später sogar in der Kälte gezogen werden kann. Das Fasergefüge wird dabei noch ausgeprägter und feiner (Abb. 9). Im Gegensatz zu Wolfram wird Molybdän-Draht meist im Mehrfachzug gezogen; demgemäß sind auch die Ziehleistungen höher (Abb. 10). Bis etwa 0,3 mm Drahtdurchmesser wird mit Hartmetallziehsteinen, darunter mit Diamantziehsteinen, gearbeitet. Die Anforderungen der Praxis an die Durchmesser-toleranzen des Drahtes sind sehr hohe. Insbesondere bei den für die Glühlampenindustrie benötigten Kerndrähten, welche zum Wickeln und Formieren der Wolframwendel dienen, werden allerhöchste Anforderungen bezüglich Rundheit des Drahtes und Genauigkeit des Durchmessers gestellt. Daneben werden auch von der Röhrenindustrie für schwache Gitterdrähte sehr enge Toleranzen gefordert. Die Bestimmung des Drahtdurchmessers bei den dünneren Drähten erfolgt meist indirekt durch Auswägen eines genau abgemessenen Drahtstückes auf hochempfindlichen Torsionswaagen.

Viel ausgeprägter als beim Wolfram kann man bei Molybdän durch eine Glühbehandlung das Gefüge und damit die Festigkeitseigenschaften des Werkstoffes beeinflussen. Durch Glühung des kalt gezogenen, federharten Molybdän-Drahtes bei etwa 1200 bis

M O L Y B D Ä N



1400° gelingt es, ein feinkörniges Rekristallisationsgefüge zu erhalten, wobei die Festigkeit nur geringfügig abfällt, die Dehnung jedoch sehr stark zunimmt (Abb. 16). Dabei muß allerdings darauf geachtet werden, daß nicht durch eine zu lange und zu hohe Glühung eine Grobkornbildung eintritt, welche natürlich eine Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften zur Folge hat. Die Verarbeitung von Sinterstäben zu **Formstücken** durch Schmieden bzw. zu **Blechen** durch Schmieden und Walzen vollzieht sich ebenfalls leichter als beim Wolfram. Die Verarbeitungstemperaturen liegen niedriger und die Gefahr der Versprödung durch Rekristallisation ist nicht so groß. Bleche mit verschiedener Oberflächenbeschaffenheit können bis herunter zu 0,015 mm durch Kaltwalzen hergestellt werden. Die Härte und Verformungsfähigkeit der Molybdän-Bleche läßt sich durch eine Glühbehandlung nach dem Fertigwalzen dem jeweiligen Verwendungszweck anpassen. Aus weichgeglühten Blechen können verhältnismäßig leicht Töpfchen, Kappen, kleine Hülsen u. a. tiefgezogen werden. Selbstverständlich ist auch die Herstellung von Blechformstücken, wie Glüh-schiffchen, Rohren, Ringen u. a., ohne weiteres möglich. Ronden, Platten und Kontaktplättchen werden aus Grobblechen gestanzt oder von geschliffenen Stäben abgetrennt. Molybdän-Bänder erhält man durch Schneiden von Streifen aus Blechen oder durch Profilwalzen von Molybdän-Rundstäben und -Drähten.



Abb. 7. Gefüge eines Molybdän-Sinterstabes. X 200.



Abb. 8. Gefüge eines Molybdän-Hämmerstabes, schwach ge-glüht. X 200.



Abb. 9. Gefüge eines Molybdän-Drahtes (0,2 mm Ø). X 200.

M O L Y B D Ä N

Molybdän-Formstücke werden durch Herausarbeiten aus Schmiedestücken mittels Hartmetallwerkzeuge hergestellt. Da der Werkstoff verhältnismäßig leicht spanabhebend zu bearbeiten ist, kann man kompliziertere Formstücke als bei Wolfram herstellen. Es bereitet keine Schwierigkeiten, z. B. in Stäbe Gewinde zu schneiden sowie Schrauben, Muttern, Gewindebolzen u. a. mit großer Genauigkeit zu erzeugen.

Erschmelzen von Molybdän im Hochvakuumlichtbogen

Die Abmessungen von gesinterten Molybdän-Stäben, -Blöcken, -Platten und -Formstücken sind verhältnismäßig klein. Es lassen sich unter Verwendung von 500- bis 1000-t-Pressen Formkörper von maximal 10—15 kg herstellen. Mit schwereren Pressen erzeugte größere Molybdän-Preßkörper lassen sich nur schwierig nach der klassischen Methode der Sinterung im direkten Stromdurchgang (C o o l i d g e -Verfahren) dichtsintern; sie müssen zweckmäßig durch Indirektsinterung unter Wasserstoff in Hochtemperaturöfen weiterverarbeitet werden.

Da jedoch die technische Entwicklung, insbesondere in der chemischen Industrie und im Gerätebau, reines Molybdän in größeren Abmessungen verlangt, wurde versucht, das schon von Bolton für Tantal verwendete Hochvakuumlichtbogenschmelzverfahren auch auf Molybdän anzuwenden. Es ist möglich, Elektroden aus vorgesinterten oder gesinterten Molybdän-Stäben oder — nach einem Vorschlag der **Climax Molybdenum Company** — durch Pressen von Pulver und Aufeinandersintern der Preßlinge vollkontinuierlich arbeitende, selbstverzehrende Elektroden herzustellen und diese in wassergekühlten



Abb. 10. Mehrfachziehmaschinen zum Ziehen von Molybdän-Feindrähten.

M O L Y B D Ä N

Kupferkokillen im Vakuumlichtbogen zu großen Ingots niederschmelzen. Nach letzterem Verfahren ist es gelungen, Blöcke von 500 kg und mehr in einer solchen Beschaffenheit herzustellen, daß sich dieselben stahlwerksmäßig durch Schmieden, Walzen und Strangpressen verarbeiten lassen. Das **Metallwerk Plansee** hat sich auch mit der Frage des Lichtbogenschmelzens von Molybdän befaßt und ist berechtigt, nach dem Verfahren der **Climax Company** zu arbeiten. Abb. 11 zeigt den schematischen Aufbau, Abb. 12 die Gesamtansicht einer Hochvakuumlichtbogen-Schmelzanlage, die mit aneinandergefügteten Elektroden aus gesintertem Molybdän arbeitet.

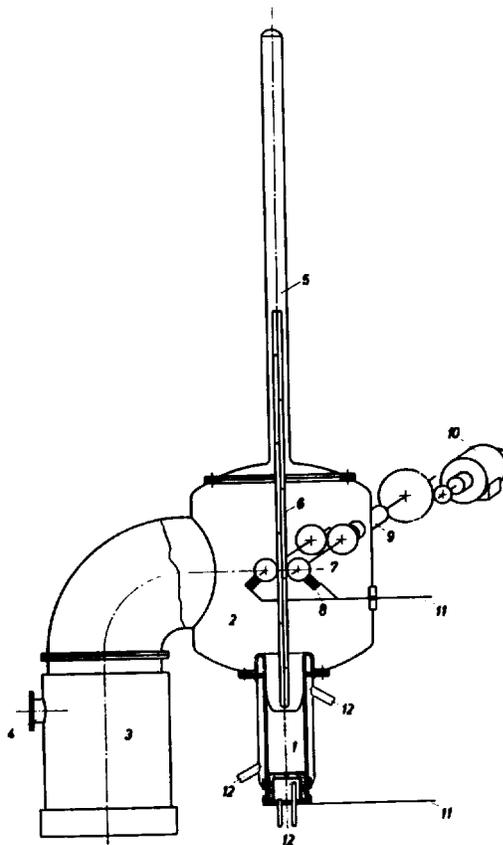


Abb. 11. Schema einer Hochvakuumlichtbogen-Schmelzanlage.

- 1 Kokille
- 2 Vakuumbehälter
- 3 Öl-Diffusionspumpe
- 4 Anschluß für Vorpumpen
- 5 Elektrodenbehälter
- 6 Selbstverzehrende Elektrode
- 7 Vorschubwerk
- 8 Stromzuführung
- 9 Wellendurchführung
- 10 Vorschubmotor
- 11 Stromanschlüsse
- 12 Kühlwasseranschlüsse

 **M O L Y B D Ä N**

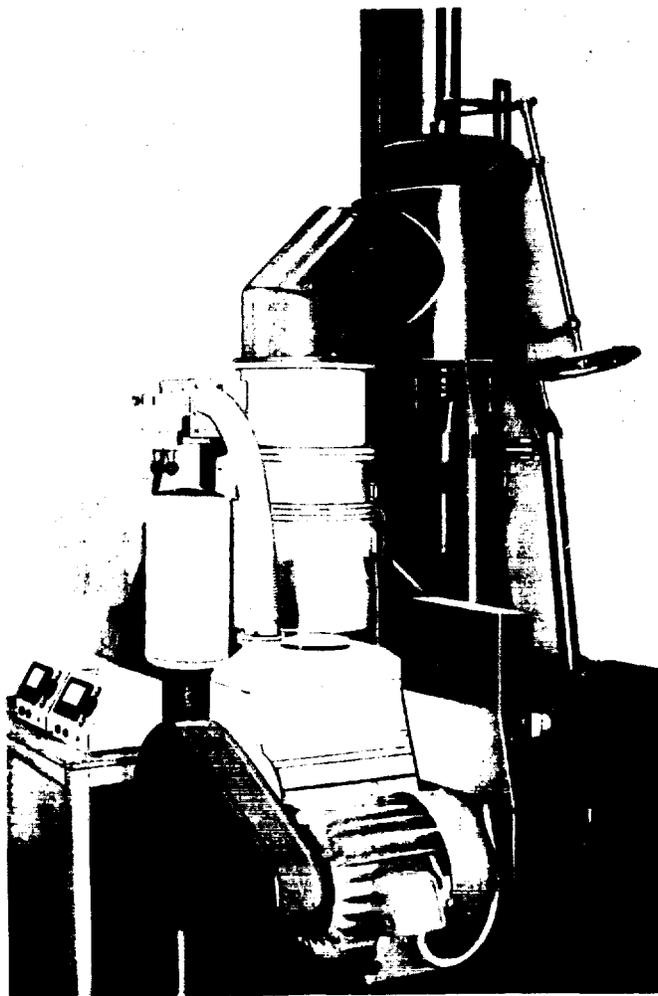


Abb. 12. Hochvakuumlichtbogen-Schmelzanlage für Molybdän.

Eigenschaften von Molybdän

Die physikalischen Eigenschaften und Angaben über das chemische Verhalten von Molybdän sind in den Tabellen 1—3 zusammengestellt.

Tabelle 1
Physikalische Eigenschaften

Temperaturangaben in °C		
Eigenschaft	Maßeinheit	Werte
Mechanische Größen		
Dichte (Abb. 13)	g/cm ³	gepreßt, ungesintert: 6,1—6,3 gesintert: 9,2—9,4 gehämmert: 9,7—10,0 10,0—10,28
Gittertypus	—	kubisch-raumzentriert, Parameter: 3,141 Å
Härte (Abb. 14)	kg/mm ²	Sinterstab: 150—160 Hämmerstab: 200—230 Blech, gegläht: 250—300
Zugfestigkeit und zugehörige Dehnung (Abb. 15, 16)	kg/mm ² bzw. %	Draht, gezogen 1 mm Ø: 100—140 2—5 0,05 mm Ø: 220—250 2—5 Draht, gegläht 1 mm Ø: 80—100 10—15 0,03 mm Ø: 80—120 15—20 Einkristall: 35 30
Streckgrenze	kg/mm ²	Draht, ungegläht, 0,1—0,5 mm Ø: 40—60
Warmfestigkeit und zugehörige Dehnung (Abb. 18, 19)	kg/mm ² bzw. %	Draht 0,6 mm Ø, 200°: 80—100 4—5 400°: 60—70 4—5 800°: 50—60 4—5 1200°: 20—30 5—6
Elastizitätsmodul	kg/mm ²	33600
Torsionsmodul	kg/mm ²	13800—15300
Kompressibilität	cm ³ /kg	Hämmerstab: 3,47 · 10 ⁻⁷ Draht, gezogen: 3,61 · 10 ⁻⁷
Thermische Größen		
Schmelzpunkt	°C	2630 : 40
Dampfdruck (Abb. 20)	Torr	1500°: 6,4 · 10 ⁻⁹ 1800°: 8,0 · 10 ⁻⁷ 2000°: 4,15 · 10 ⁻⁵
Spezifische Wärme (Abb. 21)	cal/g · Grad	20°: 0,065 1000°: 0,075 1400°: 0,080
Wärmeleitfähigkeit (Abb. 22)	cal/cm · Grad · sec	20°: 0,37 1000°: 0,25 1600°: 0,16
Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient (Abb. 23)	α · 10 ⁻⁶	20°: 5,3

M O L Y B D Ä N

Tabelle 1: Physikalische Eigenschaften

Temperaturangaben in °C

Eigenschaft	Maßeinheit	Werte
Elektrische Größen		
Spezifischer elektrischer Widerstand (Abb. 24)	Mikrohm . cm	20° : 5 1000° : 27 1500° : 43 2000° : 60
Elektronen-Emissionsstromdichte (Abb. 25)	mA/cm²	1000° : 1 . 10 ⁻⁹ 1600° : 8 . 10 ⁻¹ 2200° : 600

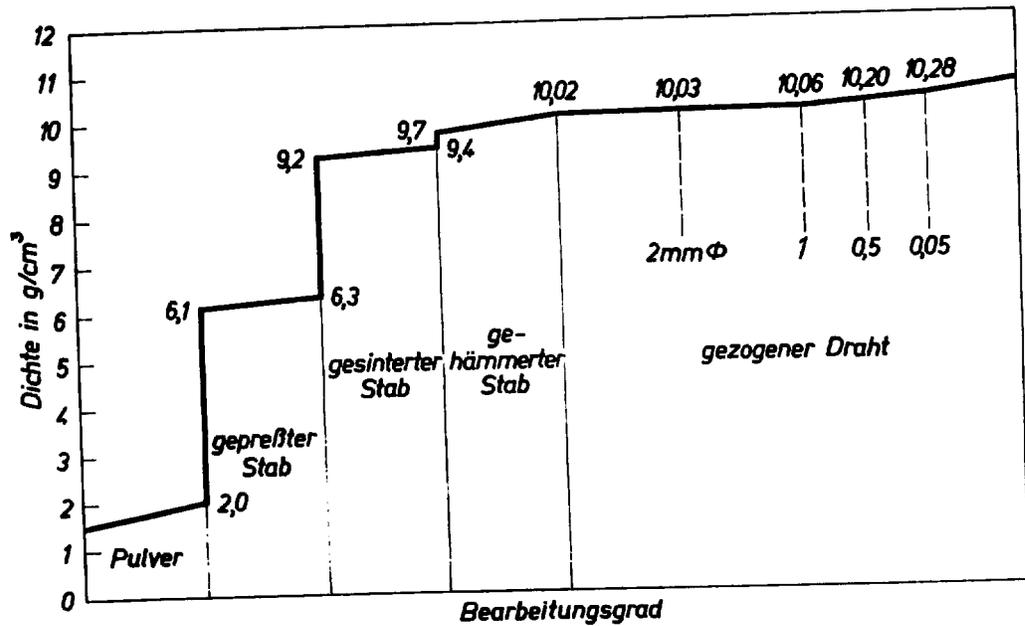


Abb. 13. Dichte von Molybdän in Abhängigkeit vom Bearbeitungsgrad.

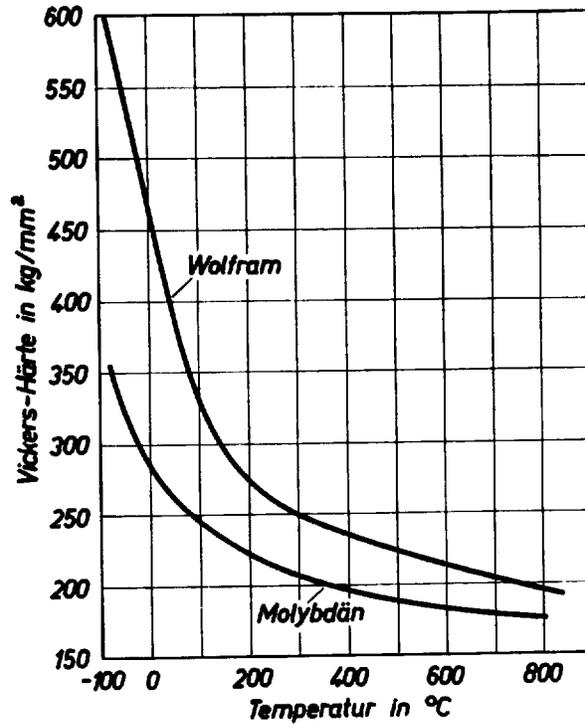


Abb. 14. Temperaturabhängigkeit der Härte von Molybdän- und Wolfram-Blech, gegläht.

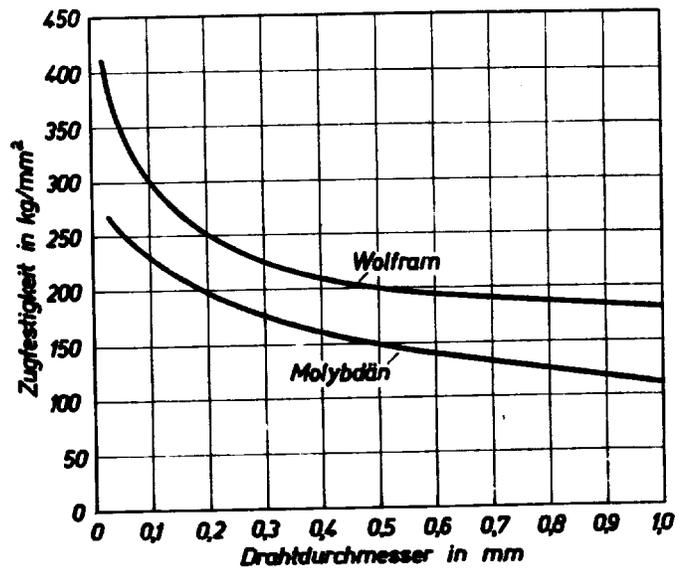


Abb. 15. Zugfestigkeit von gezogenen Molybdän- und Wolfram-Drähten in Abhängigkeit vom Durchmesser.

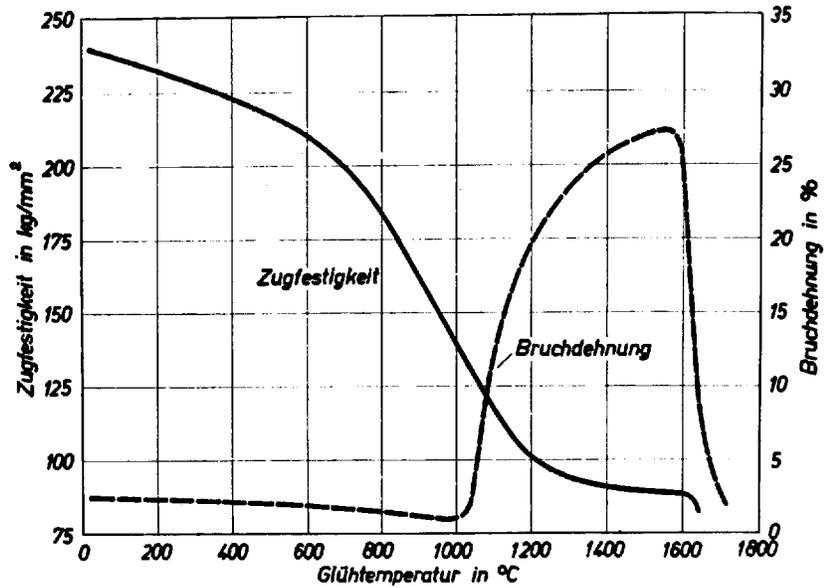


Abb. 16. Zugfestigkeit und Dehnung von Molybdän-Draht 0,1 mm Ø in Abhängigkeit von der Glühbehandlung. (Glühzeit: 10 Minuten)

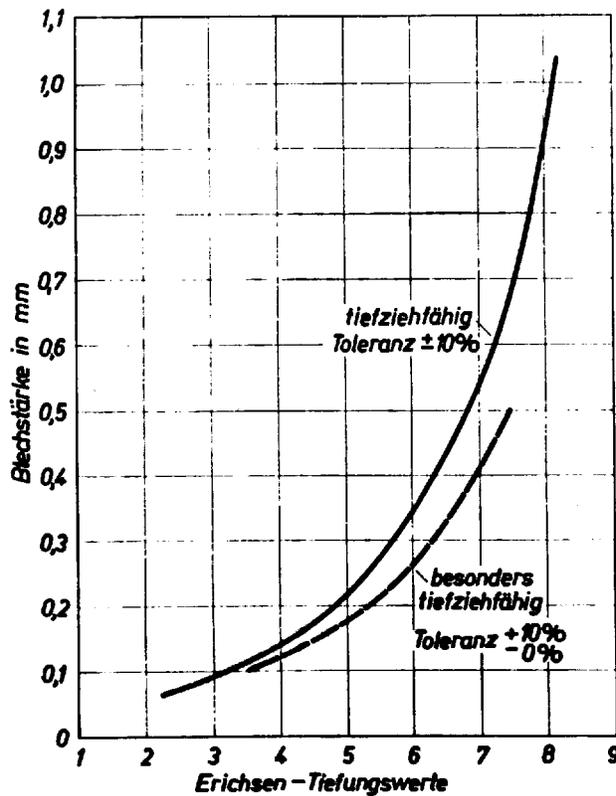


Abb. 17. Erichsen-Tiefungswerte für Molybdän-Bleche.

M O L Y B D Ä N

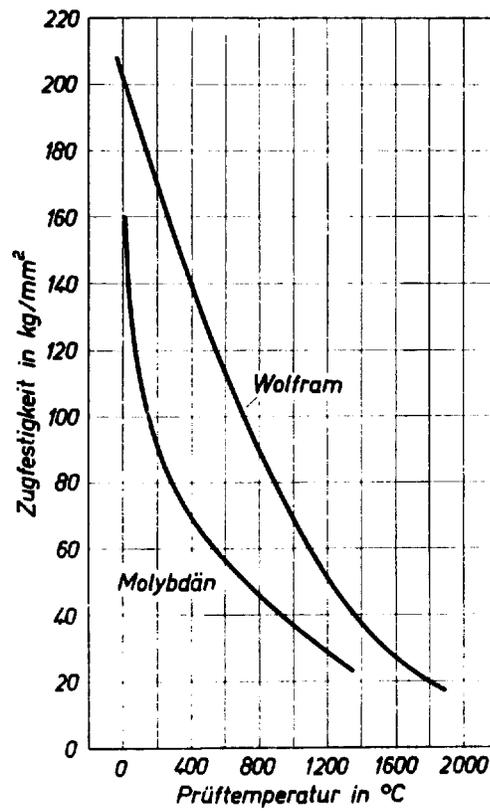


Abb. 18. Temperaturabhängigkeit der Zugfestigkeit von gezogenen Molybdän- und Wolfram-Drähten (0,6 mm Ø).



M O L Y B D Ä N

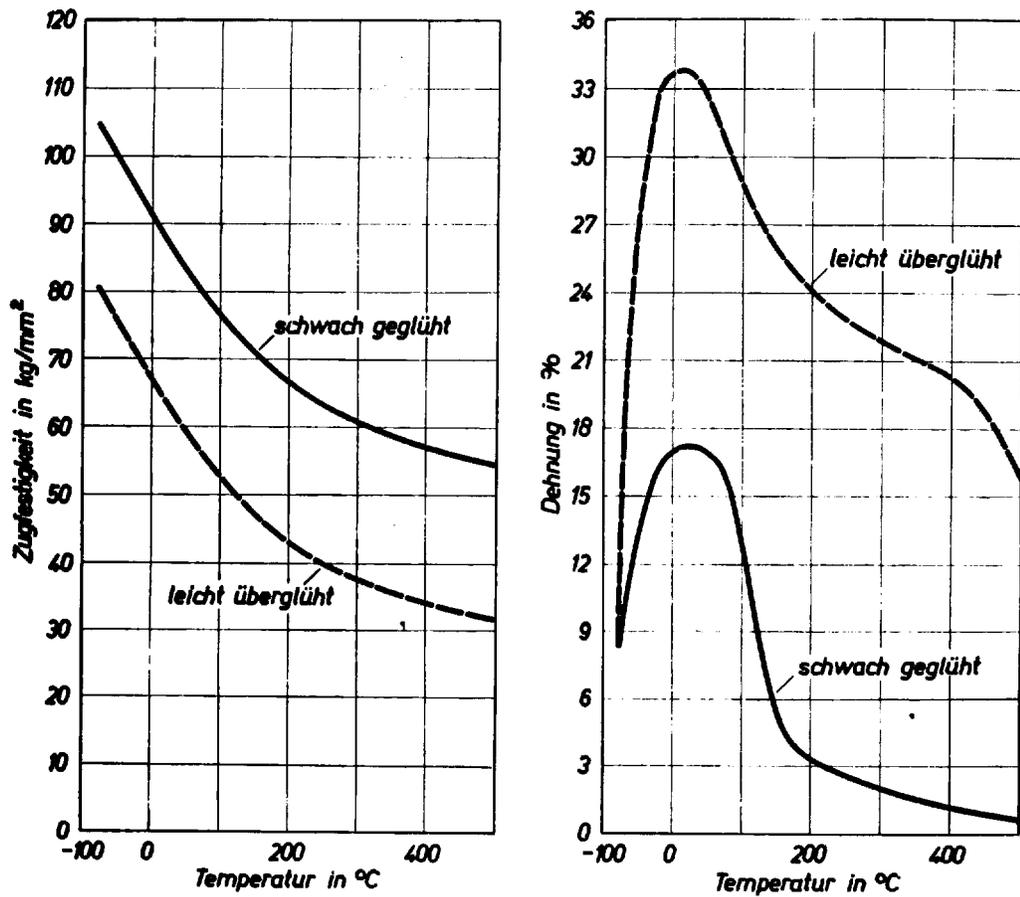


Abb. 19. Temperaturabhängigkeit der Zugfestigkeit und Dehnung von gezogenem Molybdän-Draht (0,3 mm Ø) in verschiedenen Glühzuständen.

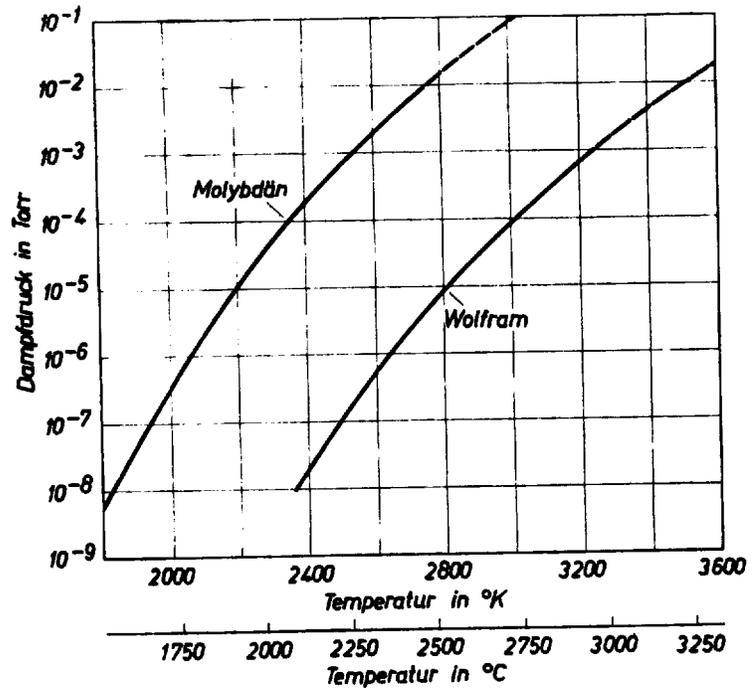


Abb. 20. Temperaturabhängigkeit des Dampfdruckes von Molybdän und Wolfram.

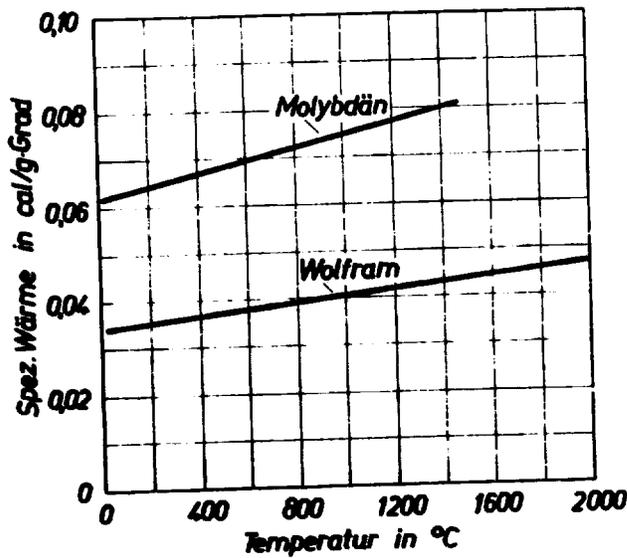


Abb. 21. Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme von Molybdän und Wolfram.

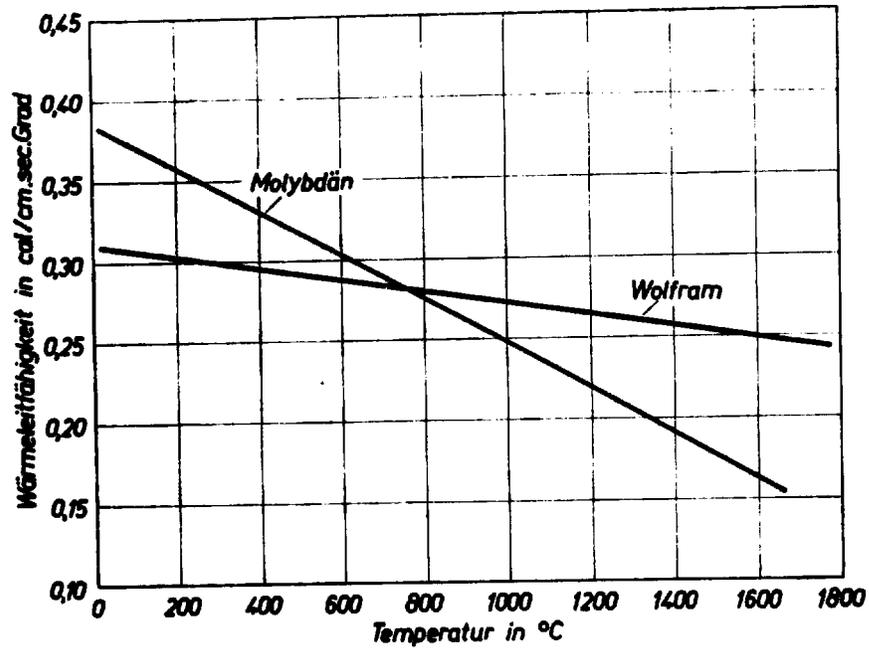


Abb. 22. Temperaturabhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit von Molybdän und Wolfram.

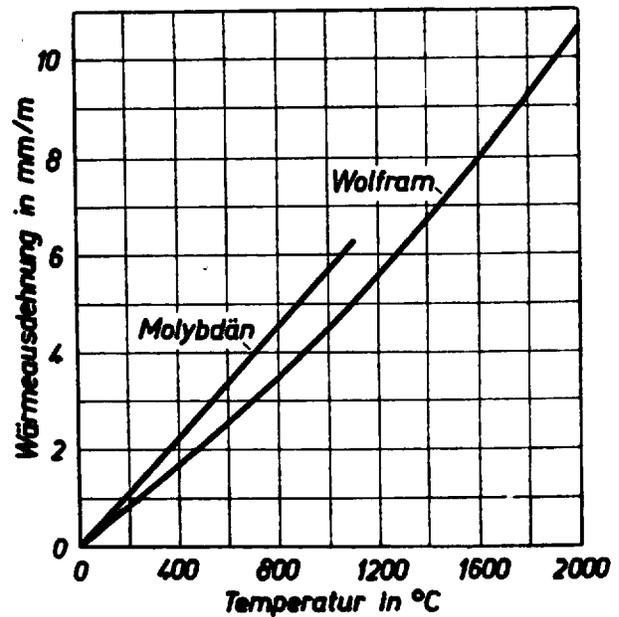


Abb. 23. Temperaturabhängigkeit der Wärmeausdehnung von Molybdän und Wolfram.

M O L Y B D Ä N

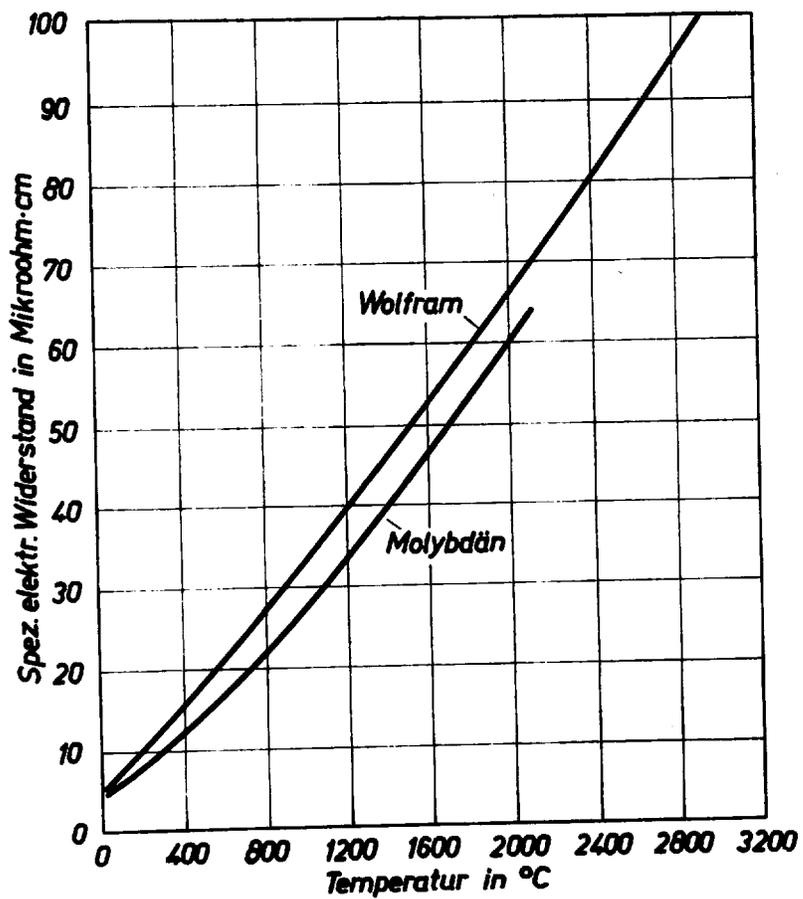


Abb. 24. Temperaturabhängigkeit des spezifischen elektrischen Widerstandes von Molybdän und Wolfram.

M O L Y B D Ä N

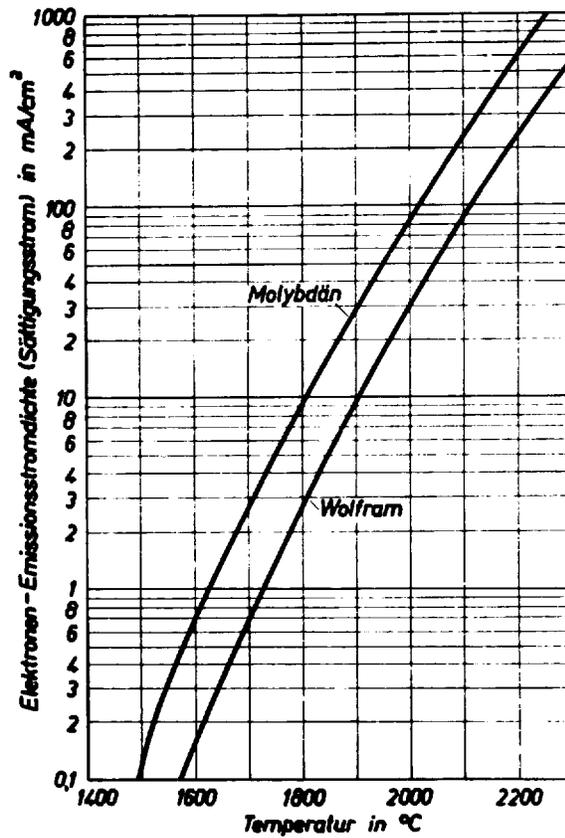


Abb. 25. Temperaturabhängigkeit der Elektronen-Ermissionsstromdichte von Molybdän und Wolfram im Hochvakuum

Tabelle 2
Chemisches Verhalten von Molybdän

Einwirkungsmittel	Verhalten
Salzsäure, Schwefelsäure	kalt, verdünnt und konzentriert: praktisch beständig warm, verdünnt und konzentriert: leichter Angriff
Salpetersäure und Königswasser	kalt, konzentriert: langsamer Angriff kalt, verdünnt: merklicher Angriff warm, verdünnt und konzentriert: heftiger Angriff und vollständige Lösung
Flußsäure	kalt und warm: beständig
Flußsäure-Salpetersäure-Gemische	starker Angriff, rasche Lösung
Alkalien	wäßrige kalte Kali- oder Natronlauge: praktisch beständig geschmolzene Kali- oder Natronlauge oder Alkalikarbonate: a) bei Luftzutritt: langsame Oxydation b) bei Gegenwart von Oxydationsmitteln, wie KNO_3 , KNO_2 , $KClO_3$, PhO_2 : heftige Reaktion, Auflösung
Oxydierende Salzschnmelzen (KNO_3 , KNO_2 , Na_2O_2 , $KClO_3$)	heftige Reaktion mit der Schmelze unter Lösung
Ammoniak	wäßrige Lösung: langsamer Angriff Gas: beständig bis Rotglut
Kohlenstoff (Ruß, Graphit, Kohle)	oberflächliche Karbidbildung ab 1100° , vollständige Karburierung ab $1300-1400^\circ$
Schwefel	bis 440° keine Einwirkung, bei höheren Temperaturen Sulfidbildung
Quecksilber und Quecksilberdampf	vollkommen beständig
Phosphor	bis zu hohen Temperaturen beständig
Bor	Bildung von Boriden bei hohen Temperaturen
Silizium	Bildung von Siliziden bei hohen Temperaturen
ZrO_2 , MgO , Al_2O_3 , Magnesit, Chrom-Magnesit	Reaktion des Metalles bei Berührung mit den reinen Oxyden über 1600°
Luft, Sauerstoff	bei Zimmertemperatur: praktisch beständig ab 400° : beginnende Oxydation ab 600° : lebhafte Oxydation zu MoO_3 und Verflüchtigung bei Rotglut: rasche Oxydation
Wasserdampf	indifferent bis zum Schmelzpunkt
Wasserstoff	bis 2400° indifferent, bei höchsten Temperaturen Nitridbildung
Stickstoff	indifferent
Stickstoff-Wasserstoff (Formiergas)	bei Rotglut: Oxydation zu MoO_3
Stickoxyde	Oxydation oberhalb 1000°
Kohlendioxyd	Karburierung ab 1000°
Kohlenmonoxyd	Karburierung ab 1000°
Kohlenwasserstoffe	Fluor: Reaktion bei gewöhnlicher Temperatur Chlor und Brom: Angriff bei Rotglut Jod: auch in der Hitze kein Angriff
Halogene	Sulfidbildung ab 1200° bei Rotglut: Oxydation
Schwefelwasserstoff	
Schwefeldioxyd	

Säuregemische zum Auslösen von Molybdän-Kerndraht aus Wolframspiralen (Temperatur 90°):

50 Vol.-% Salpetersäure	40 Vol.-% Salpetersäure
30 Vol.-% Schwefelsäure	40 Vol.-% Schwefelsäure
20 Vol.-% Wasser	20 Vol.-% Wasser



M O L Y B D Ä N

Tabelle 3

Korrosionsverhalten von Molybdän im Vergleich zu korrosionsbeständigen Stählen

Reagenz	Mischungs- verhältnis ¹	Molybdän	Gewichtsverluste in g/m ² /h von		
			Remanit 1880 SS ²	Remanit 1813 SSW ³	Remanit 1218 S ⁴
HNO ₃	1 : 99	0,02	0	0	0
HNO ₃	2 : 98	270	0	0	0
HCl	1 : 9	0,03	182	45,0	24,5
HCl	1 : 4	0,04	471	337	100
HCl	1 : 1	0,06	—	—	—
H ₂ SO ₄	1 : 9	0,02	49,3	14,6	1,9
H ₂ SO ₄	1 : 4	0,04	v. g. ⁵	107	2,7
H ₂ SO ₄	1 : 1	0	—	—	150
Ameisensäure	1 : 9	0	0,98	0,30	0,28
Ameisensäure	4 : 1	0,03	0,62	0,50	0,31
Essigsäure	1 : 9	0	0,02	0,01	0,16
Essigsäure	4 : 1	0,03	0,26	0,66	0,16
Oxalsäure	6,9%	0,04	2,7	1,4	0,49
Oxalsäure	13,4%	0,06	1,8	1,9	0,52
Weinsäure	18,4%	0,02	0,04	0,04	0,37
Milchsäure, konz.		0	1,5	1,0	0,80
FeCl ₃	50,0%	v. g. ⁵	v. g.	v. g.	v. g.
NH ₄ Cl	33,3%	0	2,1 ⁶	1,1 ⁶	1,8 ⁶

¹ Die erste Zahl bezieht sich auf übliche konzentrierte Säure, die zweite Zahl sind Teile dest. Wasser.

² 0,08% C, 18% Cr, 8% Ni, 1,5% Mo, 1% Cu.

³ 0,08% C, 18% Cr, 9% Ni, 2,5% Mo.

⁴ 0,10% C, 10% Cr, 18% Ni, 4% Mo, 3% Cu

⁵ Vollkommen gelöst.

⁶ Starker Lochfraß.



Lieferformen

Molybdän-Stäbe

Wir bezeichnen, unabhängig davon, ob die Lieferung in Ringen oder Einzelstäben erfolgt, sämtliches **Molybdän-Rundmaterial** ab 1 mm \varnothing als **Molybdän-Stäbe**. Die dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßten **Ausführungsformen** bezüglich der **Oberflächenbeschaffenheit** sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4

Ausführungsformen von gehämmerten und gezogenen Molybdän-Stäben

Nr.	Bestellbezeichnung Art	Ausführung
1	glatt gehämmert, schwarz	Oberfläche weist glatte Hämmermarken auf und ist von einer Oxydschicht bedeckt
2	gereinigt, matt	wie 1, Oberfläche jedoch von der Oxydschicht gereinigt
3	geschliffen, grob	wie 2, jedoch rund geschliffen, mit groben Schleifspuren (Stablänge zur Zeit höchstens 1,4 m)
4*	geschliffen, fein	wie 3, jedoch mit zusätzlichem Feinschliff, Schleifriefen mit freiem Auge nicht erkennbar (Stablänge zur Zeit höchstens 1,4 m)
5*	Einschmelzgüte EK	wie 4, jedoch absolut ohne Längsriefen (Stablänge zur Zeit höchstens 1,4 m)
6	gezogen, schwarz	gezogene Stäbe, Oberfläche mit Graphitschicht bedeckt
7*	gezogen, blank	wie 6, jedoch Oberfläche von der Graphitschicht gereinigt (nur bis höchstens 2 mm \varnothing)

* Die Arten 4, 5 und 7 können durch eine Nachbehandlung eine **hellglänzende Oberfläche** erhalten. In diesem Fall dürfen die Stablängen 1 m nicht überschreiten. Bei Bestellungen ist zusätzlich der Vermerk „**hellglänzend**“ zu machen.



Die Liefermaße und -gewichte von gehämmerten und gezogenen Molybdän-Stäben sind in Tabelle 5, die Durchmessertoleranzen in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 5
Maße und Gewichte für gehämmerte und gezogene Molybdän-Stäbe

Durchmesser mm	Größe Länge		kg/1000 m etwa	m/kg etwa
	gehämmert etwa m	gezogen etwa m		
1,0	180	180	8,0	125
1,1	154	154	9,6	103
1,2	126	126	11,5	87
1,3	108	108	13,5	74
1,4	92	92	15,7	64
1,5	81	81	18,0	55
1,6	71	71	20,5	49
1,7	63	63	23,1	43
1,8	57	57	25,9	39
1,9	50	50	28,9	35
2,0	46	46	32,0	31
2,2	38	38	39,0	26
2,4	31	31	46,0	22
2,5	29	29	50,0	20
2,6	27	27	54,5	18
2,8	23	23	63,1	16
3,0	20	20	72,0	14
3,5	14	14	98,0	10
4,0	11,5	11,5	128	7,8
4,5	9,0	9,0	162	6,1
5,0	7,3	7,3	200	5,0
5,5	6,0	wird nur gehämmert	242	4,1
6,0	5,0		288	3,4
6,5	4,3		338	2,9
7,0	3,8		392	2,5
7,5	3,2		450	2,2
8,0	2,9		512	1,9
8,5	2,5		578	1,7
9,0	2,2		648	1,5
9,5	2,1		721	1,3
10,0	1,8		800	1,2
11,0	1,5		966	1,0
12,0	1,2		1150	0,8
13,0	1,1		1350	0,7
14,0	0,9		1560	0,6
15,0	0,8		1800	0,5
16,0	0,7		2050	0,4
17,0	0,6		2300	0,4
18,0	0,5		2600	0,3
19,0	0,5		2900	0,3
20,0	0,4		3200	0,3

Die Herstellung von Rundstäben mit größerem Durchmesser ist möglich. Zugehörige Längen geben wir auf Anfrage an.



Tabelle 6
Durchmessertoleranzen für Molybdän-Stäbe

Durchmesser mm	Toleranzen \pm mm					
	schwarz oder gereinigt, matt	geschliffen, grob	geschliffen, fein	EK Einschmelzgüte	Rundheit	gezogen, schwarz oder blank
1 bis 3	0,06	0,040	0,020	0,020	0,020	0,010
über 3 „ 6	0,075	0,050	0,025	0,025	0,025	0,015
„ 6 „ 10	0,090	0,060	0,030	0,030	0,030	—
„ 10 „ 18	0,110	0,075	0,035	0,035	0,035	—
„ 18 „ 30	0,130	0,090	0,045	0,045	0,045	—

Folgende **Lieferbedingungen** für Molybdän-Rundmaterial sind zu beachten:
Molybdän-Stäbe werden in den Durchmessern 1—4 mm nach Wahl in gebündelten Ringen oder in Einzelstäben geliefert. Ringdurchmesser je nach Stabdurchmesser bis 2 mm \varnothing 200 mm, bis 4 mm \varnothing etwa 1000 mm. Über 4 mm erfolgt die Lieferung nur in Einzelstäben. Herstellungslängen siehe Tabelle 5. Größte Verpackungslänge von Einzelstäben bei Postversand 1,4 m, bei Bahnversand etwa 7 m. **Landverpackung** in Holzkisten mit Sägemehl und Holzwolle, **Überseeverpackung** in gelöteten Blechkisten.

Es empfiehlt sich, womöglich Stäbe in abgepaßten Längen zu bestellen. In diesem Fall sind etwa erforderliche Toleranzen für das Längenmaß zu nennen. Stets ist anzugeben, ob die Stäbe geradegerichtet sein sollen oder nicht.

Bei Bestellung von Molybdän-Stäben sind demnach folgende Angaben zu machen:

1. Verwendungszweck: z. B. für Einschmelzzwecke.
2. Durchmesser: Beachte Herstellungsgrenzen (Tabelle 5).
3. Länge: Beachte Tabelle 5.
4. Ausführungsform: a) Oberflächenbeschaffenheit nach Tabelle 4 angeben. Gegebenenfalls Vermerk „hellglänzend“.
b) Lieferung in Ringen oder Einzelstäben.
c) Bei Einzelstäben Angabe ob „geradegerichtet“ oder nicht.
5. Verpackung: Land- oder Überseeverpackung.

Molybdän-Drähte

Als **Molybdän-Drähte** bezeichnen wir gezogenes Material mit Durchmessern unter 1 mm. Wir liefern Molybdän-Drähte in den Ausführungsformen gemäß Tabelle 7.

Die **Toleranzen und Gewichte** unserer Molybdän-Drähte sind den Tabellen 8 und 9 zu entnehmen.

Bei Bestellung von Molybdän-Drähten sind folgende Angaben zu machen:

1. Verwendungszweck: z. B. Kerndraht.
2. Durchmesser: Durchmesser und Gewichtstoleranzen siehe Tabelle 8 und Tabelle 9.
3. Ausführungsform: Nummer, Art und Glühung gemäß Tabelle 7.
Sonderausführungen, wie „hellglänzend“ oder „vergoldet“. Angaben über Wickelrollen.
4. Verpackung: Land- oder Überseeverpackung.



M O L Y B D Ä N

Tabelle 7
Ausführungsformen von Molybdän-Drähten

Durchmesser mm	Bestellbezeichnung			Eigenschaften		Ausführung
	Nr.	Art	Glühung	Zugfestigkeit kg/mm ²	Bruchdehnung % (Meß- länge 100 mm)	
1,0—0,5	1	schwarz hart	ungeglüht	100—140	unter 3	Oberfläche mit Graphitschicht bedeckt Oberfläche von der Graphit- schicht gereinigt Oberfläche von der Graphit- schicht gereinigt
	2	blank hart	geglüht	80—120	unter 5	
	3	blank weich	geglüht	70—100	5—15	
0,5—0,08	1	schwarz hart	ungeglüht	140—220	unter 3	Oberfläche mit Graphitschicht bedeckt Oberfläche von der Graphit- schicht gereinigt Oberfläche von der Graphit- schicht gereinigt Oberfläche von der Graphit- schicht gereinigt
	2	blank hart	½ G	100—180	unter 5	
	3	blank weich	G	80—120	10—20	
	4	blank sehr weich	R	70—110	über 15 auf Wunsch über 18	
0,08—0,05	1	schwarz hart	ungeglüht	180—250	unter 5	Oberfläche mit Graphitschicht bedeckt Oberfläche von der Graphit- schicht befreit Oberfläche von der Graphit- schicht befreit Oberfläche von der Graphit- schicht befreit
	2	blank hart	½ G	140—180	unter 5	
	3	blank weich	G	100—130	10—20	
	4	blank sehr weich	R	80—110	über 15 auf Wunsch über 18	
unter 0,05	1	schwarz hart	ungeglüht	180—250	unter 5	Oberfläche mit Graphitschicht bedeckt Oberfläche von der Graphit- schicht befreit
	2	blank hart	½ G	140—180	unter 5	
0,04	4	blank weich	R	85—140	über 12 mögl. über 15	Oberfläche von der Graphit- schicht befreit Oberfläche von der Graphit- schicht befreit Oberfläche von der Graphit- schicht befreit
0,03	4	blank weich	R	85—140	über 5 mögl. über 10	
0,025 u. 0,020	4	blank weich	R	85—140	über 5	

Wir liefern **Molybdän-Drähte** in allen Durchmessern unter **0,25 mm** in den Glühungen ½ G, G und R mit den bereits unter Nr. 2, 3 und 4 erwähnten Dehnungen und Zugfestigkeiten **auch unter der Bestellbezeichnung Nr. 5, hellglänzend**. Diese Drähte zeichnen sich durch **hohe Lagerfähigkeit** aus.

Wir liefern **Molybdän-Drähte** in Durchmessern unter **0,20 mm** in den Glühungen ½ G, G und R mit den bereits unter Nr. 2, 3 und 4 erwähnten Dehnungen und Zugfestigkeiten **auch unter der Bestellbezeichnung Nr. 6, vergoldet, glänzend**.

Die Goldschichtstärke beträgt normal $0,4 \cdot 0,1 \mu$. Der vergoldete, glänzende Draht zeichnet sich durch eine **sehr geringe Sekundäremission** aus.

**Hinsichtlich Lieferform ist zu beachten:**

Molybdän-Drähte in Durchmessern zwischen 0,02 und 0,30 mm werden auf normalen Bakeliteringen, Wicklungsdurchmesser 100 mm, Laufbreite 20 mm, in Pappschachteln mit Cellophan eingepackt, geliefert. Auf besonderen Wunsch liefern wir den Draht auf vollwandigen Spulen. Spulen mit kleinerem Durchmesser müssen vom Abnehmer beige stellt werden.

Drähte bis 0,4 mm Ø, schwarz, werden auf Holzspulen, 40 mm kleinster Wickeldurchmesser, 112 mm Laufbreite, gewickelt.

Drähte bis 0,4 mm Ø, blank, Nr. 2—4, liefern wir ebenfalls auf Bakeliteringen.

Drähte in Stärken ab 0,5 mm werden in Ringen geliefert.

Landverpackung in Holzkisten, Überseeverpackung in gelöteten Blechkisten.

Tabelle 8**Toleranzen für Molybdän-Drähte**

Durchmesser mm	Normale Drähte Durchmesser- toleranz : mm	PR-Drähte		PG-Drähte	
		Durchmesser- toleranz : mm	Rundheit- toleranz ($d_1 - d_2$) mm	Durchmesser- toleranz : mm	Rundheit- toleranz ($d_1 - d_2$) mm
unter 0,050	0,003	0,003	0,002	4% Gewichtstoleranz	
bis 0,050	0,003	0,003	0,002		0,001
„ 0,100	0,003	0,003	0,0025	0,001	0,0015
„ 0,150	0,0035	0,0035	0,003	0,0015	0,002
„ 0,200	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002
„ 0,250	0,0045	0,0045	0,003	0,0025	0,002
„ 0,300	0,005	0,005	0,003	0,003	0,002
„ 0,400	0,006	0,006	0,004	0,004	0,003
„ 0,500	0,007	0,007	0,004	0,005	0,003
„ 0,700	0,007	0,007	0,004	0,005	0,003
„ 0,800	0,007	0,007	0,005	0,005	0,005
„ 1,000	0,007	0,007	0,005	0,005	0,005
„ 1,100	0,010	0,010	0,005	0,005	0,005

Engere Toleranzen gegen Mehrpreis auf Anfrage.

Zur Umrechnung auf Gewichtstoleranzen Tabelle 9 verwenden

Größere Durchmesser siehe Tabelle 6.



Tabelle 9
Gewichte von Molybdän-Drähten

Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg	Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg	Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg
0,020	0,65	0,033	308,000	0,072	8,38			0,108	18,83		
0,025	1,01	0,005	197,000	0,073	8,62			0,109	19,17		
0,030	1,46	0,007	137,000	0,074	8,86			0,110	19,53	0,098	10,240
0,035	1,99	0,010	99,000	0,075	9,10	0,046	21,980	0,111	19,89		
0,040	2,59	0,013	77,000	0,076	9,33			0,112	20,25		
0,041	2,72			0,077	9,58			0,113	20,61		
0,042	2,86			0,078	9,83			0,114	20,98		
0,043	2,99			0,079	10,09			0,115	21,34	0,107	9,370
0,044	3,13			0,080	10,34	0,052	19,340	0,116	21,72		
0,045	3,28	0,016	61,000	0,081	10,60			0,117	22,09		
0,046	3,43			0,082	10,86			0,118	22,47		
0,047	3,58			0,083	11,13			0,119	22,85		
0,048	3,73			0,084	11,40			0,120	23,24	0,116	8,606
0,049	3,89			0,085	11,67	0,058	17,140	0,121	23,63		
0,050	4,05	0,020	49,400	0,086	11,95			0,122	24,00		
0,051	4,21			0,087	12,23			0,123	24,39		
0,052	4,38			0,088	12,50			0,124	24,79		
0,053	4,55			0,089	12,80			0,125	25,19	0,126	7,940
0,054	4,72			0,090	13,09	0,065	15,280	0,126	25,60		
0,055	4,90	0,024	40,800	0,091	13,38			0,127	26,01		
0,056	5,08			0,092	13,67			0,128	26,42		
0,057	5,25			0,093	13,97			0,129	26,83		
0,058	5,44			0,094	14,28			0,130	27,25	0,136	7,340
0,059	5,63			0,095	14,58	0,073	13,720	0,131	27,67		
0,060	5,82	0,029	34,350	0,096	14,89			0,132	28,10		
0,061	6,02			0,097	15,20			0,133	28,52		
0,062	6,22			0,098	15,50			0,134	28,95		
0,063	6,42			0,099	15,82			0,135	29,39	0,147	6,805
0,064	6,62			0,100	16,14	0,081	12,390	0,136	29,83		
0,065	6,83	0,034	29,280	0,101	16,46			0,137	30,26		
0,066	7,04			0,102	16,79			0,138	30,71		
0,067	7,26			0,103	17,12			0,139	31,15		
0,068	7,43			0,104	17,46			0,140	31,61	0,158	6,327
0,069	7,70			0,105	17,79	0,089	11,240	0,141	32,06		
0,070	7,92	0,040	25,250	0,106	18,14			0,142	32,52		
0,071	8,15			0,107	18,48			0,143	32,97		

M O L Y B D Ä N



Tabelle 9: Gewichte von Molybdän-Drähten

Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg	Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg	Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg
0,144	33,44			0,181	52,72			0,218	76,48		
0,145	33,90	0,170	5,900	0,182	53,30			0,219	77,18		
0,146	34,37			0,183	53,89			0,220	77,89	0,389	2,568
0,147	34,84			0,184	54,48			0,221	78,52		
0,148	35,32			0,185	55,08	0,275	3,631	0,222	79,24		
0,149	35,75			0,186	55,67			0,223	79,95		
0,150	36,24	0,181	5,519	0,187	56,26			0,224	80,67		
0,151	36,72			0,188	56,88			0,225	81,39	0,407	2,457
0,152	37,21			0,189	57,48			0,226	82,12		
0,153	37,70			0,190	58,09	0,290	3,443	0,227	82,85		
0,154	38,20			0,191	58,71			0,228	83,58		
0,155	38,69	0,193	5,169	0,192	59,32			0,229	84,51		
0,156	39,19			0,193	59,94			0,230	85,08	0,425	2,351
0,157	39,70			0,194	60,57			0,231	85,79		
0,158	40,21			0,195	61,19	0,306	3,269	0,232	86,54		
0,159	40,71			0,196	61,82			0,233	87,28		
0,160	41,23	0,206	4,851	0,197	62,46			0,234	88,03		
0,161	41,74			0,198	63,09			0,235	88,79	0,444	2,253
0,162	42,27			0,199	63,73			0,236	89,59		
0,163	42,79			0,200	64,37	0,322	3,107	0,237	90,31		
0,164	43,32			0,201	65,02			0,238	91,07		
0,165	43,84	0,219	4,562	0,202	65,66			0,239	91,84		
0,166	44,38			0,203	66,33			0,240	92,61	0,463	2,160
0,167	44,90			0,204	66,97			0,241	93,38		
0,168	45,45			0,205	67,63	0,338	2,957	0,242	94,16		
0,169	46,00			0,206	68,29			0,243	94,94		
0,170	46,54	0,233	4,297	0,207	68,96			0,244	95,72		
0,171	47,09			0,208	69,62			0,245	96,51	0,483	2,072
0,172	47,65			0,209	70,30			0,246	97,30		
0,173	48,20			0,210	70,97	0,355	2,818	0,247	98,09		
0,174	48,76			0,211	71,65			0,248	98,88		
0,175	49,32	0,247	4,055	0,212	72,33			0,249	99,68		
0,176	49,89			0,213	73,09			0,250	100,5	0,502	1,990
0,177	50,43			0,214	73,70			0,251	101,3		
0,178	51,03			0,215	74,39	0,372	2,689	0,252	102,1		
0,179	51,59			0,216	75,08			0,253	102,9		
0,180	52,18	0,261	3,833	0,217	75,78			0,254	103,7		



Tabelle 9: Gewichte von Molybdän-Drähten

Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg	Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg	Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg
0,255	104,5	0,523	1,913	0,292	136,9			0,329	173,8		
0,256	105,4			0,293	137,8			0,330	174,9	0,874	1,144
0,257	106,2			0,294	138,8			0,331	175,8		
0,258	107,0			0,295	139,8	0,699	1,431	0,332	176,9		
0,259	107,8			0,296	140,7			0,333	177,9		
0,260	108,7	0,543	1,840	0,297	141,7			0,334	179,0		
0,261	109,5			0,298	142,6			0,335	180,1	0,900	1,111
0,262	110,4			0,299	143,6			0,336	181,1		
0,263	111,2			0,300	144,5	0,723	1,384	0,337	182,2		
0,264	112,1			0,301	145,5			0,338	183,3		
0,265	112,9	0,565	1,771	0,302	146,5			0,339	184,4		
0,266	113,8			0,303	147,4			0,340	185,5	0,927	1,078
0,267	114,6			0,304	148,4			0,341	186,6		
0,268	115,5			0,305	149,4	0,747	1,339	0,342	187,7		
0,269	116,3			0,306	150,4			0,343	188,8		
0,270	117,2	0,586	1,706	0,307	151,4			0,344	189,9		
0,271	118,0			0,308	152,4			0,345	191,0	0,955	1,047
0,272	118,8			0,309	153,3			0,346	192,1		
0,273	119,7			0,310	154,3	0,772	1,296	0,347	193,2		
0,274	120,6			0,311	155,3			0,348	194,3		
0,275	121,4	0,607	1,647	0,312	156,3			0,349	195,4		
0,276	122,3			0,313	157,3			0,350	196,6	0,983	1,018
0,277	123,2			0,314	158,4			0,351	197,7		
0,278	124,1			0,315	159,4	0,797	1,255	0,352	198,8		
0,279	125,0			0,316	160,4			0,353	199,9		
0,280	125,9	0,630	1,587	0,317	161,4			0,354	201,1		
0,281	126,8			0,318	162,4			0,355	202,2	1,011	989
0,282	127,7			0,319	163,4			0,356	203,4		
0,283	128,6			0,320	164,5	0,822	1,216	0,357	204,5		
0,284	129,5			0,321	165,5			0,358	205,6		
0,285	130,4	0,652	1,533	0,322	166,5			0,359	206,8		
0,286	131,4			0,323	167,6			0,360	207,9	1,040	962
0,287	132,3			0,324	168,6			0,361	209,1		
0,288	133,2			0,325	169,6	0,848	1,179	0,362	210,3		
0,289	134,1			0,326	170,7			0,363	211,4		
0,290	135,1	0,675	1,481	0,327	171,3			0,364	212,6		
0,291	136,0			0,328	172,8			0,365	213,8	1,069	936

M O L Y B D Ä N



Tabelle 9: Gewichte von Molybdän-Drähten

Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg	Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg	Durchm. in mm	mg je 200 mm	kg je 1000 m	m je 1 kg
0,366	214,9			0,385	237,8			0,44		1,55	650
0,367	216,1			0,386	239,1		1,169	841	0,45	1,62	620
0,368	217,3			0,387	240,3				0,46	1,69	590
0,369	218,5			0,388	241,6				0,47	1,77	570
0,370	219,7	1,098	910	0,389	242,8				0,48	1,85	540
0,371	220,9			0,390	244,0	1,220	820		0,49	1,92	520
0,372	222,0			0,391	245,2				0,50	2,00	500
0,373	223,2			0,392	246,3				0,55	2,42	413
0,374	224,4			0,393	247,6				0,60	2,88	347
0,375	225,6	1,128	886	0,394	248,8				0,65	3,38	296
0,376	226,8			0,395	250,1	1,251	800		0,70	3,92	255
0,377	227,1			0,396	251,4				0,75	4,50	222
0,378	229,3			0,397	240,3				0,80	5,12	195
0,379	230,5			0,398	241,6				0,85	5,78	173
0,380	231,7	1,158	863	0,399	242,8				0,90	6,48	154
0,381	232,9			0,400	256,5	1,282	780		0,95	7,22	139
0,382	234,1			0,41		1,35	740		1,00	8,00	125
0,383	235,4			0,42		1,41	710				
0,384	236,6			0,43		1,48	680				

Größere Durchmesser siehe Tabelle 5.



M O L Y B D Ä N

Molybdän-Bleche

Wir liefern **Molybdän-Bleche** ab 0,015 mm Stärke in den Ausführungen gemäß Tabelle 10, in den Abmessungen gemäß Tabelle 11 und mit den Toleranzen gemäß Tabelle 12.

Tabelle 10

Ausführungsformen von Molybdän-Blechen

Stärke mm	Nr.	Art
über 3 mm	1	matt hart
	1	matt hart
unter 3 mm	2	matt halbhart
	3	matt tiefziehfähig*
	4	blank hart
	5	blank halbhart
unter 1,0 mm	6	blank tiefziehfähig*
	7	blank besonders tiefziehfähig*

* Vgl. auch Abb. 17.

Die Walzrichtung bei Blechen länger als 250 mm in Längsrichtung. Walzrichtung bei Blechen kürzer als 250 mm nach Wunsch (kreuzweise).

Tabelle 12

Stärkentoleranzen für Molybdän-Bleche

Nennstärke (Dicke) in mm	Toleranz* ± mm
0,015 bis 0,025	0,002
über 0,025 „ 0,03	0,003
„ 0,03 „ 0,06	0,004
„ 0,06 „ 0,08	0,006
„ 0,08 „ 0,10	0,008
„ 0,10 „ 0,15	0,010
„ 0,15 „ 0,30	0,015
„ 0,30 „ 0,40	0,020
„ 0,40 „ 0,60	0,030
„ 0,60 „ 0,80	0,035
„ 0,80 „ 1,00	0,040
„ 1,00	0,100

* Engere Toleranzen erfordern Sonderherstellung (Mehrpreis).

Molybdän-Bänder

Die Herstellung von Molybdän-Bändern erfolgt entweder durch **Schneiden von Blechen** oder durch **Flachwalzen von Stäben bzw. Drähten**. Je nach Herstellungsart ergibt sich ein Unterschied in den Fabrikationslängen; Bänder, aus Blech geschnitten, sind verhältnismäßig kurz, während aus Draht gewalzte Bänder praktisch die Länge des eingesetzten Vormaterials haben. Auch die **Querschnittsform** der Bänder wird durch die Herstellungsart beeinflusst. Während aus Blech geschnittene Bänder ein genau rechteckiges Profil haben, sind gewalzte Bänder an den Schmalseiten etwas abgerundet.

Wir liefern aus Blech **geschnittene Bänder** mit kleinster Stärke von 0,015 mm und kleinster Bandbreite von 2,0 mm. Angaben über die größte Bandbreite, die größte Länge, die Ausführungsart und die Stärkentoleranzen sind den Tafeln 10, 11 und 12 zu entnehmen. Die Fabrikationsmaße und Toleranzen von **gewalzten Bändern** sind in Tabelle 13 zusammengestellt

Tabelle 11
Lieferabmessungen von Molybdän-Blechen

Blech- breite mm	Blechstärken mm															Blech- breite mm							
	0,015 0,020	0,021 0,034	0,035 0,044	0,045 0,059	0,060 0,089	0,090 0,19	0,20	0,21 0,39	0,40 0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,0	1,5		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
20-50																20-50							
60																60							
70																70							
80																80							
90																90							
100																100							
110																110							
120																120							
130																130							
140																140							
150																150							
160																160							
170																170							
180																180							
190																190							
200																200							
210																210							
220																220							
230																230							
240																240							
250																250							
260																260							
270																270							
280																280							
290																290							
300																300							
Blechlängen																							



M O L Y B D Ä N

Tabelle 13
Fabrikationsmaße von gewalzten Molybdän-Bändern

Maße in mm					
Stärke	Kleinste Breite*	Normale breite*	Stärke	Kleinste Breite	Normale Breite
0,010	0,10	10	0,20	0,60	20
0,020	0,10	10	0,25	0,70	20
0,025	0,10	10	0,30	0,80	20
0,030	0,10	10	0,35	1,00	20
0,035	0,10	10	0,40	1,00	20
0,040	0,15	10	0,45	1,20	20
0,045	0,15	10	0,50	1,20	20
0,050	0,20	10	0,60	1,50	20
0,060	0,20	12	0,70	2,00	20
0,070	0,20	12	0,80	2,50	20
0,080	0,25	12	0,90	2,50	20
0,090	0,25	12	1,00	3,00	20
0,100	0,30	15	1,20	3,50	25
0,120	0,35	15	1,50	4,50	25
0,150	0,45	15	2,00	6,00	25
0,180	0,50	15	2,50	7,00	25

* Sonderanfertigung ermöglicht für alle Bandstärken Breiten von 25 mm.

Toleranzen in mm	
Stärke	
bis 0,1	± 0,002
über 0,1 „ 0,5	± 0,003
„ 0,5 „ 1,0	± 0,005
„ 1,0 „ 2,0	± 0,010
über 2,0	- 0,020
Breite	
bis 0,5	± 0,02
über 0,5 „ 2,0	± 0,03
„ 2,0 „ 5,0	± 0,05
„ 5,0 „ 10	± 0,10
über 10	± 0,20

Lieferung: Auf Spulen.
Ausführung: 1. federhart,
2. geblüht
(3% Dehnung).

Molybdän-Formstücke aus gesintertem und geschmolzenem Molybdän

Die größten derzeit in laufender Fertigung erreichbaren Abmessungen für gesintertes Molybdän sind:

a) für nur gesinterte, nicht verarbeitete

Vierkantstäbe (Dichte etwa 9,7 g/cm³) 48 × 48 × 480 mm,

Vierkantplatten (Dichte etwa 9,7 g/cm³) 133 × 133 × 32 mm;

b) für gehämmerte Rundstäbe (Dichte etwa 10 g/cm³) 30 mm Ø × 500 mm.

Diese Werte und die bereits früher gemachten Angaben über Halbfabrikate, wie Rundstäbe, Bleche, Drähte usw., sind maßgebend für die größten Abmessungen noch herstellbarer Formstücke, sofern man nicht von der Möglichkeit Gebrauch macht, größere Konstruktionselemente aus mehreren Einzelteilen zusammenzubauen oder sie aus den erheblich größeren Ingots aus erschmolzenem Molybdän herzustellen.

In den folgenden Abschnitten sind die Abmessungen einiger laufend gefertigter Formstücke angegeben.

Molybdän-Rohre

Tabelle 14
Abmessungen gebohrter Molybdän-Rohre

Maße in mm

Innendurchmesser	Außendurchmesser	Maximale Länge einseitig geschlossen	Bohrung durchgehend
3—5	8—12	100—150	100—150
über 5—8	12—15	150—200	150—200
„ 8—15	15—25	200—250	200—250
„ 15—20	25—30	250—400	250—500

Der Außendurchmesser ist der Kleinstwert bei maximaler Rohrlänge. Kürzere Rohre sind mit etwas kleineren Außendurchmessern lieferbar.

Tabelle 15
Abmessungen stumpfgestößener Molybdän-Rohre

Maße in mm

Innendurchmesser	Wandstärke	Größte Länge
1	0,04—0,10	150
2	0,04—0,30	250
3	0,04—0,40	400
4—9	0,04—0,50	500
10—19	0,04—0,80	500
20—29	0,04—1,00	500
30—75	0,04—1,50	500

Verstärkungsringe aus Molybdän können auf Wunsch geliefert werden.

Tabelle 16
Abmessungen gefalzter Molybdän-Rohre

Maße in mm

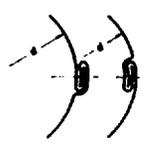
Innendurchmesser	Wandstärke	Größte Länge	
3	0,04—0,10	150	
4	0,04—0,20	200	
5	0,04—0,25	250	
6—9	0,04—0,30	300	
10—14	0,04—0,35	400	
15—19	0,04—0,40	500	
20—39	0,04—0,50	500	
40—75	0,04—0,60	500	

Tabelle 17
Abmessungen nahtlos gezogener Molybdän-Rohre

Maße in mm

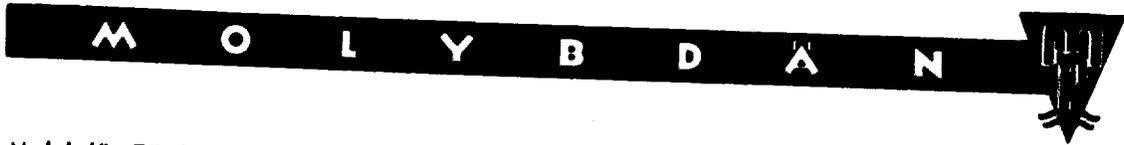
Außendurchmesser	Größte Länge	Wandstärke	
10	20	1	
12	22	1	
14	24	1	
16	25	1	
18	26	1	
20	28	1	
22	30	1	
24	32	1	
26	34	1	
28	36	1	
30	38	1	
32	40	1	2
34	41	1	2
36	42	1	2
38	43	1	2
40	43	1	2
42	44	1	2
44	45	1	2
46	44	1	2
48	41	1	2
50	42	1	2
52	40	1	2
54	38	1	2
56	36	1	2
58	35	1	2
60	34	1	2
62	33	1	2
64	32	1	2
66	31	1	2
68	30	1	2
70	29	1	2
72	28	1	2
74	27	1	2

Durch Außenabdrehen kann die Wandstärke auf jeden Wert zwischen 0,2 und 1 bzw. 2 mm gebracht werden, falls nicht die Anzahl der bestellten Rohre so groß ist, daß sich die Anfertigung eines neuen, für die betreffende Wandstärke bestimmten Werkzeugsatzes lohnt.

Nach einem **Spezialverfahren** erzeugen wir ferner:

Röhrchen mit Außendurchmesser zwischen 4 und 10 mm, in Längen zwischen 20 und 50 mm mit Wandstärken zwischen 0,1 und 1 mm.

Rohrstücke mit einem Innendurchmesser von etwa 40 mm und einem Außendurchmesser von etwa 60 mm und einer Länge zwischen 50 und 70 mm.

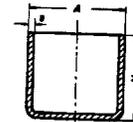


Molybdän-Töpfchen

Tabelle 18
Abmessungen gezogener Molybdän-Töpfchen

Maße in mm

Außendurchmesser A	Höhe H	Wandstärke s	
10	20	1	
12	22	1	
14	24	1	
16	25	1	
18	26	1	
20	28	1	
22	30	1	
24	32	1	
26	34	1	
28	36	1	
30	38	1	
32	40	1	2
34	41	1	2
36	42	1	2
38	43	1	2
40	43	1	2
42	44	1	2
44	45	1	2
46	44	1	2
48	43	1	2
50	42	1	2
52	40	1	2
54	38	1	2
56	36	1	2
58	35	1	2
60	34	1	2
62	33	1	2
64	32	1	2
66	31	1	2
68	30	1	2
70	29	1	2
72	28	1	2
74	27	1	2



Durch Außenabdrehen kann die Wandstärke auf jeden Wert zwischen 0,2 und 1 bzw. 2 mm gebracht werden, falls nicht die Anzahl der bestellten Töpfchen so groß ist, daß sich die Anfertigung eines neuen, für die betreffende Wandstärke bestimmten Werkzeugsatzes lohnt

M O L Y B D Ä N

Nach einem neuen Verfahren werden noch erzeugt:

Töpfchen mit Außendurchmessern zwischen 4 und 1,0 mm, in Längen zwischen 20 und 50 mm, mit Wandstärken zwischen 0,1 und 1 mm.

Abb. 26 zeigt eine Auswahl unserer Molybdän-Töpfchen.

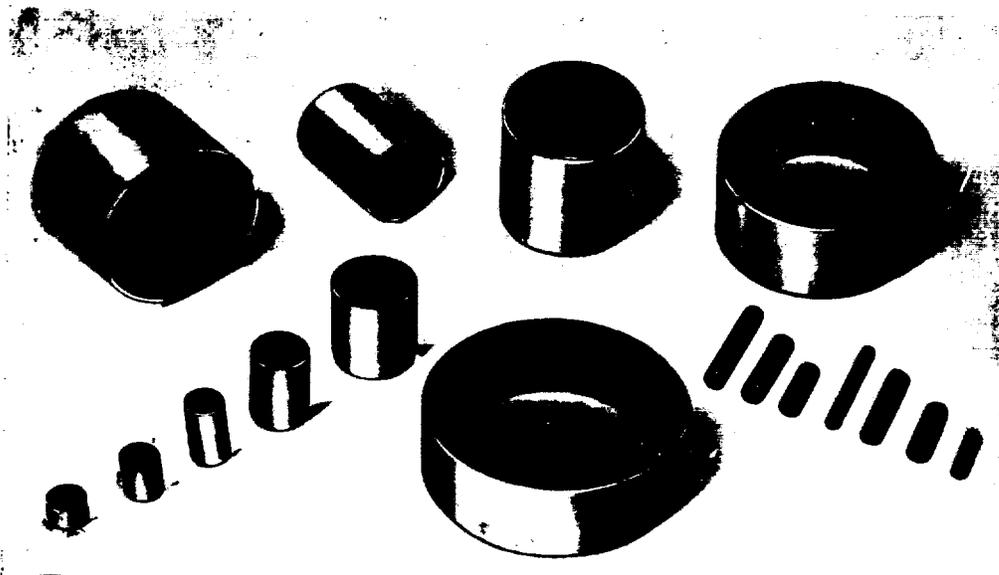


Abb. 26. Töpfchen aus Molybdän.

Molybdän-Nieten

Tabelle 19

Abmessungen von gepreßten Molybdän-Nieten

Maße in mm

Schaftdurchmesser d	1,0					1,2	1,5					
Schaftlänge l	2	3	5	7	10	7	3	5	7	10		

Diese Größen werden auf Lager gehalten und sind sofort in jeder Menge lieferbar. Für Nieten anderer Abmessungen ist Sonderfertigung bei einer Mindestmenge von 20.000 Stück notwendig. Dabei ist zu beachten, daß die Schaftlänge größer ist als der Schaftdurchmesser.

Kleinere Stückzahlen werden in der Ausführung „gedreht“ geliefert. Für Niederspannungsrelais werden gedrehte Molybdän-Nieten auch in sehr großer Stückzahl mit tadellos poliertem Kopf hergestellt.

Glühschiffchen und Glühunterlagen aus Molybdän

Wir liefern folgende Ausführungen:

1. **Schiffchen mit offenen Enden**, Querschnitt nach Wunsch, Blechstärke bis 4 mm.
2. **Schiffchen mit geschlossenen Enden**
 - a) aus Blech (bis etwa 2 mm) gedrückt, Enden gewährleisten dichten Abschluß;
 - b) aus Blech (bis etwa 2 mm) geschnitten und gefaltet, Enden jedoch nicht dicht.
3. **Allseitig geschliffene Stäbe und Platten**, besonders verzugsfrei, ohne bzw. mit Ausnehmungen zur Aufnahme des Glühgutes, hochtemperaturwechselbeständig.

Abb. 27 zeigt einige Molybdän-Glühschiffchen üblicher Formen und Abmessungen, welche aus Blech gefertigt wurden.

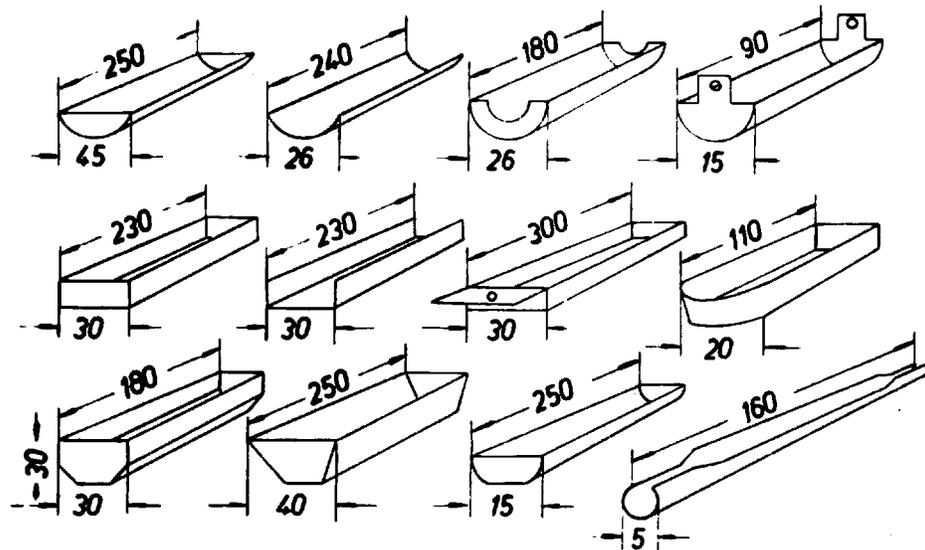


Abb. 27. Ausführungsformen von Molybdän-Glühschiffchen.

Abbrennplatten und -kappen aus Molybdän für Hochleistungsschalter

Abbrennplatten in allen erforderlichen Abmessungen (Abb. 28).

d zwischen 10 und 50 mm
D zwischen 14 und 58 mm
h zwischen 10 und 4 mm



Kappen und Düsen in allen erforderlichen Abmessungen.

Formstücke aus Molybdän für Röntgenröhren und Hochspannungsventilröhren

Achsen, gegebenenfalls einseitig gestaucht, in roher Ausführung bzw. fertig bearbeitet.

Muttern in roher Ausführung bzw. fertig bearbeitet, mit sauber geschnittenem Innen- oder Außengewinde

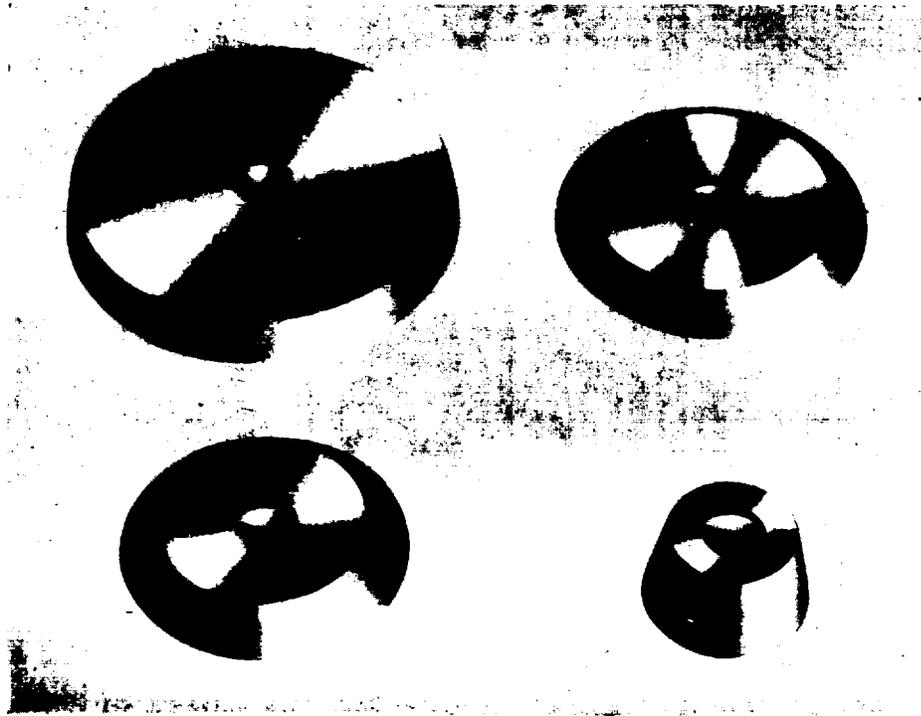


Abb. 28. Abtrennplatten aus Molybdän für Hochleistungsdruckluftschalter.

Kathoden-Kalotten

Anoden für Spezialröntgenröhren für Materialuntersuchungen und Hochspannungsventilröhren.

Formstücke aus Molybdän

für die chemische Industrie u. a.:

Elektroden für die Schmelzflußelektrolyse von Magnesium bis zu einem Durchmesser von 95 mm bei Längen bis zu 500 mm aus gegossenem Molybdän.

Säurebeständige Befestigungselemente (Abb. 29).

Säurebeständige Wärmeaustauscherrohre.

Rührwerke

für Zinkgießereien:

Ventilsitze, Ventilstößel, Schöpflöffel, Rohre für Thermoelemente usw.;

für die Glasindustrie:

Elektroden bis zu 95 mm Ø und 500 mm Länge als Einzelteil aus geschmolzenem Molybdän;

M O L Y B D Ä N

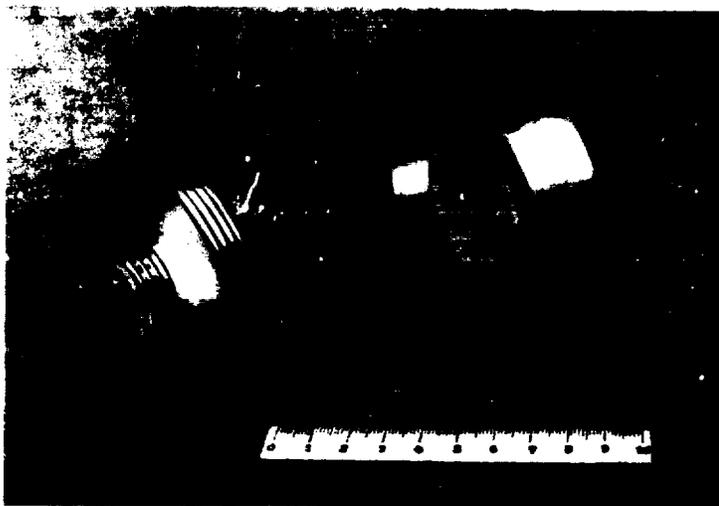


Abb. 29. Molybdän-Formteile für die chemische Industrie.

für die Schweißtechnik:
Punkt- und Nahtschweißelektroden für die Widerstandsschweißung,
Kühlplatten für das Argonarc- und Heliarcverfahren,
Elektroden für das Ölfunkenbrennen;
für Hochtemperaturöfen:
Heizelemente, Halterungen, Abschirmungen usw.;
für den Raketenbau:
Düsen und **Düseneinsätze**.