

WERKSTOFFAUSWAHL
FÜR
STRANGPREßWERKZEUGE
AUS
HEUTIGER SICHT

Dipl. Ing. W. Kortmann
S+C Märker GmbH

**4. Strangpreßtagung
für
Schwermetalle
29-30 April 1999
S + C Lindlar**

1 EINLEITUNG

Die ständig wachsenden Forderungen der Abnehmer von Metallhalbzeugen nach billigeren Produkten, bei gleicher oder sogar verbesserter Qualität, zwingen den Strangpreßbetrieb dazu die Verfahren zu optimieren und Kosten zu senken.

Wege zur Kostensenkung beim Strangpressen sind u. a.:

- Einsatz größerer Bolzen, sowohl in der Länge als auch im Durchmesser, besonders bei Indirektpressen.
- Hiermit verbunden sind größere Pressen, die in der Lage sind derartige Bolzen noch zu verpressen. Eine 130 MN Presse ist gerade im Bau.
- Schnellere Preßgeschwindigkeiten.
- Kürzere Totzeiten.

Dies erfordert Werkzeuge, die diesen höheren Belastungen gewachsen sind. Trotz dieser höheren Belastungen sollen die Werkzeuge auch noch längere Standzeiten erreichen.

Gleichzeitig werden oft auch noch bessere Oberflächengüten und engere Toleranzen gefordert.

Dies alles zwingt den Stahl- bzw. Werkzeughersteller zur Entwicklung „besserer“ Werkstoffe, zum Einsatz „höherer“ Legierungen und eventuell auch zu Änderungen der Konstruktion.

Hieraus ergibt sich, daß Werkzeugstähle, die in der Vergangenheit noch ausreichten, heutigen Anforderungen jedoch nicht mehr gewachsen sind. Im folgenden soll daher ein Überblick gegeben werden, welche Stähle bzw. Werkzeugwerkstoffe aus heutiger Sicht für das Strangpressen empfohlen werden können. (Bild 1)



Bild 1: Werkzeuge für Strangpresse

2 GEFORDERTE EIGENSCHAFTEN AN WERKSTOFFE FÜR STRANGPREßWERKZEUGE

Von den Warmarbeitsstählen und Sonderwerkstoffen für Strangpreßwerkzeuge werden folgende Eigenschaften erwartet:

- Warmfestigkeit und Warmverschleißwiderstand
- Warmzähigkeit
- Zeitstandfestigkeit bei hohen Temperaturen
- Anlaßbeständigkeit
- Warmrißunempfindlichkeit, d. h. Thermoschockbeständigkeit
- Gute Wärmeleitfähigkeit
- Weitgehende Oxydationsbeständigkeit
- Geringe Klebneigung
- Maßbeständigkeit in der Wärme

Selbstverständlich sollen sich die Werkstoffe auch noch gut verarbeiten lassen, einen niedrigen Preis aufweisen und immer schnellstmöglich lieferbar sein.

Grundsätzlich ist der Wunsch zu universellen Güten zu begrüßen, da diese in Kosten und Verfügbarkeit den Kundenwünschen am besten entgegenkommen. Leider bewirken die zuvor genannten Entwicklungstendenzen und die notwendigen Eigenschaften oft genau das Gegenteil, nämlich Werkstoffe, speziell entwickelt für bestimmte Anforderungen und Einsatzgebiete. Da sich geforderte Eigenschaften z. T. deutlich widersprechen, ist verständlich, daß auf bestimmte Höchstleistungen getrimmte Werkstoffe nicht mehr universell verwendbar sind. Ein Werkstoff, der z. B. höchste Warmfestigkeit aufweist, zeigt meistens nur schlechte Thermoschockbeständigkeit.

Aus all diesen Gründen haben sich im Laufe der Zeit mit den geänderten Ansprüchen auch andere Werkstoffe für die einzelnen Werkzeuge herauskristallisiert. Einige Werkstoffe werden praktisch gar nicht mehr verwendet, andere sind neu hinzugekommen.

Im folgenden soll eine Werkstoffauswahl aus heutiger Sicht für die wichtigsten Bauteile und Werkzeuge für Schwermetallstrangpressen aufgezeigt werden.

Tabelle 1 (im Anhang) zeigt einen Vergleich der Werkstoffnummern, Werkmarken und einiger ausländischer Normbezeichnungen zum besseren Verständnis der besprochenen Werkstoffe.

2.1 WARMARBEITSSTÄHLE FÜR BLOCKAUFNEHMER

Tabelle 2 (im Anhang)

Blockaufnehmer sind die teuersten Werkzeuge im Strangpreßbereich.

Deshalb kommt diesen besondere Bedeutung bei Konstruktion, Material und Fertigung zu.

Die Beanspruchungen, denen ein Blockaufnehmer während seiner Arbeitszeit ausgesetzt ist, setzen sich aus den Umformdrücken und den Wärmespannungen zusammen.

Dazu kommen Reib- und Scherkräfte, die zu Verschleiß und axialen Spannungen führen.

2.2 MANTEL

Tabelle 2 (im Anhang)

In früheren Jahren war im Normalfalle für Mäntel im Leichtmetallbereich, aber auch beim Verpressen von Schwermetallen der mittellegierte Stahl 1.2311, (Märker WAGT) ausreichend.

Er wurde eingesetzt mit einer Festigkeit von 1000-1150 N/mm². Aufgrund der heute erheblich höheren Beanspruchungen kann dieser Werkstoff nicht mehr empfohlen werden. Wesentlich größere Bolzenabmessungen bei moderner Pressen mit erhöhten Presskräften bringen höhere thermische und mechanische Belastungen mit sich. Kühlungen und Zonenheizungen bei Blockaufnehmern wurden teilweise sogar erforderlich. Gleichzeitig durften die Blockaufnehmer nicht entsprechend größer dimensioniert werden, da die Pressen wiederum möglichst kompakt gehalten werden mußten.

Selbst die Güte 1.2323 (Märker PHM) ist bei Schwermetallpressen nur in Ausnahmefällen noch bei dreiteiliger Bauart für Mäntel akzeptabel. Das gleiche gilt auch für den in Übersee noch öfter verwendeten Vergütungsstahl nach SAE 4340 (entspricht in etwa dem legierten Baustahl nach Werkstoff Nr. 1.6565).

Bei zweiteiliger Bauart sollten auch diese Stähle für Schwermetall-Verarbeitung nicht mehr eingesetzt werden.

Bei älteren Pressen jedoch, bei denen diese Stähle verwendet wurden und bei denen auch in den Jahren keine Belastungserhöhungen vorgenommen wurden, können selbstverständlich diese billigeren Stähle auch heute noch verwendet werden.

Bei modernen Pressen hat sich heute für Mäntel der hochlegierte Warmarbeitsstahl 1.2343 (Märker DCM) durchgesetzt. Dieser Cr-Mo-V legierte Warmarbeitsstahl besitzt im Vergleich zu den zuvor genannten Stählen wesentlich bessere Warmfestigkeit und Zeitstandfestigkeit (Ermüdungsfestigkeit), auch bei wechselnder Beanspruchung. Er weist außerdem sehr gute Zähigkeitseigenschaften auf. Dies garantiert lange Lebensdauer trotz erhöhter Beanspruchungen. Die Festigkeit sollte ebenfalls bei 1000-1150 N/mm² liegen, in Ausnahmefällen bis 1200 N/mm².

2.3 ZWISCHENBÜCHSEN

Tabelle 2 (im Anhang)

Auch bei den Zwischenbüchsen hat es in jüngster Zeit Verschiebungen bei den eingesetzten Warmarbeitsstählen gegeben. Die Gründe sind die gleichen, wie zuvor erwähnt. Der Warmarbeitsstahl 1.2323 (Märker PHM) und die in Übersee gängigere Alternative SAE 4340 werden heute praktisch nur noch bei Pressen älterer Bauart ohne hohe Beanspruchung verwendet.

Eine Zwischenbüchse soll mehrere Innenbüchsen verkraften, ohne Festigkeitsverlust und ohne Risse. Damit Innenbüchsen höchste Leistungen erzielen, muß die Zwischenbüchse auch bei hohen mechanischen und thermischen Belastungen genügend Abstützung für die Innenbüchse geben. Ein Festigkeitsverlust der Zwischenbüchse kann zur Gefährdung des gesamten Verbandes führen, in jedem Falle aber zu Leistungsverlusten der Innenbüchse.

Aus diesen Gründen wurden gekühlte Rezipienten entwickelt. Diese Bauart ist heute keine Seltenheit mehr.

Wenn es aber notwendig, ist Blockaufnehmer zu kühlen (meistens auf der Zwischenbüchse), macht es keinen Sinn, für diese Bauteile Warmarbeitsstähle oder Baustähle mit nur geringer Warmfestigkeit einzuplanen. Zwischenbüchsen sollten daher heute bei der Schwermetallverarbeitung nur noch aus hochlegierten Warmarbeitsstählen nach Werkstoff Nr. 1.2343 (Märker DCM) oder bei extrem hoher thermischer Belastung aus 1.2367 (Märker WM 30) eingebaut werden. Anstelle der Güte 1.2343 (Märker DCM, AISI H11) kann auch die in einigen Ländern gängigere Güte 1.2344 (Märker DCV, AISI H13) verwendet werden.

Beide Warmarbeitsstähle sind in ihren Eigenschaften und im Preis fast identisch, so daß sie praktisch austauschbar sind. Hier sollte es dem Stahlwerk überlassen werden, welcher Stahl vorzuziehen ist. Meistens entscheidet die Verfügbarkeit, die in Europa bei 1.2343

(Märker DCM) besser ist.

Im folgenden Bild 2 sind die Zeitstandfestigkeiten für die drei Warmarbeitsstähle 1.2343, 1.2344 und 1.2367 (Märker DCM, DCV, WM30) miteinander verglichen, bei höheren Arbeitstemperaturen. Es zeigt sich, daß die Güte 1.2367 (Märker WM30) die besseren Werte erzielt. Die zweckmäßige Einbaufestigkeit liegt bei Zwischenbüchsen bei 1200-1350 N/mm². Wenn die Festigkeit bei der Zwischenbüchse im Laufe der Einsatzzeit durch Temperaturbelastung unter ca. 1100 N/mm² abgefallen ist, sollte ein Austausch der Zwischenbüchse eingeplant werden.

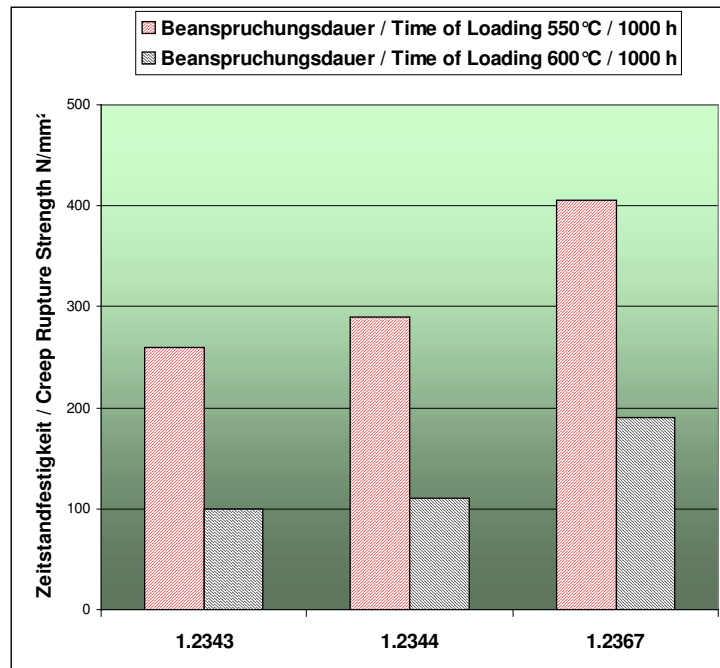


Bild 2: Zeitstandfestigkeit verschiedener Warmarbeitsstähle

2.4 INNENBÜCHSEN

Bei den Innenbüchsen wird bei Schwermetalllegierungen die Anlaßbeständigkeit der martensitischen (vergütbaren) Warmarbeitsstähle immer überschritten. Daher wird hier auch bei älteren Pressen schon seit langem fast ausschließlich die austenitische Warmarbeitsstahlgüte 1.2779 (Märker D 690) verwendet. Vergütbare martensitische Stähle wie 1.2365 (Märker WM 28) kommen nur noch in wenigen Ausnahmefällen zum Einsatz. Aus dem Bild 3 ist ersichtlich, daß bei Beanspruchungstemperaturen $> \text{ca. } 600^\circ \text{C}$ der Stahl 1.2779 (Märker D 690) in jedem Falle überlegen ist. Es werden 2 – 3-fache Standzeiten erreicht, die die höheren Kosten dieses Stahles mehr als wettmachen.

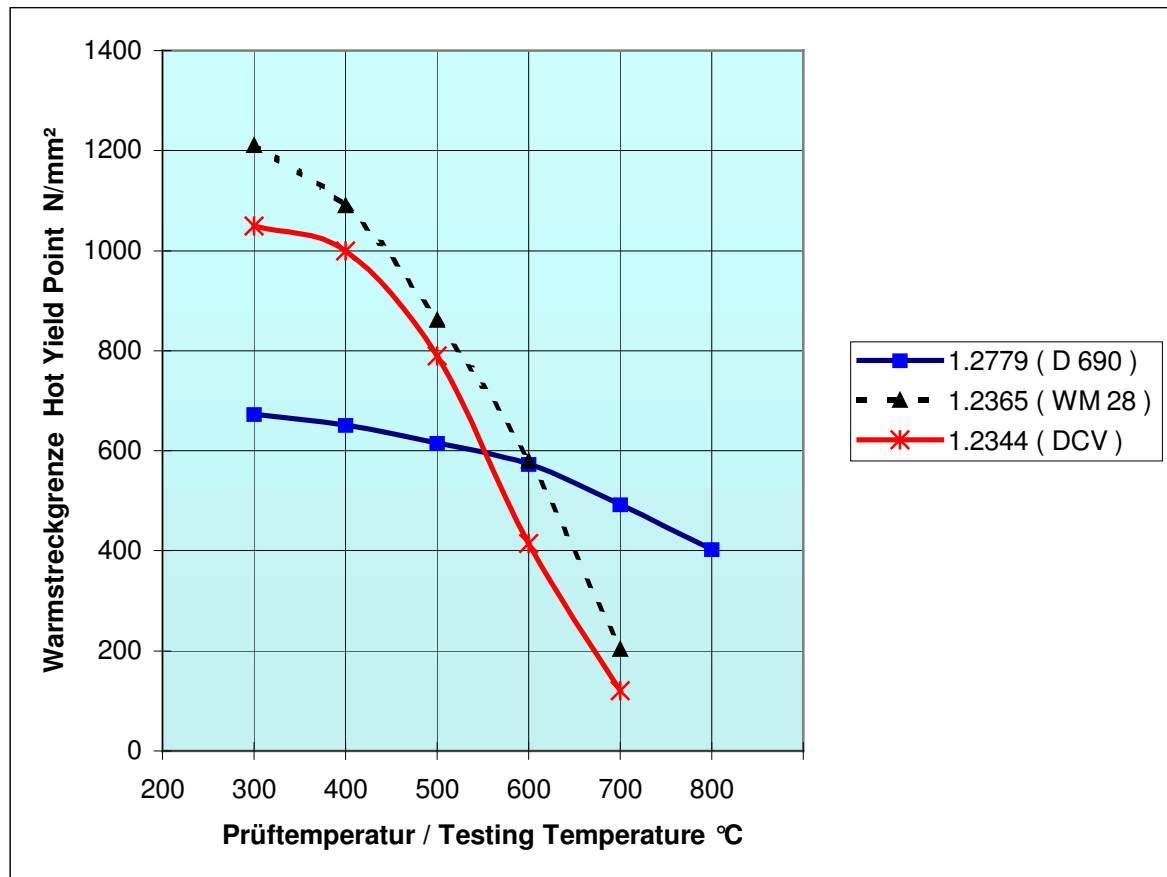


Bild 3: Vergleich der Warmstreckgrenze verschiedener Warmarbeitsstähle

Aufgrund der besonders bei den Innenbüchsen immer weiter steigenden Beanspruchung haben wir die Güte 1.2779 (Märker D 690) weiter entwickelt in Richtung noch höherer Warmfestigkeit. Durch legierungstechnische Verbesserung vor allem im Ti-Gehalt entstand die Güte Märker W 512 (~ 1.2779).

Einen Vergleich der Eigenschaften zwischen den Stählen Märker W 512 (1.2779mod.) und Märker D 690 (1.2779) zeigt Bild 4

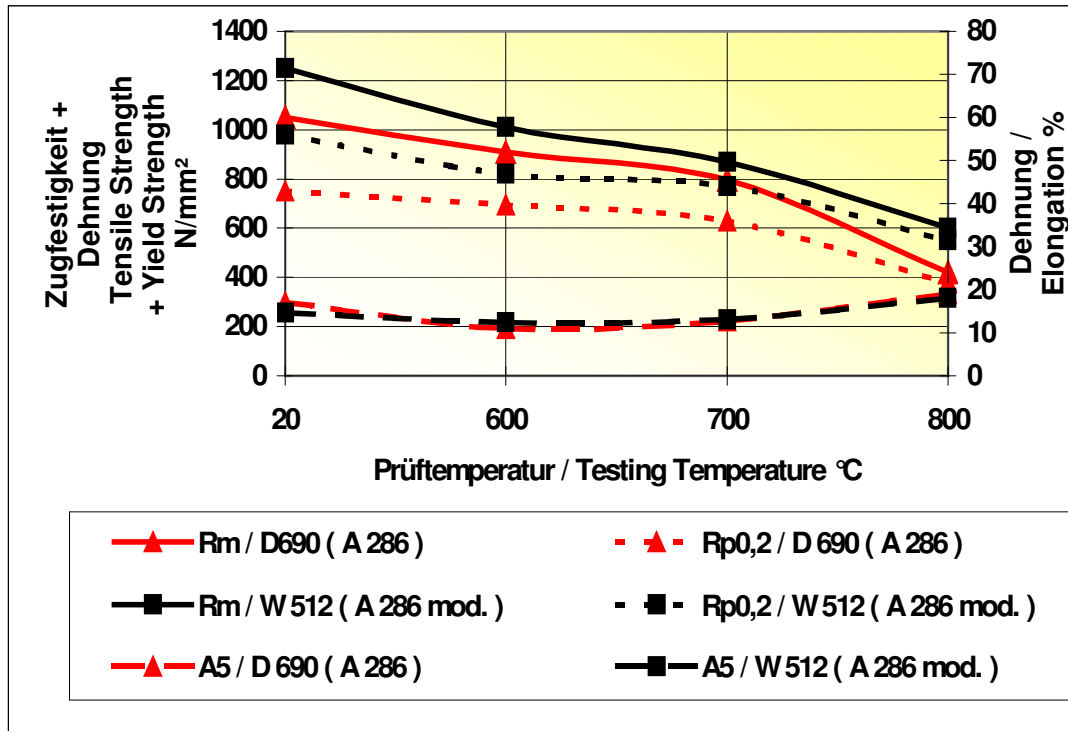


Bild 4: Vergleich der mechanischen Eigenschaften zwischen Märker D690 und W512

Praktische Versuche mit Märker W 512 haben bei Innenbüchsen zur Verarbeitung von Messing deutliche Leistungssteigerungen gebracht. Beim Verpressen von Kupfer konnten diese Verbesserungen noch nicht erreicht werden, da hier höhere Thermoschock-Bbeanspruchungen auftreten, die zu Warmrißbildungen führen. Aufgrund der verbesserten Warmfestigkeit hat sich dieser Werkstoff jedoch auch noch für andere Werkzeuge, wie Preßscheiben, Matrizenhalter, Preßmatrizen und Verschlußstücke bewährt.

Ein Schritt zu noch höherer Warmfestigkeit ist der Einsatz der Ni-Basislegierung 2.4668 (Märker SL 6) für Innenbüchsen bei Schwermetallverarbeitung. Der sehr hohe Preis dieses Werkstoffes hat jedoch seinen Anteil für Innenbüchsen noch begrenzt. In den meisten Fällen hat das Preisleistungs-Verhältnis für den Stahl 1.2779 (Märker D 690) entschieden. Besonders beim Verpressen von Cu/Ni kann hier in der Zukunft der Anteil von 2.4668 (Märker SL 6) jedoch noch steigen.

2.5 WERKSTOFFE FÜR MATRIZEN UND MATRIZENEINSÄTZE



Bild 5: Matrizen und Matrizeinsätze

Tabelle 3 (im Anhang)

Die der Formgebung dienenden Preßmatrizen sind höchsten Beanspruchungen durch Temperatur, Druck, Reibung und Verschleiß unterworfen. Es ist daher naturgemäß das Bestreben in jedem Preßbetrieb, für die meist sehr lohnintensiven Werkzeuge Werkstoffe zu verwenden, die eine möglichst lange Lebensdauer haben.

Die Lebensdauer wird jedoch nicht nur durch die oben genannten Beanspruchungen beeinflusst. Hinzu kommen Kriterien, wie konstruktive Ausführung der Werkzeuge, Profildesign, erforderliche Toleranz und Oberflächengüte des Preßgutes usw.

Aufgrund dieser Vielschichtigkeit gibt es weder für Vollmatrizen, noch für Matrizeinsätze universell verwendbare Materialien. Bei der Auswahl des Matrizenwerkstoffes ist leider immer eine Einzelfallbetrachtung erforderlich. Wie aus der Tabelle 3 ersichtlich, ist eine Vielzahl von Werkstoffen im Einsatz.

Es werden herkömmliche, vergütbare martensitische Warmarbeitsstähle, austenitische

Warmarbeitsstähle, Ni-Basislegierungen (Inconel-Alloys), Co-Basislegierungen (Stellite), Mo-Legierungen , Hartmetalle bis hin zur Keramik verwendet.

Die Warmarbeitsstähle 1.2343/44 (Märker DCM/DCV), 1.2365 (Märker WM 28) eignen sich höchstens noch für Fassungen, nicht jedoch für die eigentlichen, formgebenden Teile. Aufgrund der schlechten Wärmeleitfähigkeit ist der Mengenanteil des hoch Wolfram haltigen Stahles 1.2581 (Märker W 11) nur noch sehr gering.

Bei Vollmatrizen haben sich als martensitische, vergütbare Warmarbeitsstähle lediglich die Güten 1.2678 (Märker PWC) und 1.2888 (Märker PWC 2) noch bewährt. Ihre Warmfestigkeit ist jedoch begrenzt, daher werden sie auch in Zukunft nur für kleine Preßlose Bedeutung haben. Verbesserte Warmfestigkeiten weisen die austenitischen Warmarbeitsstähle auf. Bei der Güte 1.2731 (Märker REM) handelt es sich um die sogenannte „hammerharte“ Güte, die aufgrund ihres Schmiedeprozesses nur als dreidimensional geschmiedete Scheibe geliefert wird. Die ebenfalls austenitischen Stähle 1.2758 (Märker REM Spezial) und Märker W 512 (~ 1.2779) erreichen über ein Lösungsglühen und Warmauslagern eine gleichmäßigere und höhere Härte als 1.2731 (Märker REM). Darüber hinaus ist auch die Warmfestigkeit besser.

Bei allen weiteren in der Tabelle aufgeführten Werkstoffen handelt es sich nicht mehr um Stähle, sondern um Sonderlegierungen auf Ni-, Mo-, oder Co-Basis, Hartmetalle bis hin zur Keramik.

Bei all diesen Werkstoffen steht in erster Linie die Temperaturbelastbarkeit und der Warmverschleißwiderstand im Vordergrund.

Ein großer Nachteil neben hohem Preis ist bei den meisten Sonderlegierungen die geringe Zähigkeit und vor allem die hohe Thermoschock-Empfindlichkeit.

Die Nickel-Basislegierung 2.4668 (Märker SL 6) sollte aufgrund der Klebneigung nur für Cu-Verarbeitung eingesetzt werden. 2.4973 (Märker SL 15) ist für Cu und MS geeignet, insbesondere für flache Profile und Hohlprofile (Brückenwerkzeuge).

Die geschmiedete Stellite-Legierung Märker P 63 weist gegenüber der gegossenen Legierung Märker P 42 H die bessere Zähigkeit auf bei jedoch geringerer Härte. Sie kann daher auch für mittlere Profilgrößen und kantige Profile verwendet werden. Gegossene Stellite mit hohem C-Gehalten eignen sich nur für Drahtmatrizen und kleine, einfache Profile ohne schärfere Kanten. Die Mo-Legierung MHC hat inzwischen ein größeres Anwendungsfeld für MS-Profile kleinerer bis mittlerer Abmessung erobert.

Auch Hartmetall hat als Matrizen Einsatz inzwischen einige Anwendungsgebiete.

2.6 ZIRCOA KERAMIKMATRIZEN

Bei allen bisher betrachteten Werkstoffen handelte es sich um Metalle. Teilstabilisiertes Zirkonoxid, aus dem ZIRCOA- Matrizeneinsätze gefertigt werden, ist nicht metallischer Art. Da dieser Werkstoff gegenüber den Metallen ganz andere Eigenschaften aufweist und auch andere Einsatzbedingungen erfordert, sollen hier einige zusätzliche Informationen zu diesem Sonderwerkstoff gegeben werden.

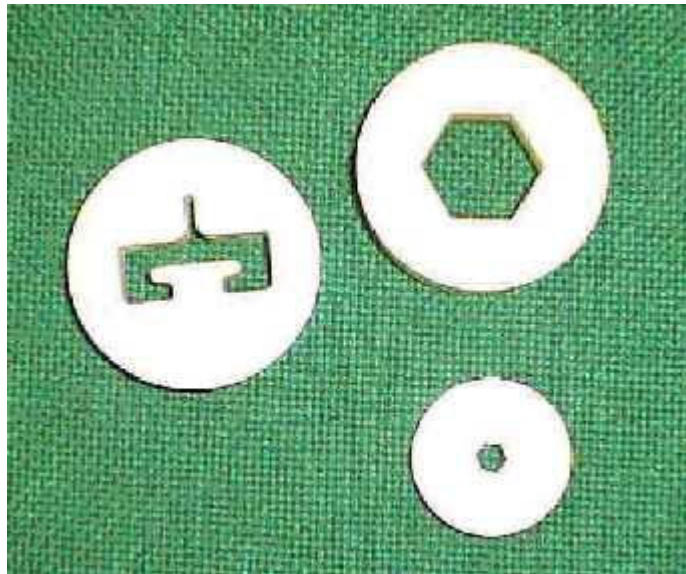


Bild 6: **Keramikmatrizen**

Aufgrund der besonderen Struktur von teilstabilisiertem Zirkonoxid weisen Keramikeinsätze in Strangpreßmatrizen eine Reihe wesentlicher Vorteile auf:

- Kaum Benetzung durch die zu verpressende NE-Legierung
- Niedriger Reibungskoeffizient
- Verbesserte Oberflächengüte des Preßproduktes
- Höhere Preßgeschwindigkeit
- Geringerer Werkzeugverschleiß
- Exzellente Formstabilität des Preßproduktes
- Längere Lebensdauer der Matrizen

Um diese Vorteile voll nutzen zu können, müssen jedoch einige wichtige Vorbedingungen erfüllt werden. Nur bei genauester Beachtung dieser Gesichtspunkte wird sich ein erfolgreicher Einsatz von Keramikmatrizen einstellen:

- Keramikgerechte Konstruktion des Werkzeuges

- Sachgerechte Auswahl des Fassungswerkstoffes und einwandfreies Einschrumpfen
- Vermeidung von Thermoschocks, d.h. ausreichendes Vorwärmen und gute Temperaturführung
- Vermeidung von Zug-, Scherkräften und schlägen.

Grundsätzlich sollten bei der Materialauswahl für Matrizen Werkstoffanwender und Werkstofflieferant eng zusammenarbeiten, um die optimale Auswahl treffen zu können.



Bild 7: Preßstempel

2.7 WARMARBEITSSTÄHLE FÜR PREßSTEMPEL

Tabelle 4 (im Anhang)

Der Preßstempel muß den gesamten Verformungswiderstand des Preßgutes überwinden. Die hierzu erforderlichen Preßkräfte beanspruchen die Stempel sehr stark auf Druck und teilweise auf Knickung.

Auch wenn durch die Verwendung von Preßscheiben der Stempel nicht direkt mit den heißen Bolzen in Kontakt ist, können dennoch durch Abstrahlung der Wärme

von der Innenbüchse und Wärmeübertragung von der Preßscheibe Erwärmungen des Stempelkopfes auftreten.

Aus diesem Grunde ist der Einsatz des niedrig legierten Warmarbeitsstahles 1.2714 (Märker SRSE) nicht mehr zu empfehlen.

Standardwerkstoff ist heute der Stahl 1.2343 (Märker DCM). Es sei nochmals erwähnt, daß der in einigen Ländern gängigere Stahl 1.2344 (Märker DCV) natürlich gleich gut geeignet ist.

Bei spezifischen Arbeitsdrücken über etwa 700 N/qmm, wie sie z. B. bei Indirektpressen wegen der großen Bohrung im Stempel auftreten können, empfehlen wir den Warmarbeitsstahl 1.2367 (Märker WM 30).

2.8 WARMARBEITSSTÄHLE FÜR PREßDORNE

Tabelle 4 (im Anhang)

Preßdorne werden während des gesamten Vorganges von dem heißen Bolzen umschlossen. Entsprechend hoch ist die Temperaturbelastung. Gleichzeitig wird mit dem Dorn auch oft gelocht. Dies bedeutet hohe Knick- und Druckbelastung. Während des Preßvorganges fließt das Material entlang der Dornoberfläche. Es treten hohe Reibung und Zugkräfte auf.

Da die Temperaturbelastung oberhalb der Anlaßtemperatur der Warmarbeitsstähle liegt, tritt trotz Innenkühlung und Außenschmierung ein Ausglüheffekt der Dornoberfläche auf.

Es haben sich für diesen Verwendungszweck hauptsächlich die Cr-Mo-V-legierten Warmarbeitsstähle mit hoher Wärmeleitfähigkeit bewährt. (1.2343 Märker DCM und 1.2367 Märker WM 30). Den größten Anteil machen heute Dorne der Güte 1.2367 (Märker WM 30) mit spezieller Wärmebehandlung aus.

Höher legierte Werkstoffe haben aufgrund der geringeren Zähigkeit und höheren Thermoschock-Empfindlichkeit praktisch keine Erfolge gebracht.

Auch die verschiedensten Versuche mit Oberflächenbehandlungen wie Nitrieren, CVD oder PVD Beschichtungen zeigten keine Verbesserungen der Standzeit.

Einen großen Einfluß übt die Dornschnierung aus. Hierüber wird gesondert berichtet.

2.9 WARMARBEITSSTÄHLE FÜR PREßSCHEIBEN

Tabelle 4 (im Anhang)

Die Preßscheiben übertragen den vom Preßstempel aufgebrauchten Druck auf den Bolzen. Sie stehen mit den Bolzen während des gesamten Preßvorganges im Kontakt. Dabei werden sie örtlich sehr hoch erwärmt. Nach dem Preßvorgang müssen sie auf Normaltemperatur abgekühlt werden. Es entsteht eine hohe Temperaturwechselbeanspruchung. Beim Pressen mit Schale kommt noch eine hohe Warmverschleiß-Beanspruchung der Kanten hinzu.

Diesen Anforderungen wird bei Cu und CuNi am besten die Ni-Basislegierung 2.4668 (Märker SL 6) gerecht. Kritisch ist der hohe Preis dieser Legierung. Daher wird bei Ms wegen der geringeren Temperatur dem Warmarbeitsstahl 1.2678 (Märker PWC) oft der Vorzug gegeben. Die Güte 1.2365 (Märker WM 28) kommt bei Wasserabkühlung oder in Verbindung mit einer Aufpanzerung zum Einsatz. Sehr gute Ergebnisse wurden in letzter Zeit mit dem austenitischen Sonderstahl W 512 erzielt. Er schließt die Lücke zwischen den vergütbaren martensitischen Warmarbeitsstählen und der teuren Ni-Basislegierung 2.4668 (Märker SL 6). Das Mengenaufkommen der beiden Warmarbeitsstähle 1.2567 (Märker MEWE) und 1.2885 (Märker WMC) ist rückläufig. Sie sind daher nur bedingt zu empfehlen.

3 ZUSAMMENFASSUNG

Die Entwicklungen auf dem Gebiet der Schwermetall Strangpressen haben zu Änderungen der empfohlenen Werkzeugwerkstoffe geführt.

Größere Strangpressen mit höheren Bolzengewichten, schnellere Preßfolgen, höhere Ansprüche an Oberflächengüten und Toleranzen wirken sich direkt auf die verwendeten Werkzeugwerkstoffe aus.

Einige Güten sind heute kaum noch im Einsatz, neue Werkstoffe sind hinzugekommen.

Eine Werkstoffauswahl aus heutiger Sicht wurde vorgestellt.

Es wurden nur die wichtigsten Werkzeuge angesprochen, vor allem solche Teile, die in direktem Kontakt mit dem Preßbolzen sind. Einige nicht so kritische Werkzeuge, wie Druckplatten, Dornhalter, Putzscheiben etc. wurden nicht erwähnt. Bei diesen Werkzeugen sind auch keine werkstofflichen Veränderungen in den letzten Jahren aufgetreten. Hier sind die alten bewährten Werkstoffe auch weiterhin in Gebrauch.

Grundsätzlich sollte bei der Materialauswahl immer eine individuelle Abstimmung zwischen dem Anwender und dem Stahl- bzw. Werkzeughersteller erfolgen.

ANHANG: TABELLE 1 – WERKZEUGSTAHL

Werkst. Nr. Mat. No.	Werksmarke S+C Brand	Kurzname Code	AISI	sonst. Bez./ other names	Richtanalyse Nominal Analysis					
					Cr	Mo	V	Ni	Others	
1.2311	WAGT	40 CrMnMo7	P 20		0,40	2,0	0,2	--		+1,5Mn
1.2323	PHM	48 CrMoV 6-7			0,45	1,4	0,8	0,3		
1.2343	DCM	X 38 CrMoV 5-1	H 13		0,38	5,0	1,3	0,4		
1.2344	DCV	X 40 CrMoV 5-1	H 11		0,40	5,0	1,3	1,0		
1.2365	WM 28	X 32 CrMoV 3-3	H 10		0,30	3,0	2,8	0,6		
1.2367	WM 30	X 40 CrMoV 5-3			0,37	5,0	3,0	0,6		
1.2581	W 11	X 30 WCrV 9-3	H 21		0,30	2,6		0,3		
1.2678	PWC	X 45 CoCrWV 5-5-5	H 19		0,45	4,5	0,5	2,0		+4,5W; +4,5Co
1.2731	REM	X 50 NiCrWV 13-13			0,50	13,0	--	0,5	13,0	+2,5W
1.2779	D690	X6NiCrTi26-15	A286		0,05	15,0	1,3	0,3	25,5	+2,3Ti; +B
1.2758	REM Spez.	X 50WNiCrVCo 1212			0,50	4,0	0,7	1,1	11,5	+12,5W; +2,0Co
1.2888	PWC 2	X 20 CoCrWMo 10-9			0,20	9,5	2,0			+10Co; +5,5W
2.4668	SL 6	NiCr 19 NbMo		Inc. 718	0,05	19,0	3,0		52,5	5,0Nb
2.4973	SL 15	NiCr 19 CoMo		R 41	0,08	19,0	10,0		Rest	+11,0Co
2.4979	P 63	CoCr 28 Mo		Stellite HS21	0,30	28,0	5,5		2,5	Co Rest
-	P42 H	CoCr 32 W 13		Stellite 3	2,20	36,0				Co Rest
-	-			MHC	0,15		Rest			+1,5Ti
-	-			Hartmetall	WC 88; Co 12					
-	Zircoa			Zircoa	ZrO: 96,7-97,0MgO: 3,0-3,3					

ANHANG: TABELLE 2 – WERKZEUGSTAHL FÜR AUFNEHMER

	Werkstoff Nr.	AISI / SAE	Analyse – Chemical Composition					
			C	Cr	Mo	V	Ni	Other
Mantel / Mantle	1.2311	P20	0,40	2,0	0,2	--	--	+1,5 Mn
	1.2323	--	0,45	1,4	0,8	0,3	--	
		4340	0,40	0,8	0,3	--	1,8--	
	1.2343	H11 (H13)	0,38	5,0	1,3	0,4	--	
Zwischenbüchse / Liner Holder	1.2323	4340	Siehe oben / see above					
	1.2343	H11 (H13)	Siehe oben / see above					
	1.2367	--	0,37	5,0	3,0	0,6	--	
Innenbüchse / Liner	1.2365	H10	0,30	3,0	2,8	0,6	--	
	~1.2779	A286	0,05	15,0	1,3	0,3	25,5	+2,3 Ti
	W512	~ A286	0,03	15,0	1,2	0,3	25,5	+2,7Ti
	2.4668	Inc. 718	0,05	19,0	3,0	--	52,5	+5,0Nb

Nicht mehr zu empfehlen
No longer recommended

Bedingt empfehlenswert
Limited recommendation

Heute gebräuchlich
Current recommendation

**ANHANG: TABELLE 3 – WERKZEUGSTAHL FÜR MATRIZEN UND
MATRIZENEINSÄTZE**

	Werkstoff Nr.	AISI	Analyse – Chemical Composition					
			C	Cr	Mo	V	Ni	Other
Matrizen / Dies	1.2343	H11 (H13)	0,38	5,0	1,3	0,4	--	
	1.2581	H20	0,30	2,6	--	0,3	--	+8,5 W
	1.2365	H10	0,30	3,0	2,8	0,6	--	
	1.2678	H19	0,45	4,5	0,5	2,0	--	+4,5W; +4,5Co
	1.2731	--	0,50	13,0	--	0,5	13,0	+2,5W
	1.2758	--	0,50	4,0	0,7	1,1	11,5	+12,5W; +2Co
	W512	~ A286	0,05	15,0	1,3	0,3	25,5	+2,6Ti
	1.4668	Inc. 718	0,05	19,0	3,0	--	52,5	+5,0Nb
	2.4973	R41	0,08	19,0	10,0	--	rest	+11,0Co
Matrizeneinsätze / Die Inserts	2.4668	Inc. 718	0,05	19,0	3,0	--	52,5	+5,0Nb
	2.4973	R41	0,08	19,0	10,0	--	rest	+11,0Co
	P63	Stell. HS21	0,30	28,0	5,5	--	2,5	Rest Co
	P42H	Stell. 3	2,20	36,0	--	--	--	Rest Co
	MHC	--	0,15	--	rest	--	--	+1,5Ti
	Hartmetall, e.g. GT3		WC88; +12Co					
	Zircoa Ceramics		ZrO: 96,7-97,0; MgO: 3,0-3,3					

Nicht mehr zu empfehlen
No longer recommended

Bedingt empfehlenswert
Limited recommendation

ANHANG: TABELLE 4 – WERKZEUGSTAHL FÜR STEMPEL

	Werkstoff Nr.	AISI	Analyse – Chemical Composition					
			C	Cr	Mo	V	Ni	Other
Preßstempel / Stems	1.2714	6F3	0,55	1,1	0,5	0,1	1,7	
	1.2343	H11 (H13)	0,38	5,0	1,3	0,4	--	
	1.23.67	--	0,37	5,0	1,3	0,6	--	
Preßdorne / Mandrels	1.2365	H10	0,30	3,0	2,8	0,6	--	
	1.2343	H11 (H13)	0,38	5,0	1,3	0,4	--	
	1.2367	--	0,37	5,0	3,0	0,6	--	
Preßscheiben / Dummy Blocks	1.2567	--	0,30	2,4	--	0,6	--	+4,3W
	1.2885	H10A	0,33	3,0	2,8	0,6	--	+2,8Co
	W512	~ A286	0,03	15,0	1,2	0,3	25,5	+Ti
	1.2365	H10	0,30	3,0	2,8	0,6	--	
	1.2678	H19	0,45	4,5	0,5	2,0	--	+4,5Co; +4,5W
	2.4668	Inc. 718	0,05	19,0	3,0	--	52,5	+5,0Nb

Nicht mehr zu empfehlen
No longer recommended

Bedingt empfehlenswert
Limited recommendation

Heute gebräuchlich
Current recommendation