

Zeitschrift: Ferrum : Nachrichten aus der Eisenbibliothek, Stiftung der Georg Fischer AG

Herausgeber: Eisenbibliothek

Band: 71 (1999)

Artikel: Moderne Herstellverfahren für hochwertige Produkte aus Stahl

Autor: Hochörtler, Günter

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-378341>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Moderne Herstellverfahren für hochwertige Produkte aus Stahl

Einleitung

Stähle und Legierungen mit speziellen technologischen Eigenschaften werden in spezifisch anspruchsvoller Umgebung eingesetzt. Diese Anwendungen verlangen häufig höchste Mikroreinheitsgrade und Gefügehöhomogenität von Hochleistungswerkstoffen, die nur durch ausgewählte Sonderschmelzverfahren und deren Kombination zu komplexen Verfahrensketten zu gewährleisten sind.

Bei Böhler Edelstahl im Werk Kapfenberg stehen für die Herstellung solcher Produkte folgende Schmelz- und Giess-einrichtungen zur Verfügung:

Das Hauptschmelzagggregat für alle Stahlgüten ist ein 50 t-UHP-Elektrolichtbogenofen (ELBO). Die sekundärmetallurgischen Einrichtungen bestehen aus Pfannenofen und Vakuumgasung und einer Vakuum-Sauerstoff-Entkohlung (VOD). Für kleinere Losgrößen steht ein offener Induktionsofen mit Vakuumgasungshaube (VID) und eine horizontale Stranggiessanlage (HCC) im Einsatz. Im Sonderstahlwerk befinden sich ein Vakumschmelzofen mit nichtverzehrender rotierender Elektrode (ROTEL), zwei Vakuumlichtbogenöfen (VLBO), vier klassische Elektroschlackeumschmelz-

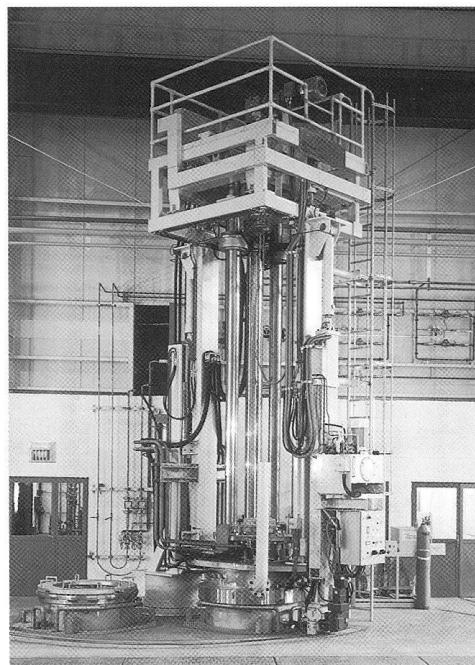


Abb. 1: Druck- und Schutzgas ESU-Anlage.

öfen (ESU) sowie ein Elektroschlacke-umschmelzofen mit Druck- und Schutz-gaseinrichtung (DEU) (Abb.1).

Die weiterführende Umformung erfolgt über die Schmiede- bzw. Walzroute, bestehend aus einer Hydropresse, einer Langschmiedemaschine und dem Block- und Feinwalzwerk.

Dr. Günter Hochörtler

Böhler Edelstahl GmbH
A-8605 Kapfenberg

Der nachfolgende Beitrag führt in die Gegenwart zurück und gibt einen Einblick in den heutigen Stand der Herstellung von Hochleistungswerkstoffen mit spezifischen Qualitätsanforderungen für Präzisions- und Implantateile. Wir danken Herrn Dr. Hochörtler für seine Bereitschaft, anlässlich der technikgeschichtlichen Tagung vor einem eher historisch orientierten Teilnehmerkreis zusammenfassend und interessant über den Wirkungsbereich der Metallurgie sowie über hochtechnologische Arbeitsprozesse beim Schmelzen und Giessen bei der Böhler Edelstahl GmbH in Kapfenberg zu sprechen.

Anlage:	ELBO	Pfannen-metallurgie	ESU	VLBO	DESU
Geringer Gehalt an					
Phosphor	XX	-	-	-	-
Schwefel	X	XX	XX	-	XX
Sauerstoff	X	XX	XX	XX	XX
Kohlenstoff	-	XX	-	-	-
Wasserstoff	-	XX	-	XX	-
Stickstoff	-	X	-	XX	+
Hohe Reinheit	-	X	XX	XX	XX
Geringe Seigerungen	-	-	XX	XX	XX

Abb. 2: Auswahlkriterien für Schmelzverfahren.

xx = erreichbar x = bedingt erreichbar - = nicht erreichbar bzw. nicht ökonomisch + = hohe Gehalte möglich

Eisenbibliothek
A. Bouheyri

Vergleich der Umschmelzverfahren

In Abb. 2 sind die mit den verschiedenen Herstellprozessen zu erreichenden Gütemerkmale übersichtsmässig dargestellt. – Generell kann davon ausgegangen werden, dass bereits durch den Reinheitsgrad des primär erschmolzenen Materials eine wesentliche Einflussgrösse gegeben ist. Inwieweit diese «Mutterschmelze» durch einen Umschmelzprozess beeinflusst werden kann, zeigt Abb. 3.

ESU	Druck-ESU	VLBO
• Blockhomogenität Geringe Kristallseigerungen	• Blockhomogenität Weniger Kristallseigerungen	• Blockhomogenität Geringste Kristallseigerungen
• Keine „white spots“	• Keine „white spots“	• „white spots“
• Guter Reinheitsgrad	• Hoher Reinheitsgrad	• Höchster RHG
• N-Gehalt stabil	• Höhere N-Gehalte	• Keine N-leg. Marken
• Flexibl. Blockgewicht	• Fixes Blockgewicht	• Fixes Blockgewicht
• H-Zunahme	• Keine H-Zunahme	• H-Abnahme
	• Niedrig. Si, Al-Gehalt	• Niedrig. Si, Al-Gehalt
		• Abnahme von Spurenelementen

Abb. 3: Vergleich der Umschmelzprozesse.

Beispiele aus der Praxis

Vormaterial für Luxusuhr aus dem Werkstoff DIN 1.4539

Bei der Herstellung von Uhren, insbesondere von solchen in der höchsten Qualitätsklasse, werden an die verwendeten Werkstoffe verschiedenste Anforderungen gestellt, welche nur in enger Zusammenarbeit zwischen Hersteller und Kunden zufriedenstellend gelöst werden können (Abb. 4).

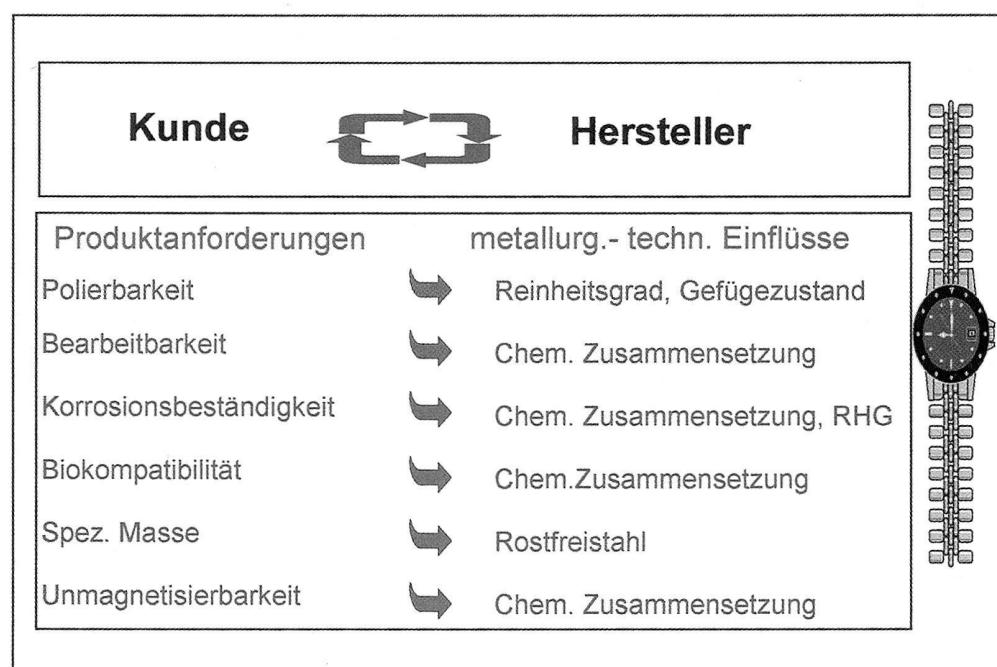


Abb. 4: Anforderungen an Werkstoffe für hochwertige Uhren.

Mit dem Werkstoff DIN 1.4539 (Böhler A962) können diese Anforderungen weitgehend erfüllt werden, wenn er sauber erschmolzen wird. Ausgehend von im Horizontalstrangguss herstell-

ten Elektrodenblöcken zeigt Abb. 5 die Wirkung verschiedener Umschmelzvarianten auf den Reinheitsgrad, beschrieben durch den K0-Wert nach DIN 50 602.

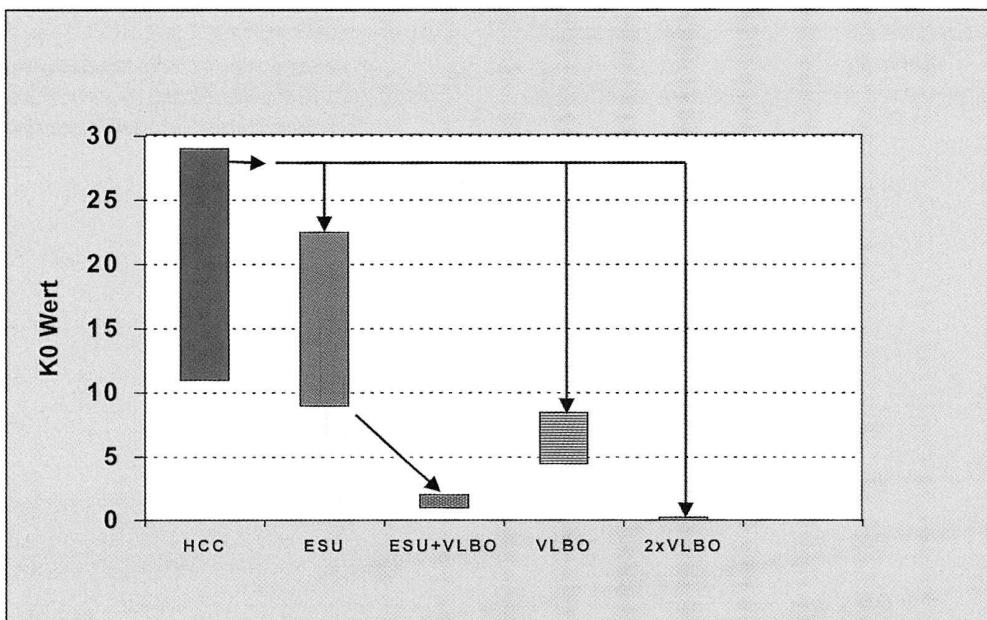


Abb. 5: Einfluss von Umschmelzvarianten auf den Reinheitsgrad von DIN W.Nr. 1.4539.

Aus der Abbildung ist klar erkennbar, dass ein für diese Anwendung hoher Mikroreinheitsgrad und damit die gute Polierbarkeit nur über die Vakuumroute erreichbar ist. Neben der Anzahl der nichtmetallischen Einschlüsse wird auch ihr Typus verändert.¹

Implantatwerkstoffe

Neben der prinzipiellen Werkstoffauswahl für den jeweiligen Anwendungsfall wirkt sich vor allem der Herstellprozess nachhaltig auf die Eigenschaften des Materials aus. So werden unter ande-

rem die Korrosionsbeständigkeit, die Polierbarkeit und die physikalischen Eigenschaften durch ein homogenes Gefüge und einen guten Reinheitsgrad positiv beeinflusst. In Abb. 6 sind die wichtigsten für Implantate verwendeten Eisen- und Kobaltbasislegierungen sowie ihre Herstellroute angegeben.² Neben der Optimierung der chemischen Zusammensetzung innerhalb der in den Normen festgelegten Grenzen zur Vermeidung von δ-Ferrit und anderen störenden Phasen wird durch die Wahl des Umschmelzverfahrens der Reinheitsgrad bestimmt. In Abb. 7 ist das beispielhaft an Bohler A220SC dargestellt.

Böhler marken	Norm	% C	Cr	Mo	Ni	Sonst.	Umschmelzverfahren
A220SC	1.4441	<0,02	17,5	2,8	14,5	N 0,06	VLBO
P504	ISO 5832-9	0,04	21,3	2,4	9,5	N 0,42 Nb 0,3 Mn 3,5	(S)-ESU
L135	ISO 5832-12	<0,1	27	5,5	<0,5	N 0,2 Co ~66	S-ESU od. VLBO

Abb. 6: Implantatwerkstoffe.

Literaturhinweise

- 1 F. Koch u.a.: Vortrag anlässlich Österreichischer Eisenhüttentag 1995 Leoben
- 2 K. Wurzwallner, u.a., in: BHM, 140. Jg. (1995), Heft 11, S. 493.)

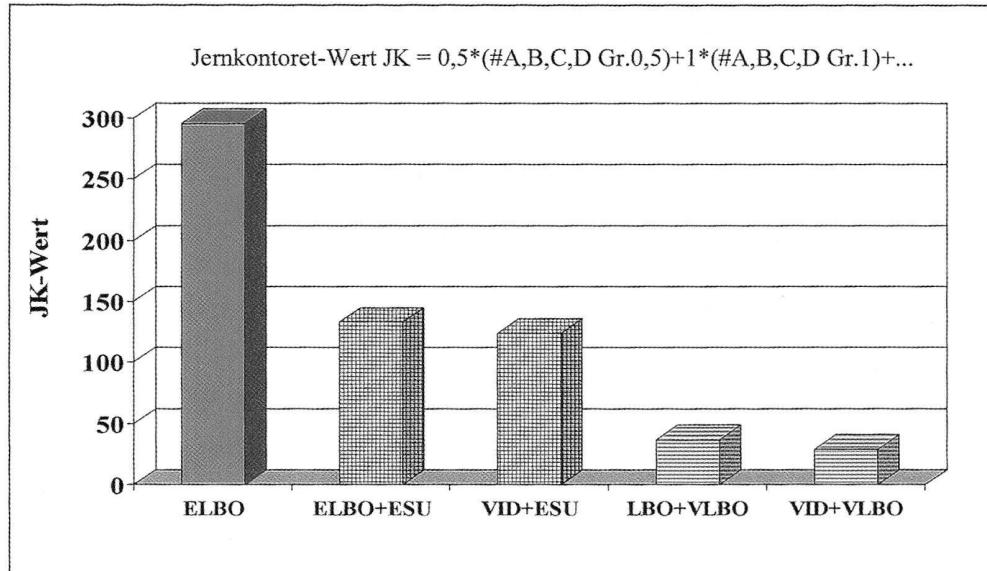


Abb. 7: Zusammenhang zwischen Schmelzroute und Reinheitsgrad bei dem Implantatstahl Bö A220SC.

Auch hier zeigt sich wieder der vorteilhafte Reinheitsgrad, welcher durch Umschmelzen im Vakuum erreicht werden kann. Für die stickstofflegierten Varianten ist diese Methode aber nicht anwendbar, beste Reinheitsgrade werden hier speziell mit D-ESU erzielt. Dieses Aggregat muss auch verwendet werden, wenn aus metallurgischen Gründen Stickstoffgehalte über der Löslichkeit unter Normalbedingungen eingestellt werden sollen. Als Beispiel kann dafür die Stahlentwicklung Böhler P558 angesehen werden. Es handelt sich dabei um einen korrosionsbeständigen, austenitischen Stahl mit der durchschnittlichen Zusammensetzung: 0,2 % C; 11 % Mn; 17 % Cr;

3,2 % Mo; 0,55 % N sowie niedrigsten Ni-Gehalt. Mit dieser Legierungskombination werden ausgezeichnete Korrosions- und Festigkeitseigenschaften erreicht, die einen Einsatz als Implantatwerkstoff als möglich erwarten lassen. Abb. 8 zeigt das Lochkorrosionsverhalten im Vergleich zu anderen korrosionsbeständigen Stählen. Da der Kohlenstoff als «Legierungselement» nicht in der verwendeten PREN-Formel enthalten ist, kann seine positive Wirkung aus der P558-Hochlage erkannt werden. Ein weiterer Vorteil dieses neu entwickelten Stahles ist seine Nickelfreiheit, die eine vielfältige Anwendung speziell bei Ni-allergischen Personen erlaubt.

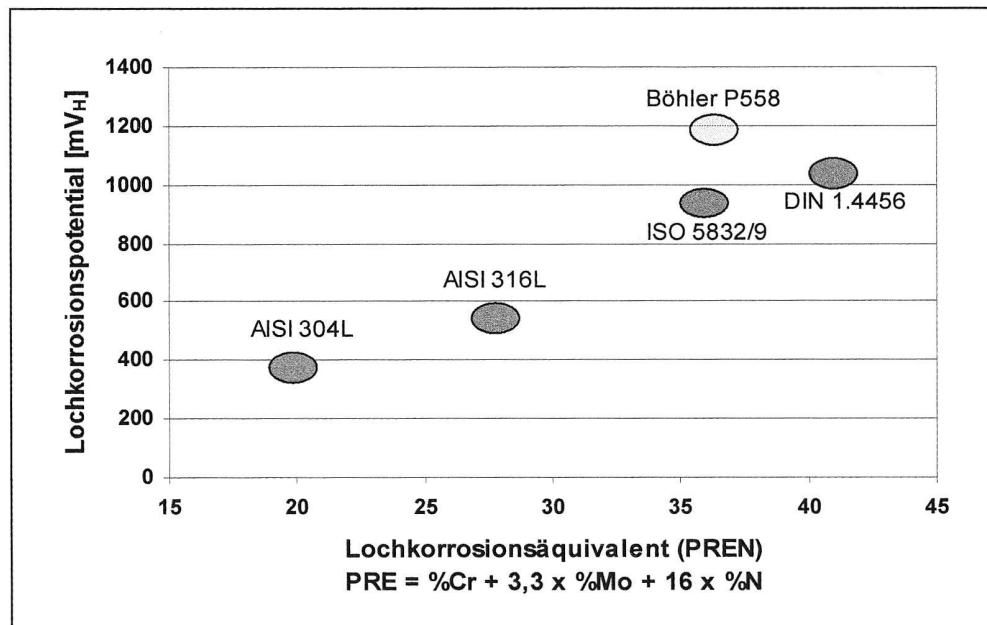


Abb. 8: Lochfrasspotential von Böhler P558 im Vergleich.

Formenstähle

Für Anwendungen in der kunststoffverarbeitenden Industrie (z.B. Kunststoffformen) oder Glasindustrie (z.B. Bildschirmstempel) werden korrosionsbeständige martensitische Chromstähle bevorzugt eingesetzt. Auch hier wird versucht, die positiven Aspekte erhöhter Stickstoffgehalte zur Verbesserung der Gebrauchs-

eigenschaften anzuwenden.³ Durch Zulegieren von Stickstoff über das DESU-Verfahren und Einstellung eines optimalen C/N-Verhältnisses können z.B. bei einem 13% Cr-Stahl sowohl die Gefügeausbildung (Vermeidung von Stringers), die Korrosionsbeständigkeit als auch das Anlassverhalten positiv beeinflusst werden. Ergebnisse werden in Abb. 9 gezeigt.

3 Lichtenegger u.a., in: BHM, 144. Jg. (1999), Heft 3, S. 107.

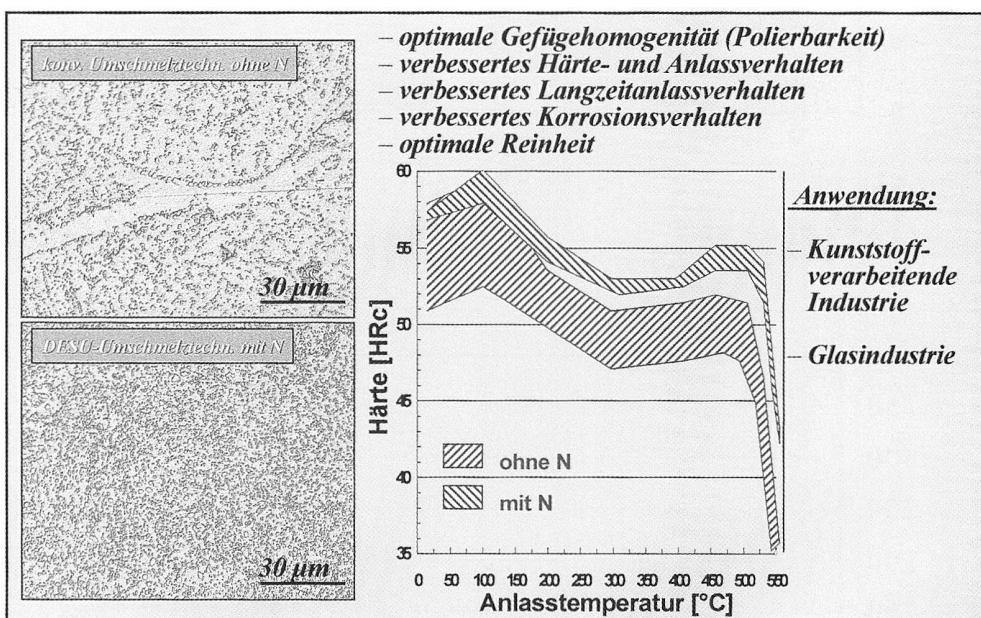


Abb. 9: Stickstofflegierte korrosionsbeständige 13 % Chromstähle.

Warmarbeitsstähle

Warmarbeitsstähle werden zumeist in Anwendungsbereichen eingesetzt, wo die Lebensdauer der Werkzeuge massgeblich durch erhöhte Temperaturen beeinflusst wird, z.B. beim Druckgiessen von Aluminium und Messing bzw. beim Strangpressen, wo neben der Temperatur auch hohe mechanische Belastungen auftreten.

Als Beispiel ist in Abb. 10 ein Strangpresswerkzeug abgebildet, wie es für die Herstellung von Elementen (Aluminiumprofilen) für Hochgeschwindigkeitsbahnen benötigt wird.

Eine Erhöhung der Standzeit solcher Werkzeuge kann nur durch eine besonders gute Kombination von Zähigkeit und Festigkeit erlangt werden.

Durch ein VLBO-Umschmelzen des Warmarbeitsstahles Böhler W300 mit der DIN WNr. 1.2343 werden Spurenlemente und unerwünschte Gasgehalte auf ein Minimum reduziert. In Verbindung mit speziellen Struktur- und Sonderwärmbehandlungsmassnahmen werden Bedingungen für beste Zähigkeitseigenschaften geschaffen.

Die Beeinflussung des Reinheitsgrades durch die verschiedenen Schmelzverfahren sind in Abb. 11 erkennbar, die damit erreichten Auswirkungen auf die Standzeiten beim praktischen Einsatz in Abb. 12.

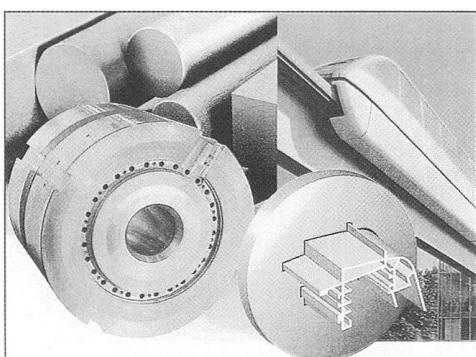


Abb. 10: Strangpresswerkzeuge.

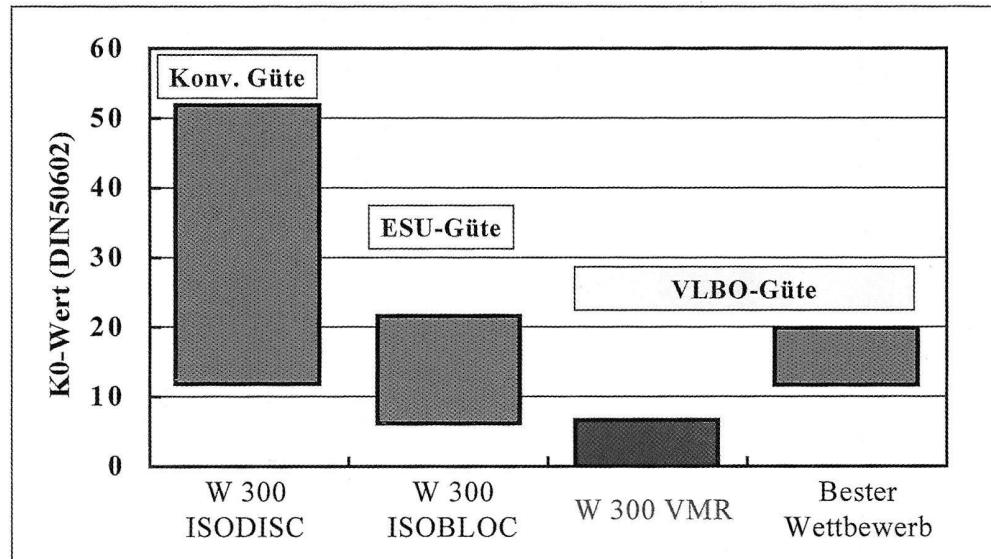


Abb. 11: Reinheitsgrad von Böhler W300 in Abhängigkeit vom Schmelzverfahren.

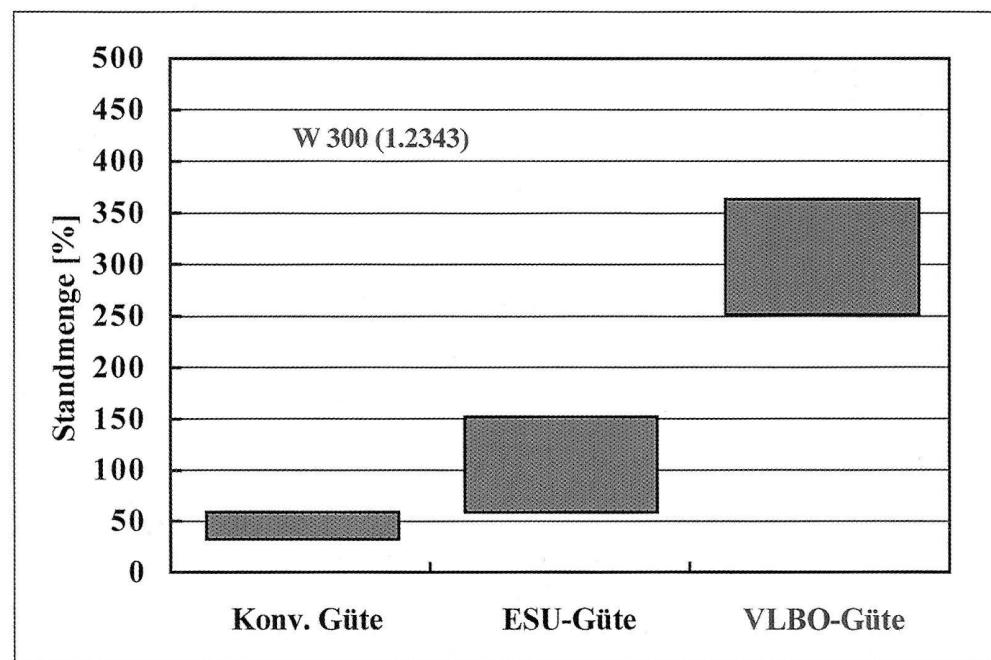


Abb. 12: Standmengenvergleich von unterschiedlich erschmolzenem Warmarbeitsstahlwerkzeug.

Zusammenfassung

Werden vom Kunden besondere Werkstoffeigenschaften gefordert, so müssen bei der Herstellung spezielle Er- bzw. Umschmelzverfahren zur Anwendung kommen. Diese Sonderschmelzverfahren werden nicht nur bei hochlegierten Stählen und Legierungen sinnvoll ange-

wendet, sondern auch bei höchstwertigen Werkzeug- und Baustählen. Für die unterschiedlichen Anwendungsfälle stehen verschiedene Verfahren zur Auswahl, die optimale metallurgische und ökonomische Variante wird durch die Kundenanforderung bestimmt bzw. durch die Erfahrung der Metallurgen und Technologen festgelegt.

