

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. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

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 Gefügehomo­genität 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 Giess­einrichtungen zur Verfügung:

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

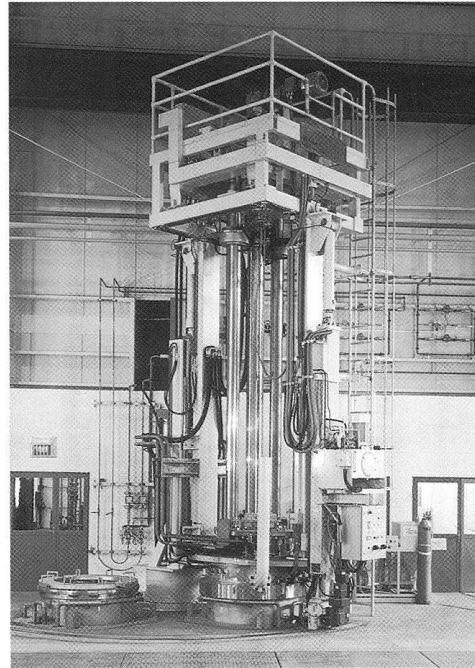


Abb. 1: Druck- und Schutzgas ESU-Anlage.

öfen (ESU) sowie ein Elektroschlacke­umschmelzofen mit Druck- und Schutz­gaseinrichtung (DEU) (Abb.1).

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

Anlage:	ELBO	Pflannen- 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

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 Implantat­teile. 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.

Eisenbibliothek
A. Bouheiry

Vergleich der Umschmelzverfahren

In Abb. 2 sind die mit den verschiedenen Herstellprozessen zu erreichenden Güteigenschaften 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
<ul style="list-style-type: none"> • Blockhomogenität • Geringe Kristallseigerungen • Keine „white spots“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Blockhomogenität • Weniger Kristallseigerungen • Keine „white spots“ 	<ul style="list-style-type: none"> • Blockhomogenität • Geringste Kristallseigerungen • „white spots“
<ul style="list-style-type: none"> • Guter Reinheitsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Reinheitsgrad 	<ul style="list-style-type: none"> • Höchster RHG
<ul style="list-style-type: none"> • N-Gehalt stabil 	<ul style="list-style-type: none"> • Höhere N-Gehalte 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine N-leg. Marken
<ul style="list-style-type: none"> • Flexibl. Blockgewicht 	<ul style="list-style-type: none"> • Fixes Blockgewicht 	<ul style="list-style-type: none"> • Fixes Blockgewicht
<ul style="list-style-type: none"> • H-Zunahme 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine H-Zunahme • Niedrig. Si, Al-Gehalt 	<ul style="list-style-type: none"> • H-Abnahme • Niedrig. Si, Al-Gehalt • Abnahme von Spurenelementen

Abb. 3: Vergleich der Umschmelzprozesse.

Beispiele aus der Praxis

Vormaterial für Luxusuhren 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 weitgehendst erfüllt werden, wenn er sauber erschmolzen wird. Ausgehend von im Horizontalstrangguss hergestell-

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

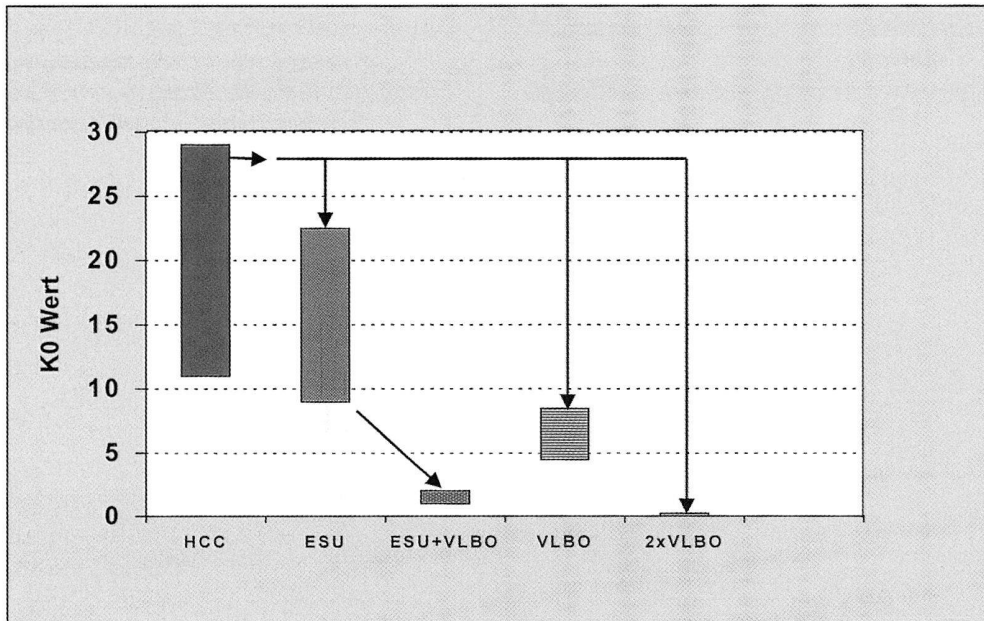


Abb. 5: Einfluss von Umschmelzvarianten auf den Reinheitsgrad von DIN W.Nr. 1.4539.

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 Materialies 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.

Literaturhinweise

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

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.

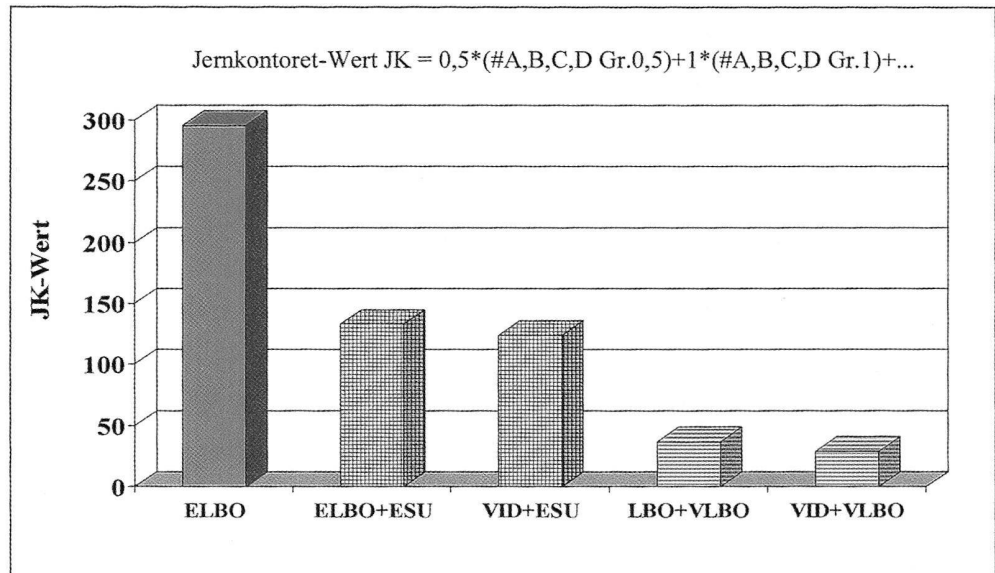


Abb. 7: Zusammenhang zwischen Schmelzroute und Reinheitsgrad bei dem Implantatstahl B6 A220SC.

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.

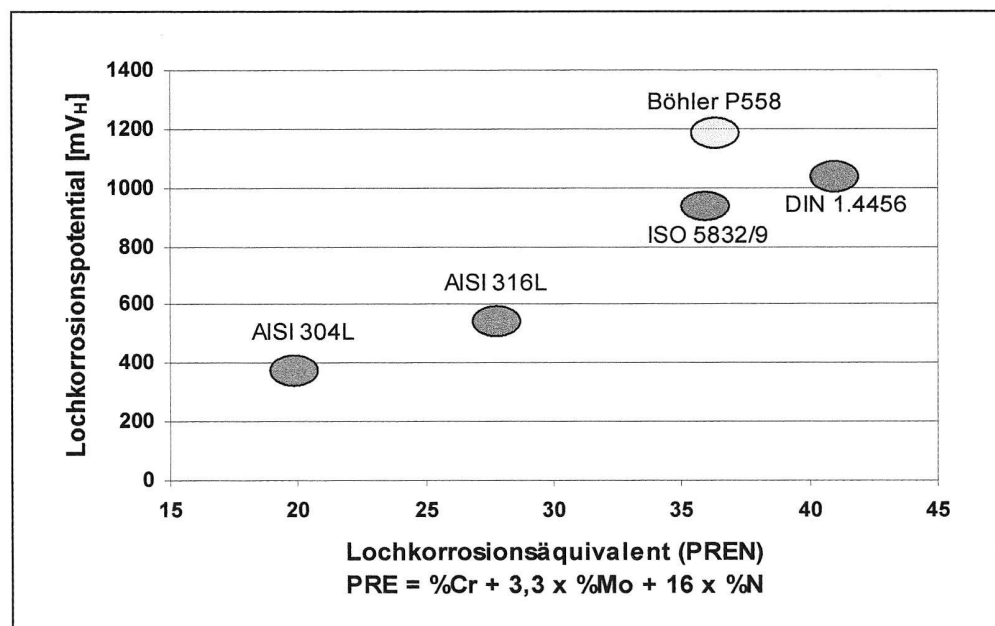


Abb. 8: Lochfrasspotential von Böhler P558 im Vergleich.

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 Gebrauchseigenschaften 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.

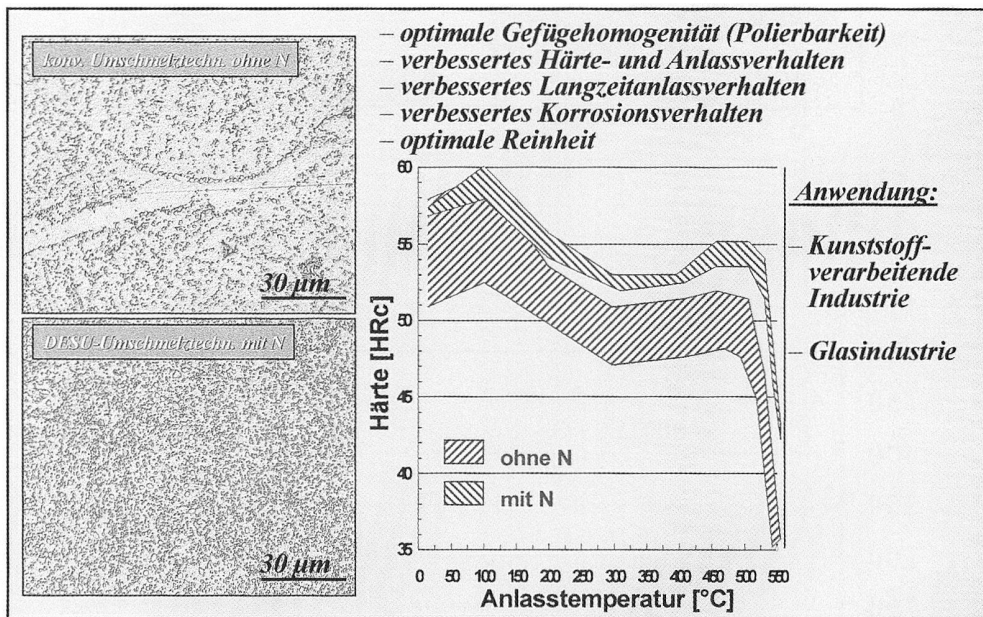


Abb. 9: Stickstofflegierte korrosionsbeständige 13 % Chromstähle.

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.

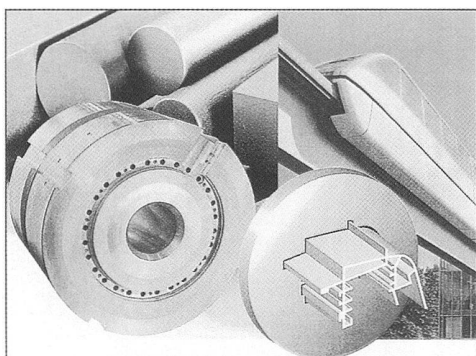


Abb. 10: Strangpresswerkzeuge.

Durch ein VLBO-Umschmelzen des Warmarbeitsstahles Böhler W300 mit der DIN W.Nr. 1.2343 werden Spurenelemente und unerwünschte Gasgehalte auf ein Minimum reduziert. In Verbindung mit speziellen Struktur- und Sonderwärmebehandlungsmassnahmen 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.

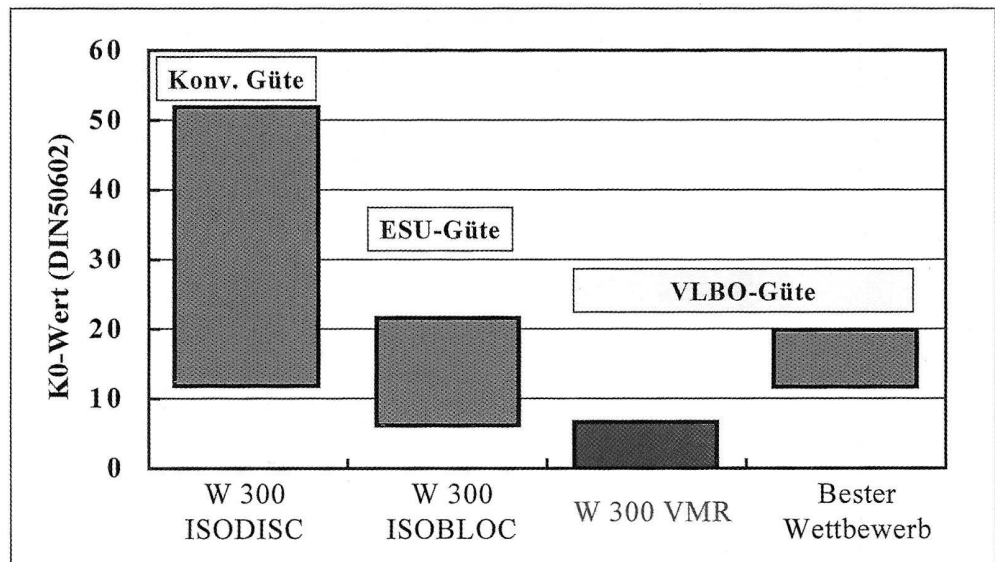


Abb. 11: Reinheitsgrad von Böhler W300 in Abhängigkeit vom Schmelzverfahren.

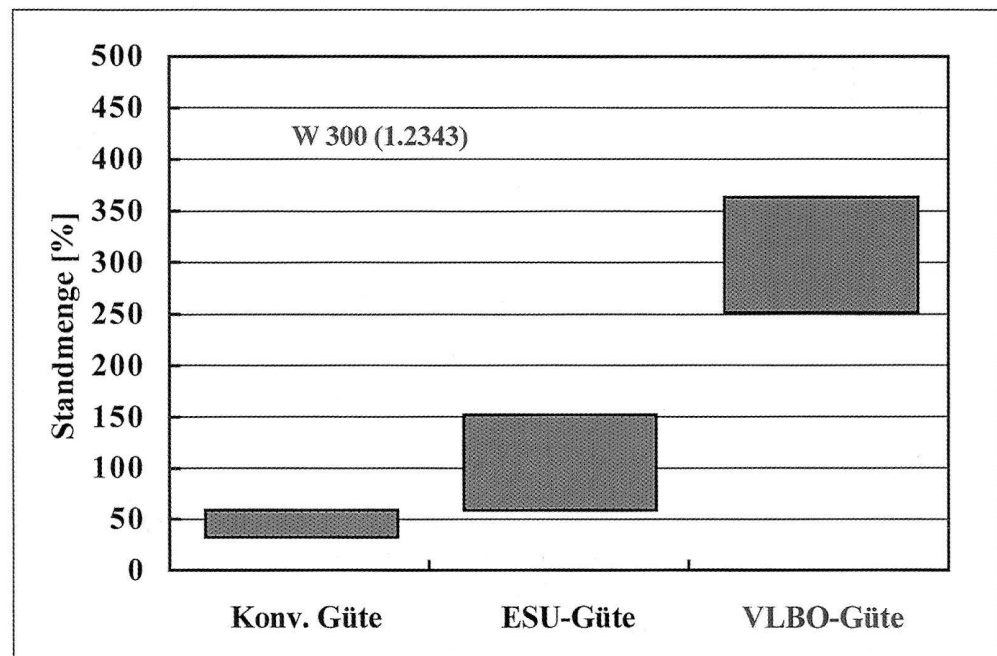


Abb. 12: Standmengenvergleich von unterschiedlich erschmolzenem Warmarbeitsstahlwerkzeug.

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.

