

5

Verfahren zur Herstellung eines warmgefertigten langgestreckten Erzeugnisses insbesondere Stab oder Rohr aus hochlegiertem oder übereutektoidem Stahl

Beschreibung

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines warmgefertigten langgestreckten Erzeugnisses insbesondere Stab oder Rohr aus hochlegiertem oder übereutektoidem Stahl gemäß dem Gattungsbegriff des Hauptanspruches.

15

Hochlegierte oder übereutektide Stähle insbesondere Wälzlagerstahl wie z. B. 100Cr6 bilden bei Abkühlung von hohen Temperaturen (1100 bis 1250° C) Korngrenzenkarbide und perlitische Gefügebestandteile. Diese verschlechtern eine mechanische Bearbeitbarkeit und Härbarkeit sowie eine spanlose Umformung. Das zur Weiterverarbeitung geeignete Gefüge mit kugeligem Zementit kann nur nach langen Glühprozessen (GKZ-Glühung) von 16 Stunden und mehr eingestellt werden. In der Vergangenheit hat es eine Vielzahl von Überlegungen gegeben, wie man die Dauer der Weichglühung verkürzen oder sogar die Weichglühung völlig substituieren kann.

20

25

F. Mladen und E. Hornbogen haben den Einfluß einer thermomechanischen Behandlung auf die mechanischen Eigenschaften des Stahls 100Cr6 untersucht (Archiv Eisenhüttenwesen 49 (1978) Nr. 2, Seiten 449 bis 453). Das Austenitisieren erfolgte bei einer Temperatur oberhalb der Grenztemperatur zur vollständigen Auflösung von Fe_3C , die bei einem C-Gehalt von 0,99 Massenanteile in Prozent bei etwas weniger als 1100° C liegt. Das Warmwalzen wurde beginnend bei 1100° C bei gleichzeitiger Abkühlung bis auf 720° C durchgeführt. Die Abkühlung von 720° C auf Raumtemperatur erfolgte durch Wasserabschrecken. Einzelheiten der Umformabfolge sind in dieser Abhandlung nicht erwähnt. Das thermomechanisch behandelte Gefüge zeigt eine so feindisperse Verteilung der Karbide, daß die Grenzen des Auflösungsvermögens des Lichtmikroskops erreicht werden. Begründet wird die

30

35

günstigere Verteilung durch eine Erhöhung der Versetzungsdichte und die aus den Versetzungen entstehenden Subkorn Grenzen, wodurch neue Keimbildungsstellen für die Karbide geschaffen werden.

- 5 Aus der DE-PS 2361330 ist ein Verfahren zur Herstellung von zylindrischen Wälzkörpern aus einem Stahl mit 0,7 bis 1,2 Massenanteile in Prozent Kohlenstoff bekannt. Bei diesem Verfahren wird der bei 1000° C warmgewalzte Stahldraht rasch auf eine seiner unteren Perlitstufe entsprechende Temperatur abgekühlt, anschließend isotherm umgewandelt und durch Kaltziehen ohne Zwischenglühung auf eine Härte
10 von 50 HRC gebracht. Durch das rasche Abkühlen des Drahtes sowie die anschließende isotherme Umwandlung wird ein Gefüge mit feinlamellarem Perlit erzielt, welches es ermöglicht, nach dem Entzundern und Phosphatieren den Draht zu ziehen, ohne daß eine zwischengeschaltete Glühung erforderlich wäre.
- 15 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein besonders kostengünstiges Verfahren zur Herstellung eines warmgefertigten langgestreckten Erzeugnisses insbesondere Stab oder Rohr aus hochlegiertem Stahl oder übereutektoidem Stahl insbesondere Wälzlagerstahl anzugeben, bei dem ein Gefüge erzeugt wird, das ohne eine vorherige Weichglühung wie z. B. Glühung auf kugeligen Zementit (GKZ) für eine spanlose
20 Weiterverarbeitung und eine Endwärmebehandlung bestens geeignet ist. Eine weitere Aufgabe besteht darin, ein Gefüge zu erzeugen, das ohne eine vorherige Weichglühung für eine spanende Weiterverarbeitung mit einer abschließenden Endwärmebehandlung ebenfalls geeignet ist.
- 25 Diese Aufgabe wird mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Bestandteil von Unteransprüchen.

- Die aufeinander abgestimmten Verfahrensschritte ermöglichen es, das gewünschte Gefüge zu erzeugen, wobei im Fall des Wälzlagerstahles eine Brinellhärte kleiner
30 gleich 280 HB30 vorzugsweise kleiner 250 HB30 erreicht wird. Dieses Gefüge ermöglicht es auch, beispielsweise warmgefertigte Rohre unter Verzicht einer Weichglühung direkt einer Bearbeitung zuzuführen. Der optimierte Fertigungsprozeß ist besonders kostengünstig, da die Weichglühung wie auch die damit verbundenen Transport- und Arbeitsgänge entfallen. Die Bearbeitung der erfindungsgemäß

warmgefertigten langgestreckten Erzeugnisse kann ein Kaltziehen oder Kaltpilgern oder Kaltrollen bzw. Querwalzen sein.

Nachfolgend sind die Verfahrensschritte im einzelnen erläutert, die wesentlich zum Erfolg des erfindungsgemäßen Verfahrens beitragen. Nach den ersten Umformungen und vor der Wiedererwärmung für den nachfolgenden kontinuierlichen Walzprozeß ist ein erster Verfahrensschritt das geregelte Erwärmen oder Abkühlen im Sinne eines Temperatenausgleichs über Länge und Umfang des eine unterschiedliche Temperatur aufweisenden Walzgutes, wobei die angesteuerte Ausgleichstemperatur unterhalb der vorgegebenen Temperatur im Wiedererwärmungssofen liegt. Die vorgenannte

Maßnahme hat zum einen den Zweck, die Temperatur des Walzgutes sehr genau auch unter Berücksichtigung der Regelungsmöglichkeiten des Wiedererwärmungssofens einstellen zu können. Weiterhin soll mit dieser Maßnahme erreicht werden, daß für die temperaturabhängige Waddickenmessung beim Rohr vor Einlauf in das Reduzierwalzwerk möglichst exakte und reproduzierbare Bedingungen gegeben sind. Die wahlweise zu treffende Maßnahme, d. h. das Erwärmen oder Abkühlen, ist abhängig von der Dicke des zu walzenden Gutes. Bei dickwandigen Rohren wird beispielsweise bei einer Rohrstoßbankanlage die Temperatur des Rohres nach den ersten Umformungen Lochen, Elongieren und Stoßen oberhalb 700° C liegen. In einem solchen Fall wird ein Temperatenausgleich über ein geregeltes Abkühlen auf eine vorgegebene Ausgleichstemperatur in einen Temperaturbereich zwischen 650° und 700° C erreicht. Bei dünnwandigen Rohren, die sehr schnell an Temperatur verlieren, liegt häufig die Temperatur unterhalb 650°, so daß dann der Temperatenausgleich über ein geregeltes Erwärmen auf eine vorgegebene Ausgleichstemperatur in den zuvor genannten Bereich zwischen 650 und 700° C erfolgen muß.

Die eigentliche Wiedererwärmung erfolgt auf eine Temperatur entweder unterhalb A_{c1} jedoch oberhalb 650° C oder oberhalb A_{c1} jedoch unterhalb A_{cma} (a = Anfang des Gebietes der Karbidauflösung). Dabei ist zu berücksichtigen, daß wie bekannt, die A_{c1} - bzw. A_{cma} -Temperatur in erster Linie vom Kohlenstoffgehalt der eingesetzten Werkstoffgüte und von der Umformgeschichte abhängig ist. Der erstgenannte Temperaturbereich entspricht im kontinuierlichen Zeit-Temperatur-Umwandlungsschaubild (ZTU) dem Zweiphasengebiet $\gamma + Fe_3C$, der zweitgenannte dem Zweiphasengebiet $\delta + Fe_3C$.



Eine weitere Maßnahme für die vorgeschlagene Kombination von abgestimmten Verfahrensschritten betrifft den abschließenden kontinuierlichen Walzprozeß vorzugsweise im Streckreduzierwalzwerk. Im Unterschied zu anderen Walzverfahren sind die Eingriffsmöglichkeiten bei diesem schnell ablaufenden kontinuierlichen Walzprozeß gering. Trotzdem ist für das vorgeschlagene Verfahren von Bedeutung, daß zum einen im Reduzierwalzwerk pro Gerüst eine Mindest-Teilumformung ausgedrückt als Streckung $RW \geq 1,03$ und zum anderen ein Mindeststreckgrad für die Gesamtumformung $\geq 1,5$ eingehalten werden. In Sonderfällen kann die Gesamtstreckung sogar noch etwas tiefer d. h. bei $\geq 1,4$ liegen. Außerdem soll die während des Walzens aufgrund der Verlustarbeit sich ergebende Temperaturerhöhung bzw. ein infolge zu starker Kühlung sich ergebender Temperaturabfall so gering wie möglich sein. In jedem Fall muß sichergestellt werden, daß die Walzung im jeweiligen Zweiphasengebiet erfolgt und auch bei Verlassen des letzten Gerüstes das Walzgut eine dem jeweiligen Gebiet entsprechende Temperatur aufweist. Bei der bevorzugten Walzung im $\gamma + Fe_3C$ Gebiet bedeutet dies, daß die Temperatur des Walzgutes A_{Cma} nicht übersteigen darf. Die Einhaltung dieses engen Temperaturbereiches ist über eine gesteuerte Kühlmittelregelung in Sonderfällen eine Wärmezufuhr mittels einer externen Wärmeerichtung sowie über die Variation der Walzengeometrie, der Walzgeschwindigkeit und der Stichabnahme möglich. Bei der Walzengeometrie kommt insbesondere der gedrückten Länge eine besondere Bedeutung zu.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist generell für alle bekannten Rohrerzeugungsverfahren anwendbar, die am Ende ein Reduzierwalzwerk mit oder ohne Zug bzw. Maßwalzwerk aufweisen. Beispielsweise kann dies ein Verfahren auf einer Rohrkontistraße, Stopfenstraße oder einem Asselwalzwerk sein. Ganz besonders ist es für das Stoßbankverfahren zur Herstellung von nahtlosen Rohren aus Wälzlagerstahl geeignet. Als Einsatzmaterial für das erfindungsgemäße Verfahren kommen Blockguß (geschmiedet oder gewalzt) oder Strangguß (vierkant oder rund) in Frage, wobei das Stranggußmaterial in bekannter Weise vor dem Walzeinsatz verformt und gegläht wird. Versuche haben ergeben, daß das Verfahren besonders vorteilhaft anzuwenden ist, wenn die chemische Analyse des an sich bekannten Wälzlagerstahles modifiziert wird. Dies betrifft zum einen den Schwefel- und Phosphorgehalt und zum anderen das Verhältnis von Chrom zu Kohlenstoff. Der Schwefel- und Phosphorgehalt soll maximal je 0,005 Massenanteil in Prozent



betragen, um mögliche Aufschmelzungen an den Korngrenzen bei steigender Umformgeschwindigkeit unter Berücksichtigung des Verhältnisses Mangan zu Schwefel durch die Unterdrückung von FeS zu vermeiden. Diese Aufschmelzgefahr ist durch die erforderliche hohe Umformtemperatur bei den ersten Umformschritten dann
5 gegeben, wenn die Formänderungsgeschwindigkeiten derart sind, daß sie zu einer entsprechenden Temperaturerhöhung führen. Aus diesem Grunde wird die Formänderungsgeschwindigkeit in den ersten Umformstufen so gewählt, daß die Temperatur im Inneren des Walzgutes, d. h. an der ungünstigsten Stelle 1170° C nicht übersteigt. Außerdem wirken sich niedrige Gehalte an S und P günstig auf eventuell
10 folgende spanlose Umformvorgänge aus.

Die abgesenkten S- und P-Gehalte sind auch von Vorteil in der Sekundärmetallurgie zur Einstellung eines niedrigen Sauerstoffgehaltes in der Schmelze, was zu einer Verbesserung des oxidischen Reinheitsgrades führt.

15 Das Chrom- zu Kohlenstoffverhältnis soll im Bereich zwischen 1,35 und 1,52 vorzugsweise bei 1,45 liegen. Der Kohlenstoffgehalt beträgt dann beispielsweise 0,94 Massenanteile in Prozent und der Chromgehalt etwa 1,36 Massenanteile in Prozent. Über dieses Verhältnis kann die nicht gewünschte Karbidzeitigkeit positiv beeinflusst
20 werden.

Der Kostenvorteil, der sich aus dem Wegfall der ansonsten erforderlichen Weichglühung ergibt, kann noch gesteigert werden, wenn man im Falle von Wälzlagerstahl als Einsatzmaterial einen Stranggußstab ohne jegliche Vorverformung,
25 d. h. im Gußzustand und ohne vorherige Wärmebehandlung (Diffusion) verwendet.

Eine weitere verbessernde Maßnahme betrifft den Abkühlvorgang nach dem letzten Umformvorgang. Nach Auslauf aus dem Walzwerk wird das Walzgut an ruhender Luft bzw. mittels einer Luftdusche auf eine Temperatur abgekühlt, die im ZTU-Schaubild
30 einem Gefüge entspricht, das oberhalb des Martensitpunktes und unterhalb der Nase des Bainits liegt. Das Umformgut wird in diesem Gebiet mehrere Stunden isotherm gehalten. Diese Verfahrensweise hat sich im Hinblick auf die Verringerung der Eigenspannungen als günstig herausgestellt. Anlagenmäßig kann dies in der Weise erfolgen, daß das Kühlbett an geeigneter Stelle beispielsweise wärmedämmend

abgedeckt oder das Walzgut einem Temperatenausgleichs- oder Anlaßofen zugeführt wird.

5 Um das Härten des einzelnen Fertigerzeugnisses nach dem spanenden Bearbeiten einzusparen, wird weiterhin vorgeschlagen, das Walzgut nach dem Abkühlen auf 600 bis 700° C zu erwärmen, abzukühlen und anschließend bei 180 bis 210° C anzulassen. Danach weist das Walzgut eine entsprechende Härte auf, die der geforderten Endhärte des Fertigerzeugnisses entspricht.

10 Die vorgeschlagene neue Verfahrenstechnologie zur Herstellung von warmgefertigten langgestreckten Erzeugnissen, insbesondere Stäben oder Rohren aus Wälzlagerstahl, hat folgende Vorteile:

- 15 a) Einsparung der Investitionsmittel für einen speziellen Glühofen und der Betriebskosten für die langzeitige GKZ-Glühung.
- b) Einsparung von Transport- und Arbeitsgängen (Glühen, Richten) und die damit verringerten Fehlermöglichkeiten führen bei kürzeren Betriebsdurchlaufzeiten zu einem kostengünstigeren warmgefertigten Erzeugnis bzw. zu einem
20 preiswerteren Vormaterial für weitere Umformvorgänge.
- c) Bessere Materialausnutzung durch Verkürzung der Arbeitsfolgen und durch geringe Entkohlungstiefen aufgrund des Wegfalls der oxidierenden Glühung. Dadurch ergeben sich geringe Aufmaße und damit kleinere
25 Zerspanungsvolumina sowie für den Kunden die Möglichkeit, seine Spannzangenmaße beibehalten zu können.
- d) Das aus dem Walzwerk auslaufende Walzgut hat wegen der abgesenkten Umformtemperatur eine höhere Steifigkeit und wird auf dem Kühlbett
30 ausreichend gerade. Ein Richten kann deshalb im Regelfall entfallen.
- e) Das erzeugte Gefüge ist ausgesprochen feinkörnig. Dies führt bei der Vergütung zu einer höheren und homogenen Härte sowie zu einer besseren Zähigkeit. Das wirkt sich positiv auf die spätere Lebensdauer des
35 Fertigerzeugnisses, z. B. Wälzlager, aus.

- f) Das durch die neue Verfahrenstechnologie erzielte Gefüge kann ohne zusätzliche Wärmebehandlung einem Kaltumformvorgang wie z. B. Kaltziehen, Kaltpilgern, Kaltrollen bzw. Querwalzen unterzogen werden. Kaltgezogene
5 Rohre weisen nach einem Spannungsarmglühen die gleichen
Eigenschaftsmerkmale wie kaltgepilgerte Rohre auf.
- g) Die abgesenkten S- und P-Gehalte sowie die auf die Untergrenze gelegten Cr- und C-Gehalte wirken sich bei der Schmelzenerstellung kosteneinsparend aus.
10 Die Minimierung der Karbidzeitigkeit und die Verbesserung des oxidischen
Reinheitsgrades wirken sich steigernd auf die Gebrauchseigenschaften des
Fertigerzeugnisses aus.

Anhand eines Ausführungsbeispiels wird das erfindungsgemäße Verfahren näher
15 erläutert. Hergestellt werden soll auf einer Rohrstoßbankanlage ein warmfertiges Rohr
der Abmessung 40,9 mm äußerer Durchmesser x 4,8 mm Wanddicke aus dem
Werkstoff 100Cr6. Aus einem Stranggußstab mit 220 mm Durchmesser und
11000 mm Länge werden Einsatzblöcke von ca. 850 mm Länge geschnitten. Die
Einsatzblöcke aus 100Cr6 liegen im Gußzustand vor, d. h. sie sind weder
20 wärmebehandelt noch vorverformt. Die geschnittenen Blöcke werden in einen
Drehherdofen eingesetzt und auf ca. 1140° C erwärmt. Nach einer Gesamtwärmezeit
von 150 Minuten werden die Blöcke einzeln dem Ofen entnommen und nach einer
Preßwasserentzunderung der Lochpresse zugeführt. In der Lochpresse findet die erste
Umformung zum Lochstück statt. Für dieses Ausführungsbeispiel weist das Lochstück
25 die folgenden Abmessungen auf

Außendurchmesser 223 mm

Innendurchmesser 121 mm

Wanddicke 51 mm.

Diese Umformung entspricht einer Querschnittsabnahme von 29,4 % bzw. einer
30 Streckung von $\epsilon = 1,42$. Die Formänderungsgeschwindigkeit beträgt in diesem
Beispiel $0,45 \text{ s}^{-1}$ und beeinflusst das optimale Temperaturfenster.

Nach der Lochpresse erfolgt ein weiterer Umformvorgang, nämlich das Elongieren in
einem Schuiterwalzwerk. Bei dieser Umformung entsteht eine Hülse mit einem
Außendurchmesser von 192 mm, einem Innendurchmesser von 112 mm und einer
35 Wanddicke von 40 mm. Die Querschnittsabnahme beträgt 30,7 % bzw. die Streckung



= 1,44. In dieser Umformstufe entstehen beim Walzen hohe Temperaturen an der Innenoberfläche. Deshalb ist an dieser Stelle besonders darauf zu achten, daß die Temperatur an der Hülseinnenoberfläche 1170° C nicht übersteigt, da ansonsten durch Korngrenzenaufschmelzungen mit Innenoberflächenfehlern zu rechnen ist. Als Regelgrößen können Änderungen in der Walzendrehzahl sowie im Transportwinkel genutzt werden. Als dritter Umformschritt schließt sich das Stoßen auf der Stoßbank an. Für die gewählte Endabmessung wird eine Stoßbankluppe mit einem Außendurchmesser von 122,8 mm, einem Innendurchmesser von 112 mm und einer Wanddicke von 5,4 mm gefertigt. Nach dem Stoßen durch eine Anzahl von Gerüsten wird die Luppe in einem Lösewalzwerk von der Stange als Innenwerkzeug gelöst. Dabei sinkt die Temperatur der Luppe bis zum Ausziehduo weiter ab und erreicht im vorbezeichneten Fall ein Niveau im Bereich von 650 bis 700° C. Nach dem Ausziehen der Stoßstange wird der Luppenboden geschöpft. Erfindungsgemäß wird vor Eintritt der Luppe in die Wiedererwärmungseinrichtung diese einer geregelten Abkühlung unterworfen, um eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Bereich zwischen 650° C und 700° C zu erreichen. Für diesen Fall wird ein Temperaturniveau von ca. 670° C angestrebt. Mittels eines wärmegeprägten Puffers werden die Luppen für eine gewisse Zeit gehalten, so daß von den Bereichen der Luppe mit einem höheren Temperaturniveau Wärme zu den Bereichen mit einem niedrigen Temperaturniveau fließen kann. Die Wärmedämmung sorgt dafür, daß das Gesamtniveau der Luppentemperatur nicht unterhalb des vorgegebenen Sollwertes absinkt. Die Temperatur des Wiedererwärmungssofens wird in diesem Beispiel so eingestellt, daß sich am Umformgut eine Temperatur von etwa 740° C ergibt. Mit dieser Temperatur läuft die Luppe in ein Streckreduzierwalzwerk ein. Dieses besteht aus einer größeren Anzahl von Drei-Walzen-Gerüsten, die jeweils um 120° versetzt in einer Walzlinie angeordnet sind. Für das gewählte Beispiel mit der Endabmessung 40,9 x 4,8 mm werden 19 Gerüste eingesetzt. Die Teilumformung in den Grundgerüsten wird zwischen 7,1 und 8,1 % Querschnittsabnahme angesetzt. Die Gesamtumformung beträgt 72,7 % entsprechend einer Streckung von 3,66. Die Umformbedingungen werden so gewählt, z. B. durch die Wahl der Kalibrierung und Walzgeschwindigkeit sowie der Einstellung der Kühlung, daß eine geringe Temperaturerhöhung bis auf 760°C zugelassen wird. Damit wird sichergestellt, daß die Umformung im Streckreduzierwalzwerk vollständig im Zweiphasengebiet + Fe₃C abläuft. Das so gewalzte Rohr aus 100Cr6 weist nach der Abkühlung ein dem GKZ-Gefüge nahekommendes Gefüge auf. Das feindisperse Gefüge besteht aus eingeforntem



Zementit mit geringen Perlitresten. Die Brinellhärte des so hergestellten Rohres liegt unter 250 HB30. Die Streuung der Härtewerte ist gering. Das Gefüge ist feiner ausgebildet als nach einer üblichen GKZ-Glühung wie der Vergleich der Abbildung 1 mit Abbildung 2 zeigt.

5

Das nach der erfindungsgemäßen Verfahrensweise hergestellte Rohr kann ohne eine zusätzliche Wärmebehandlung spanlos oder spanend weiterverarbeitet werden.

Beispielsweise kann dies ein Kaltziehen sein. Durch die gewählte Verfahrensweise

- gezielte Temperaturführung vor dem Eintritt in den Wiedererwärmungssofen
- 10 - abgesenkte Temperatur des Wiedererwärmungssofens im Vergleich zur üblichen Fahrweise

- Walzen im Zweiphasengebiet

- Entfall der GKZ-Glühung von mehr als 16 Stunden

erzielt man gegenüber dem bekannten Stand der Technik eine viel dünnere entkohlte
15 Schicht. Die für die spanende Bearbeitung erforderlichen Rohraufmaße können deshalb verringert werden. Trotz eines Spannungsarmglühens nach dem Richten weisen kaltgezogene Rohre, die ein entsprechend der erfindungsgemäßen Verfahrensweise erzielbares Gefüge aufweisen, die gleichen Eigenschaftsmerkmale wie kaltgepilgerte Rohre auf.

20

Um den Unterschied der neuen Verfahrenstechnologie zum bekannten Stand der Technik deutlich zu machen, ist die gleiche Endabmessung 40,9 mm äußerer Durchmesser x 4,8 mm Wanddicke aus 100Cr6 auch nach der üblichen Art gewalzt worden. Die ermittelte Härte an diesen Rohren beträgt 328 HB30 bei einer Einstellung
25 des Wiedererwärmungssofens auf 1000° C. Diese Härte liegt so hoch, daß vor einer Weiterverarbeitung eine GKZ-Glühung erforderlich ist.

Bei der Fertigung von dickwandigeren Warmrohrabmessungen, beispielsweise 60,3 x 8,0 mm, ist es von Vorteil, die Abkühlung nach dem ZTU-Schaubild so zu steuern, daß
30 oberhalb des Martensitpunktes jedoch unterhalb der Bainitnase eine isotherme Haltezeit eingeführt wird. Der Temperaturbereich liegt vorzugsweise zwischen 240 und 300° C. Nach einem Halten von mehr als 3,5 Stunden in diesem Temperaturgebiet kann die Abkühlung auf Raumtemperatur erfolgen.

35



Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines warmgefertigten langgestreckten Erzeugnisses insbesondere Stab oder Rohr aus hochlegiertem oder übereutektoidem Stahl, bei dem die Einsatzlänge des gewählten Einsatzmaterials auf Umformtemperatur erwärmt nach einem oder mehreren Umformschritten auf eine unterhalb der ursprünglichen Umformtemperatur liegende Temperatur wiedererwärmt wird und durch ein kontinuierliches Walzen mittels eines mehrgerüstigen Reduzierwalzwerkes auf die Endabmessung umgeformt und anschließend an ruhender Luft abgekühlt wird, dadurch gekennzeichnet, daß nach den ersten Umformschritten und vor der Wiedererwärmung durch ein geregeltes Erwärmen oder Abkühlen auf eine vorgegebene Temperatur innerhalb eines bestimmten Temperaturbereiches eine über Länge und Dicke des Zwischenerzeugnisses gesehen gleichmäßige Temperaturverteilung erzeugt wird und die anschließende Wiedererwärmung auf eine Temperatur entweder unterhalb A_{C1} jedoch höher als 650°C oder oberhalb A_{C1} jedoch unter A_{Cm} im Zweiphasengebiet erfolgt und die Umformung und Abkühlung sowie die gegebenenfalls zusätzliche Fremderwärmung im Reduzierwalzwerk so eingestellt werden, daß die Temperaturerhöhung im Walzgut bezogen auf die Anstichtemperatur gering bleibt und das Walzgut während der Umformung im Reduzierwalzwerk und bei Verlassen des Walzwerkes temperaturmäßig sich im Zweiphasengebiet befindet, wobei die Mindestumformung als Streckung ausgedrückt für die Gesamtumformung $\geq 1,5$ und für die Mindest-Teilumformung im Einzelgerüst des Reduzierwalzwerkes $RW \geq 1,03$ beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vorgegebene Temperatur für den Temperatúrausgleich vor der Wiedererwärmung in einem Bereich zwischen 650°C und 700°C liegt.





3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Wiedererwärmung des Walzgutes auf eine Temperatur in einem
Bereich größer 650° C jedoch kleiner 710° C oder in einem Temperaturbereich
größer 710° C jedoch kleiner 880° C erfolgt.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Temperaturerhöhung bzw. der Temperaturabfall des Walzgutes im
Reduzierwalzwerk über eine gesteuerte Kühlmittelregelung in Sonderfällen eine
Wärmezufuhr mittels einer externen Wärmeeinrichtung sowie über die Variation
der Walzengeometrie, der Walzgeschwindigkeit und der Stichabnahme in
engen Grenzen gehalten wird.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 4
dadurch gekennzeichnet,
daß bei Einsatz eines übereutektoiden Stahles, insbesondere Wälzlagerstahls,
der Schwefel- und Phosphorgehalt maximal je 0,005 Massenanteil in Prozent
beträgt und für das Chrom-Kohlenstoffverhältnis ein Bereich zwischen 1,35 und
1,52 gewählt wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Cr/C-Verhältnis vorzugsweise 1,45 beträgt.
7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß als Einsatzmaterial ein Strangußstab ohne jegliche Vorverformung, d. h.
im Gußzustand und ohne vorherige Wärmebehandlung (Diffusionsglühung),
verwendet wird.



8. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
5 daß die Formänderungsgeschwindigkeit in den ersten Umformschritten vor dem
Temperaturausgleich so gewählt wird, daß die höchste Temperatur im Inneren
des Walzgutes 1170° C nicht übersteigt.
9. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß das Walzgut nach dem Walzen auf eine Temperatur oberhalb der
Martensittemperatur und unterhalb der Bainitnase (kontinuierliches ZTU-
Schaubild) abgekühlt und längere Zeit gehalten und anschließend in bekannter
Weise bis auf Raumtemperatur abgekühlt wird.
- 15 10. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß das fertiggewalzte Erzeugnis nach dem Abkühlen auf eine Temperatur
zwischen 650 und 700° C erwärmt und für eine vorgegebene Zeit gehalten und
dann wieder abgekühlt wird und anschließend ein Anlassen bei einer
20 Temperatur zwischen 180 bis 210° C mit anschließender Abkühlung an
ruhender Luft erfolgt.