



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 231 864 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **02.10.91** (51) Int. Cl.⁵: **C21D 8/04, C22C 38/14**

(21) Anmeldenummer: **87101123.5**

(22) Anmeldetag: **27.01.87**

(54) **Alterungsfreier Bandstahl.**

(30) Priorität: **06.02.86 DE 3603691**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.08.87 Patentblatt 87/33

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
02.10.91 Patentblatt 91/40

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 120 976 DE-A- 2 603 097
DE-A- 3 234 574 GB-A- 1 192 794
US-A- 2 495 836 US-A- 3 183 078
US-A- 3 522 110 US-A- 3 607 456

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Band 6, Nr.
78(C-102)(956), 15 Mai 1982; &JP - A -
5713123

IRON AND STEEL INTERNATIONAL, April
1982, Seiten 83-84,86; NN: "Thefuture of
interstitial-free steels" *Seite 83, linke Spalte

(73) Patentinhaber: **Hoesch Stahl Aktiengesell-**
schaft
Rheinische Strasse 173
W-4600 Dortmund 1(DE)

(72) Erfinder: **Drewes, Ernst Jürgen, Dr.**
Niederhofener Kohlenweg 72
W-4600 Dortmund 30(DE)
Erfinder: **Engl, Bernhard, Dr.**
Helenenbergweg 16
W-4600 Dortmund 50(DE)
Erfinder: **Horn, Klaus Dieter**
Stiegenweg 52
W-4600 Dortmund(DE)

EP 0 231 864 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft die Verwendung eines kaltgewalzten Bandstahles als Werkstoff für alterungsfreie Bleche mit hervorragender Kaltumformbarkeit.

5 Zur Erzielung besonders guter mechanischer Eigenschaften, insbesondere eines hohen Wertes der senkrechten Anisotropie r_m für Tiefziehbeanspruchungen und eines hohen Verfestigungsexponenten n_m bei Streckziehvorgängen von kaltgewalztem Bandstahl wurden die sogenannten IF - (= interstitial free) - Stähle entwickelt, vgl. "Werkstoffkunde der gebräuchlichen Stähle", Teil 1, S. 253, Verlag Stahleisen 1977. In diesen sind die störenden Elemente C und N durch einen Zusatz von Titan oder Niob stabil abgebunden.

10 Im einzelnen ist aus der EP-PS 120 976 ein Ti-haltiger Tiefziehstahl bekannt, der sehr niedrige Kohlenstoffgehalte (0,004 %) aufweist, weil bei hohem Kohlenstoffgehalt das kaltgewalzte Blech hohe Streckgrenzen, niedrige Dehnungen und niedrige r-Werte aufweist, und daß dementsprechend der Kohlenstoffgehalt auf max. 0,015 % zu begrenzen ist. In gleicher Weise wird in der DE-OS 32 34 574 darauf hingewiesen, daß die Menge des im Stahl gebildeten Titankarbides ansteigt, wenn Kohlenstoff in Mengen
15 über 0,015 % enthalten ist, was zu einer beträchtlichen Anhebung der Rekristallisationstemperatur der erhaltenen Bänder führt, weshalb der Kohlenstoffgehalt auf höchstens 0,015 % zu begrenzen ist. Auch nach dem in der US-PS 36 07 456 beschriebenen Verfahren zur Herstellung eines Tiefziehstahles darf bei einem Titangehalt von 0,15 bis 0,30 % der Kohlenstoffgehalt nicht höher als 0,020, vorzugsweise 0,010 % sein. Darüber hinaus darf der Schwefelgehalt dieses bekannten Tiefziehstahles nicht höher als 0,030 % liegen.

20 Ein Stahl mit ausgezeichneter Umformbarkeit ist nach der US-PS 3 522 110 nur dann herstellbar, wenn der Kohlenstoffgehalt bei Ti-Gehalten von 0,02 bis 0,5 % auf weniger als 0,02 % C im Hinblick auf die Erzielung guter Eigenschaften begrenzt wird. Außerdem muß zur Erreichung dieses Zieles eine Vakuummentgasungsbehandlung durchgeführt werden. Des weiteren wird auch in der US-PS 1 192 794 eine Begrenzung des Kohlenstoffgehaltes auf unter 0,02 % unter Anwendung einer Vakuummentgasung gefordert.

25 Auch in der US-PS 3 138 078 muß bei einem Stahl mit 0,05 bis 0,20 % Titan der Kohlenstoffgehalt mittels Vakuummentgasung auf weniger als 0,02 % eingestellt werden und ist darüber hinaus der Schwefelgehalt auf weniger als 0,02 % zu begrenzen.

Zusammenfassend ist dem Stand der Technik zu entnehmen, daß zur Erzielung der gewünschten, hervorragenden Umformeigenschaften, nämlich insbesondere

- 30
- eines hohen Wertes der senkrechten Anisotropie
 - eines hohen Wertes des Verfestigungsexponenten
 - einer niedrigen Dehngrenze und
 - hoher Bruchdehnungswerte

des Stahles sehr niedrige Kohlenstoffgehalte vorausgesetzt werden und Schwefel als schädlich für diese
35 Eigenschaften angesehen wird. Zur Erzielung der gewünschten niedrigen Kohlenstoffgehalte wird daher nach dem Stand der Technik vorzugsweise eine Vakuummentgasung vorgesehen, was einerseits den Herstellungsaufwand erhöht und andererseits nicht alle Stahlhersteller über eine entsprechend große Vakuum-Behandlungskapazität verfügen. Die Absenkung des Schwefelgehaltes macht darüber hinaus besondere Entschwefelungsverfahren erforderlich, wodurch ebenfalls der Herstellungsaufwand erhöht wird.

40 Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Stahl als Werkstoff für alterungsfreie Bleche mit hervorragender Kaltumformbarkeit anzugeben, der nichts desto weniger ohne erhöhten Aufwand, herstellbar ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Stahl vorgeschlagen, der ohne Vakuummentgasungsbehandlung hergestellt ist, eine chemische Zusammensetzung von

45

50

55

0,020 bis 0,040 % C

max. 0,20 % Si

max. 0,40 % Mn

max. 0,030 % P

>0,02 bis 0,05 % S

max. 0,01 % Al

max. 0,01 % N und

einen Titangehalt von

$(96/32 \% S + 48/12 (\% C - 12/32 \% S) + 48/14 \% N)$

bis 0,4 % zur vollständigen Abbindung der im flüssigen Stahl enthaltenen Elemente Stickstoff, Schwefel und Kohlenstoff,

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen

aufweist und im geglühten, nicht dressierten Zustand eine Streckgrenze von weniger als 150 N/mm², einen Kennwert der senkrechten Anisotropie (r_m) von mehr als 1,7, eine Bruchdehnung (A_{80}) von mehr als 38 % und einen mittleren Verfestigungsexponenten (n_m) von mehr als 0,22 aufweist. Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie den nachfolgenden Ausführungsbeispielen.

Der Vorteil der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verwendung ist insbesondere darin zu sehen, daß der erfindungsgemäße Stahl mehr Kohlenstoff enthält als nach dem Stand der Technik vorausgesetzt und z. B. für einen hervorragend kaltverformbaren Stahl zugelassen wird, so daß auf einen aufwendigen Verfahrensschritt bei der Herstellung von alterungsfreien Blechen mit hervorragender Kaltumformbarkeit, insbesondere auf die Anwendung einer Vakuumbehandlung zur Kohlenstoffreduzierung verzichtet werden kann. Darüber hinaus enthält der Stahl erfindungsgemäß einen erhöhten Schwefelgehalt, so daß in gleicher Weise auf eine aufwendige Entschwefelungsbehandlung verzichtet werden kann. Durch die Kombination des erhöhten Kohlenstoffgehaltes mit einem erhöhten Schwefelgehalt in Verbindung mit dem vorgeschlagenen Titangehalt werden schließlich mechanische Eigenschaftswerte des vorgeschlagenen Stahles erzielt, die ihn in besonderer Weise für den vorgeschlagenen Verwendungszweck geeignet machen.

Die erfindungsgemäße Verwendung des vorgeschlagenen Stahles ist nachfolgend im Vergleich mit einem Stahl gemäß dem Stand der Technik näher erläutert.

Es wurden die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Stähle 1 bis 6 in einem Sauerstoffblasverfahren geschmolzen und im Strang zu Brammen gegossen. Die Brammen wurden erwärmt und in einer Warmbandstraße zu Warmband ausgewalzt, aufgehaspelt, gebeizt, kaltgewalzt und im Labor geglüht, jedoch nicht dressiert. Die Stähle 7 bis 14 wurden im Labor erschmolzen, gewalzt, geglüht und ebenfalls nicht dressiert.

Bekannterweise ändern sich allgemein die Werte durch das Dressieren, welches auch bei IF-Stählen zur Verbesserung der Planheit und zur Übertragung der Rauheit mit Dressiergraden unter 1 % angewendet wird. Geglüht wurden die Stähle 1 bis 3 kontinuierlich in einem Durchlaufglühofen und die Stähle 4 bis 6 diskontinuierlich im Haubenofen.

Im einzelnen sind die Werte der chemischen Zusammensetzung und der mechanischen Eigenschaften in der Tabelle 1 zusammengefaßt.

Wie aus der Diagrammdarstellung in Fig. 1 hervorgeht, weist der Stahl 1 - mit niedrigem C-Gehalt und S-Gehalt nach dem Stand der Technik - mechanische Eigenschaften - gemessen im Zugversuch - auf, die für eine hervorragende Kaltumformbarkeit sprechen, d. h. die Dehngrenze ($R_{p0,2}$) und das Streckgrenzenverhältnis ($R_{p0,2}/R_m$) sind niedrig, während die Bruchdehnung (A_{80}) der Verfestigungsexponenten (n_m) und der Kennwert der senkrechten Anisotropie (r_m) hoch sind.

Der Stahl 2 weist einen erhöhten Kohlenstoff - mit 0,025 % bei immer noch verhältnismäßig niedrigem S-Gehalt von 0,014 % auf. Ein solcher erhöhter C-Gehalt ergibt sich bei der Stahlherstellung nach dem Sauerstoffblasverfahren ohne Anwendung einer zusätzlichen Vakuumbehandlung. Die Eigenschaften des Stahles 2 sind gegenüber dem Stahl 1 - wie im Stand der Technik festgestellt - deutlich verschlechtert, und zwar mit einer Zugfestigkeit von 341 N/mm², einer Dehngrenze von 150 N/mm², einem Streckgrenzenverhältnis vom 0,44, einer Bruchdehnung A_{80} von 34 %, einem mittleren Verfestigungsexponenten von 0,228 und einem Kennwert der senkrechten mittleren Anisotropie von 1,7.

Der Stahl 3 weist gemäß der Erfindung bei einem auf 0,025 % erhöhten C-Gehalt, wie er sich ohne

Anwendung einer Vakuumbehandlung ergibt, einen ebenfalls gezielt erhöhten S-Gehalt von 0,028 % auf. Die mechanischen Eigenschaften dieses erfindungsgemäßen, nicht vakuumbehandelten Stahles 3 sind, wie sich aus Fig. 1 ergibt, hervorragend und mit denen des vakuumbehandelten Stahles 1 vergleichbar. Das Gefüge des erfindungsgemäßen Stahles besteht aus Ferrit mit einer für einen Tiefziehstahl typischen
5 Korngröße von rd. 15, μm und gleicht damit dem Gefüge des Stahles 1 nach dem Stand der Technik.

Die Stähle 4 bis 6 wurden diskontinuierlich einer Haubenglühung unterworfen. Das Verhalten dieser Stähle bezüglich der mechanischen Eigenschaften ist sehr ähnlich wie der Stähle 1 bis 3. Die mechanischen Eigenschaften des Stahles 4 mit dem nach bisherigem Erkenntnisstand erforderlichen niedrigen C-Gehalt sind hervorragend.

10 Der Stahl 5 mit einem auf 0,018 % erhöhten C-Gehalt infolge der Einsparung einer Vakuumbehandlung zeigt, wie in Fig. 2 dargestellt, deutlich verschlechterte mechanische Eigenschaften mit einer Zugfestigkeit von 330 N/mm², einer Dehngrenze $R_{p0.2}$ von 136 N/mm², einem Streckgrenzenverhältnis von 0,41, einer Bruchdehnung A_{80} von 38 %, einem mittleren Verfestigungsexponenten n_m von 0,239 und einem Kennwert der senkrechten Anisotropie r_m von 1,70 auf. Der erfindungsgemäße Stahl 6 weist infolge der Einsparung
15 einer Vakuumbehandlung einen auf 0,023 % erhöhten C-Gehalt und den gezielt erhöhten Schwefelgehalt von 0,028 % auf.

Die hervorragenden Eigenschaften sind mit denen des vakuumbehandelten Stahles 4 vergleichbar.

In Fig. 3 ist die Wirkung des zunehmenden Gehaltes an Schwefel bei einem unterschiedlichem Niveau an Kohlenstoff auf die mechanischen Eigenschaften anhand der Stähle 7 bis 14 dargestellt. Aus der
20 graphischen Darstellung ist deutlich ersichtlich, daß bei einer Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes von 0,005 über 0,015 auf 0,022 % z. B. durch eine Einsparung einer Vakuumbehandlung, bei niedrigem Schwefelgehalt, z. B. wie nach dem heutigen Stand der Technik üblich unter 0,02 % S, die Eigenschaften des Tiefziehstahles deutlich verschlechtert werden. Erst durch die erfindungsgemäße, gezielte Erhöhung des Schwefelgehaltes auf Werte oberhalb von 0,02 % sind bei einem auf mehr als 0,020 % erhöhten
25 Kohlenstoffgehalt Eigenschaftsverbesserungen zu erzielen, die zu den gewünschten Werten hervorragender Kaltumformbarkeit führen.

30

35

40

45

50

55

0,020 bis 0,040 % C

max. 0,20 % Si

max. 0,40 % Mn

max. 0,030 % P

>0,02 bis 0,05 % S

max. 0,1 % Al

max. 0,01 % N und

einen Titangehalt von

$(96/32 \% S + 48/12 (\% C - 12/32 \% S) + 48/14 \% N)$

bis 0,4 % zur vollständigen Abbindung der im flüssigen Stahl enthaltenen Elemente Stickstoff, Schwefel und Kohlenstoff,

Rest Eisen und erschmelzungsbedingte Verunreinigungen

aufweist und im geglühten, nicht dressierten Zustand eine Streckgrenze von weniger als 150 N/mm², einen Kennwert der senkrechten Anisotropie (r_m) von mehr als 1,7, eine Bruchdehnung (A_{80}) von mehr als 38 % und einen mittleren Verfestigungsexponenten (n_m) von mehr als 0,22 aufweist, als Werkstoff für alterungsfreie Bleche mit hervorragender Kaltumformbarkeit.

2. Verwendung eines Stahles nach Anspruch 1 mit einem Schwefelgehalt von 0,03 bis 0,05 % für den Zweck nach Anspruch 1.

3. Verwendung eines Stahles nach Anspruch 1 mit einem Schwefelgehalt von $(4/3 \% C)$ bis 0,05 % für den Zweck nach Anspruch 1.

4. Verwendung eines Stahles nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Stahl nach dem Kaltwalzen kontinuierlich geglüht wird.

5. Verwendung eines Stahles nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der kaltgewalzte und kontinuierlich geglühte Stahl unmittelbar anschließend in einem Schmelzbad metallisch beschichtet wird.

6. Verwendung eines Stahles nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Stahl nach dem Kaltwalzen nach dem Haubenglühverfahren geglüht wird.

Claims

1. Use of a cold-rolled steel strip, which is manufactured without vacuum degassing treatment, has a chemical composition of

0.020 to 0.040 % C
 max. 0.20 % Si
 max. 0.40 % Mn
 max. 0.030 % P
 >0.02 to 0.05 % S
 max. 0.1 % Al
 max. 0.01 % N and
 a titanium content of

$(96/32 \% S + 48/12 (\% C - 12/32 \% S) + 48/14 \% N)$

to 0.4% for complete bonding of the elements of nitrogen, sulphur and carbon contained in the liquid steel,

residue of iron and impurities due to melting

and, in the annealed, non-dressed state, has an elastic limit of less than 150 N/mm², a characteristic value of perpendicular anisotropy (r_m) of more than 1.7, a breaking elongation (A_{80}) of more than 38% and an average hardening exponent (n_m) of more than 0.22, as material for non-ageing sheet steel having excellent cold formability.

2. Use of a steel as in claim 1 having a sulphur content of 0.03 to 0.05% for the purpose as in claim 1.
3. Use of a steel as in claim 1 having a sulphur content of $(4/3 \% C)$ to 0.05% for the purpose as in claim 1.
4. Use of a steel as in any of claims 1 to 3, wherein the steel is continuously annealed following cold-rolling.
5. Use of a steel as in any of claims 1 to 4, wherein the cold-rolled and continuously annealed steel is coated metallurgically in a melting bath immediately afterwards.
6. Use of a steel as in any of claims 1 to 3, wherein following cold-rolling, the steel is annealed, in accordance with the box annealing method.

Revendications

1. Utilisation d'un acier à feuillard laminé à froid, fabriqué sans dégazage sous vide, présentant la composition:

0,020 à 0,040 % C

max. 0,20 % Si

max. 0,40 % Mn

max. 0,030 % P

> 0,02 à 0,05 % S

max. 0,1 % Al

max. 0,01 % N, et

une teneur en titane de

(96/32 % S + 48/12 (% C - 12/32 % S) + 48/14 % N)

à 0,4 %, pour assurer une liaison chimique complète des éléments azote, soufre et carbone présents dans l'acier liquide,

le solde étant Fer et impuretés de coulée,

et présentant en l'état recuit et non transformé une limite élastique de moins de 150 N/mm², une caractéristique d'anisotropie transversable (r_m) de plus de 1,7, un allongement à la rupture (A_{80}) de plus de 38 % et un indice moyen de consolidation (n_m) de plus de 0,22, comme matière première pour tôles résistant au vieillissement et à excellente formabilité à froid.

2. Utilisation d'un acier selon la revendication 1, avec une teneur en soufre de 0,03 à 0,05 %, pour l'application selon la revendication 1.

3. Utilisation d'un acier selon la revendication 1, avec une teneur en soufre de (4/3 % C) à 0,05 %, pour l'application selon la revendication 1.

4. Utilisation d'un acier selon l'une des revendications 1 à 3, un recuit de l'acier étant effectué en continu après laminage à froid.

5. Utilisation d'un acier selon l'une des revendications 1 à 4, l'acier laminé à froid et recuit en continu étant ensuite immédiatement recouvert d'une couche métallique dans un bain de fusion.

6. Utilisation d'un acier selon l'une des revendications 1 à 3, l'acier étant recuit après laminage à froid par le procédé de recuit en four à cloche.

Fig.1

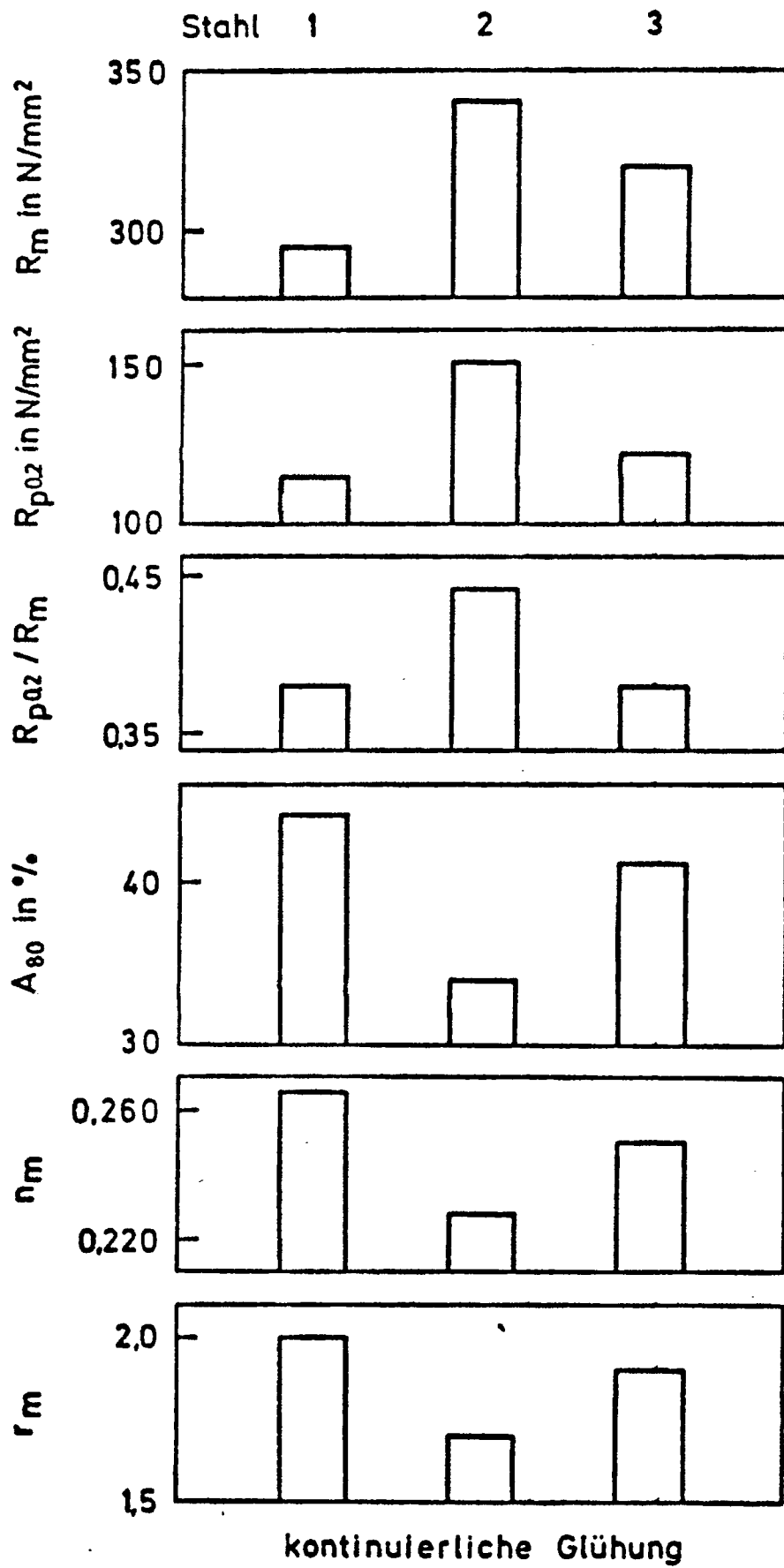


Fig. 2

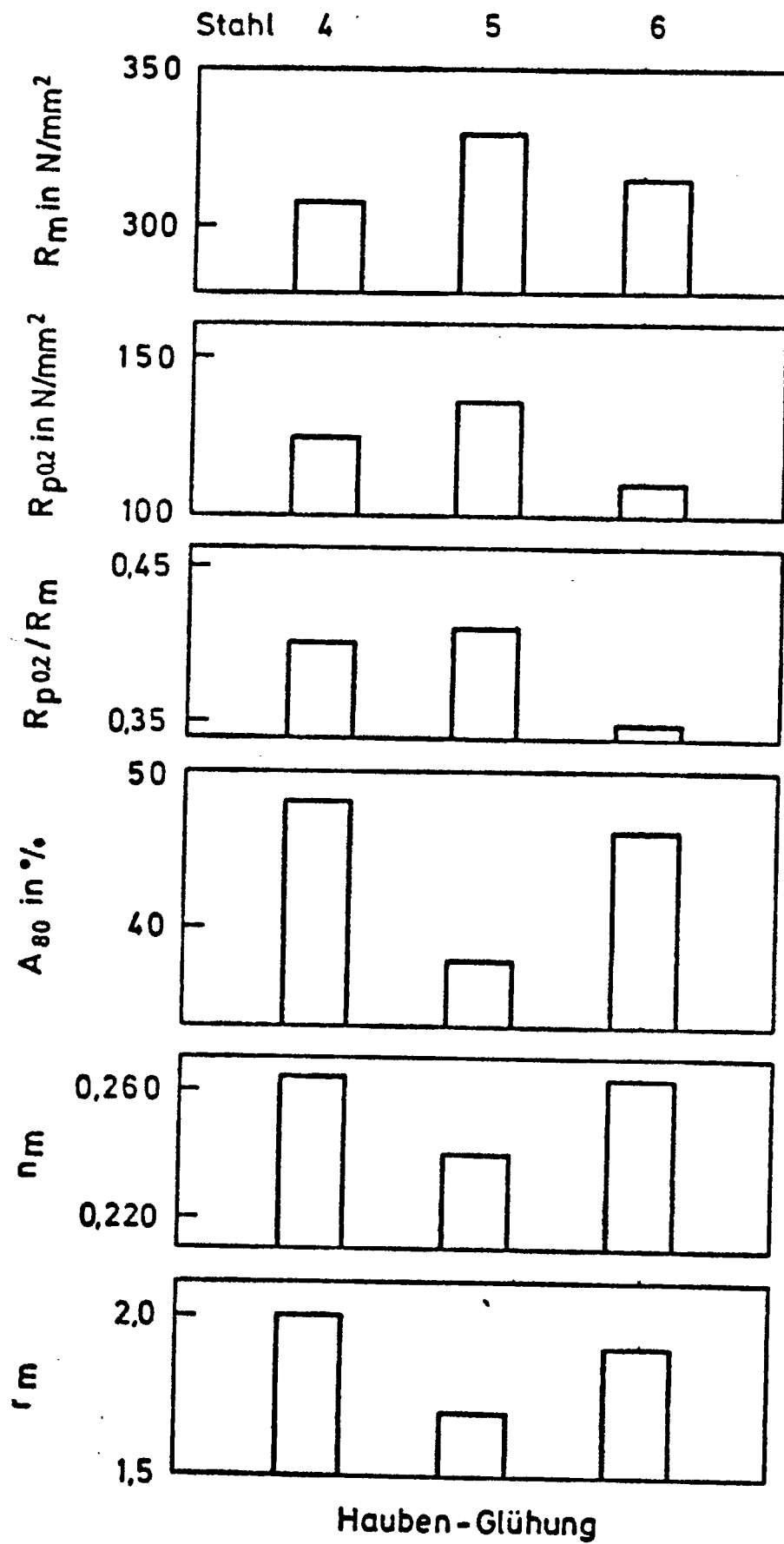


Fig. 3

