

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 967 026 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

29.12.1999 Patentblatt 1999/52

(51) Int. Cl.⁶: **B21D 3/00**

(21) Anmeldenummer: **99111380.4**

(22) Anmeldetag: **11.06.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **27.06.1998 DE 19828785**

(71) Anmelder:

**SMS SCHLOEMANN-SIEMAG
AKTIENGESELLSCHAFT
40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:

- **Hartung, Hans Georg, Dr.-Ing.
50259 Pulheim (DE)**

• **Kümmel, Lutz, Dipl.-Ing.**

41363 Jüchen-Gierath (DE)

• **Böhmer, Bruno, Dipl.-Ing.**

40699 Erkrath (DE)

• **Roloff, Wolfgang, Dipl.-Ing.**

41238 Mönchengladbach (DE)

(74) Vertreter:

Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing. et al

Patentanwälte

Hemmerich-Müller-Grosse-

Pollmeier-Valentin-Gihske

Hammerstrasse 2

57072 Siegen (DE)

(54) **Verfahren zum Richten von Profilstahl**

(57) Um ein Verfahren zum Richten von gewalztem Profilstahl zu schaffen, das den Materialfluß in der Herstellung von Profilstählen nicht beeinträchtigt sowie ein qualitativ hochwertigen, eigenspannungsarmen Profilstahl liefert, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß der zumindest während des Richtens eine über seinen Querschnitt weitgehend homogene Temperaturverteilung aufweisende Profilstahl bei einer Temperatur im Umwandlungsbereich Ar_1 bis Ar_3 gerichtet wird.

EP 0 967 026 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Richten von gewalztem Profilstahl.

[0002] Das Kühlen von gewalztem Profilstahl, zum Beispiel Doppel-T und U-Profil, Winkel erfolgt üblicherweise auf einem Kühlbett. Infolge der ungleichmäßigen Abkühlung verziehen sich die Profile. Dieser Verzug wirkt sich nachteilig auf deren Geradheits- und Eigenspannungszustand aus. Diese beiden genannten Qualitätskriterien gemeinsam genommen, lassen sich mit dem Qualitätskriterium Planheit beim Bandwalzen vergleichen. Eine reduzierte Geradheit (Profilkrümmung, Drall und Biegekrümmung) geht häufig mit hohen Eigenspannungen einher. Gekrümmte Profile müssen nachbearbeitet werden. Eigenspannungen vermindern die Profiltragfähigkeit.

[0003] Die auftretenden Krümmungen werden nach dem Stand der Technik bei niedrigen Profilttemperaturen durch einen oder mehrere Richtvorgänge auf ein tolerables Maß zurückgeführt. Hierzu kommen Rollenrichtmaschinen und Richtpressen zum Einsatz.

[0004] Rollenrichtmaschinen, die Profile kontinuierlich richten, bewirken dabei zunächst eine erneute Krümmung des Profils auf ein definiertes Maß. Dabei werden die vorhandenen Eigenspannungen durch neue definierte Eigenspannungen beseitigt. Prinzipbedingt ist dies jedoch nicht über den gesamten Profilquerschnitt möglich. Im Bereich der neutralen Faser verbleibt während des gesamten Richtvorgangs ein unbeeinflusster Materialbereich. Nach der ersten Biegung wird das Produkt einer definierten Wechselbiegung (mehrere Krümmungswechsel) unterzogen. Dabei werden die Eigenspannungen so verändert, daß das Profil nach dem Richtvorgang gerade ist. Resteigenspannungen bleiben prinzipbedingt erhalten. Nachteilig sind die im Profilstahl verbleibenden Eigenspannungen mit den bereits erwähnten Problemen bei der Tragfähigkeit der Profile. Stark gekrümmte Profile bereiten außerdem Probleme während des Richtvorganges (z.B. Einfädeln in die Maschine).

[0005] Bei der diskontinuierlich arbeitenden Richtpresse werden nach und nach einzelne unzulässig stark gekrümmte Abschnitte des Profilstahles durch eine möglichst exakt entgegengesetzte Biegung kompensiert. Ein Einfluß auf den Eigenspannungszustand kann in der Richtpresse nicht genommen werden. Nachteilig wirkt sich der diskontinuierliche und unbekannte Eigenspannungszustand nach dem Richtvorgang auf die Profiltragfähigkeit aus. Dieses Verfahren stört den Materialfluß in der Profilstahlherstellung und erfordert viel Zeit.

[0006] Ferner sind aus dem Stand der Technik Verfahren und Vorrichtungen zum selektiven Kühlen von Profilstählen während des Walzens bekannt (vgl. Stahl und Eisen 109 (1989) S. 171 - 176). Bedingt durch eine heterogene Stahlmassenverteilung kühlt das Profil ungleichmäßig ab. Durch selektives Kühlen läßt sich

eine weitgehend gleichmäßige Temperaturverteilung über den Querschnitt des Profils erzielen. Hierdurch verbessern sich die Materialeigenschaften des Produktes. Zum selektiven Kühlen sind an der Walzstraße Kühleinrichtungen vorgesehen, die ein Walzen mit normaler Walzgeschwindigkeit ermöglichen. Die Kühleinrichtungen sind verstellbar, so daß Profile mit unterschiedlichen Abmessungen gekühlt werden können. Schließlich ist es aus dieser Veröffentlichung ebenfalls bekannt, eine im Walzfluß stattfindende Wärmebehandlung für ein Profil vorzusehen, wobei die Walzhitze ausgenutzt wird.

[0007] Ausgehend von dem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Richten von gewalztem Profilstahl zu schaffen, das den Materialfluß in der Herstellung von Profilstählen nicht beeinträchtigt und einen qualitativ hochwertigen, krümmungs- und eigenspannungsarmen Profilstahl liefert.

[0008] Die Erfindung macht sich die Erkenntnis zu Nutze, daß die Form des abgekühlten Profilstahles im wesentlichen von der Form und der Temperaturverteilung über den Querschnitt des Profilstahles zu dem Zeitpunkt abhängt, wenn dessen heißeste Bereiche die Temperatur Ar1 (Umwandlungsende) gerade unterschreiten. Bei streng homogener Temperaturverteilung nach der vollständigen Umwandlung des Profils bleibt die zu diesem Zeitpunkt eingenommene Form des Profilstahls erhalten.

[0009] Die Erfindung basiert nun auf dem Gedanken, diesen Zeitpunkt bei im technischen Sinne homogener Temperaturverteilung über den Querschnitt des Profilstahls zu nutzen, um das Stahlprofil zu richten. Dabei kommen gemäß der Erfindung bei weitgehend homogener Temperaturverteilung sämtliche Temperaturen im Umwandlungsbereich Ar1 - Ar3 in Frage.

[0010] Das Richten des Profilstahles kann durch Rekken oder Stauchen erfolgen. Infolge der homogenen Temperaturverteilung sowie der erfindungsgemäßen Wahl der Richttemperatur und damit des Richtzeitpunktes geht der Profilstahl gerade, eigenspannungsfrei und thermisch homogen in das Alpha-Gebiet über. Dies hat zur Folge, daß dieser Zustand auch nach vollständiger Abkühlung bis auf Umgebungstemperatur erhalten bleibt, selbst dann, wenn der Profilstahl sich bis zum vollständigen Abkühlen aufgrund inhomogener Abkühlung vorübergehend wieder krümmt und/oder elastische Spannungen aufbaut.

[0011] In vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung wird der Profilstahl bei einer Temperatur nahe der unteren Grenze Ar1 des Umwandlungsbereichs gerichtet, insbesondere, wenn die Temperatur Ar1 gerade unterschritten wird, da in Phase der Gefügeumstrukturierung (Ar1 - Ar3) des Stahls eventuelle Eigenspannungen sofort abgebaut werden.

[0012] Wird der Profilstahl bei einer höheren Temperatur im Umwandlungsbereich Ar1 - Ar3 gerichtet, wird vorzugsweise ebenfalls diejenige Temperatur gewählt, bei der die Eigenspannung des Profilstahls minimal

sind.

[0013] Eine weitgehend, d. h. im technischen Sinne homogene Temperaturverteilung des Profilstahls läßt sich durch selektive Kühlung und/oder Erwärmung während und/oder nach dem Walzen erzielen.

[0014] Alternativ kann eine homogene Temperaturverteilung über den Querschnitt dadurch erzielt werden, daß die Temperaturführung während des Walzens des Stahles gezielt beeinflußt wird.

[0015] Nachfolgend wird die Wirkungsweise des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand zweier Beispiele des näheren erläutert:

1. Recknichten eines Profiles HEB 140 (vgl. hierzu die Figuren 1 und 2).

2. Reckrichten eines Profiles C 240 (vgl. hierzu die Figuren 3 und 4).

[0016] Ein Profilstahl HEB 140 weist eine angenommene Anfangskrümmung mit einem Radius von 200 m auf. Mit Hilfe selektiver Wasserkühlung wurde eine über dessen Querschnitt weitgehend homogene Temperaturverteilung bei ca. 700° C erzielt.

[0017] Figur 1 zeigt die nach Abkühlung auf die Umgebungstemperatur zu erwartende Restkrümmung des Profilstahls in Abhängigkeit von der Temperatur zum Zeitpunkt des Richtens durch Recken. Gut erkennbar ist, daß bei einer Recktemperatur von 700°C keine Restkrümmung zu erwarten ist.

[0018] Figur 2 zeigt die zu erwartenden bezogenen Maximalwerte der Druck- und Zugeigenspannung des Profilstahls in Abhängigkeit von der Recktemperatur. Die obere Kurve zeigt jeweils den zu erwartenden bezogenen Maximalwert der Druckeigenspannung, während die untere Kurve den jeweiligen Maximalwert der Zugeigenspannung des Profilstahles zeigt. Figur 2 verdeutlicht, daß bei einer Recktemperatur von 715 °C sowohl geringe Druck- als auch Zugeigenspannungen auftreten und gleichzeitig die zu erwartende Restkrümmung praktisch Null ist (vgl. hierzu Figur 1).

[0019] Figur 3 zeigt ein der Figur 1 entsprechendes Diagramm für einen Profilstahl C 240, der allerdings aufgrund seines Eigengewichtes zunächst gerade war. Auch hier wurde mittels selektiver Wasserkühlung an der Außenseite des Flansches eine homogene Temperaturverteilung über den Querschnitt des Profiles bei einer Temperatur von ca. 700° C erreicht.

[0020] Keine Krümmung weist dieses Profil bei Recktemperaturen von 712°, 702° und 570° C auf. Figur 4, die ein für das Profil C 240 entsprechend der Figur 2 aufgebautes Diagramm zeigt, läßt sich jedoch entnehmen, daß wenn die Restkrümmung verschwinden soll, lediglich bei 570° C auch relativ niedrige Druck- und Zugeigenspannungen des Profilstahls zu erwarten sind. Geringere Eigenspannungen - allerdings unter Inkaufnahme einer geringen Restkrümmung - erhielte man, wenn man das Profil C 240 bei einer Temperatur ober-

halb von 720° C rekt.

[0021] Für beide Ausführungsbeispiele gilt, daß bei der Wahl einer anderen Homogenisierungstemperatur als 700° C sich andere Kombinationen von Restkrümmungen und Eigenspannungen ergeben.

[0022] Die Anwendung des erfindungsgemäßen Richtverfahrens ist auch dann möglich, wenn die Temperaturverteilung über den Querschnitt homogen ist, jedoch in Längsrichtung des Profilstahles variiert. Die aufgrund des inhomogenen Temperaturverlaufs über die Längsachse des Profilstahls unterschiedlichen Fließspannungen gleichen sich infolge der unterschiedlichen Formänderungsgeschwindigkeiten einander an, so daß längs des gesamten Profilstahls mit plastischem Fließen zu rechnen ist und nicht nur am Ort der geringsten Grundfestigkeit.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Richten von gewalztem Profilstahl, **dadurch gekennzeichnet**, daß der zumindest während des Richtens eine über seinen Querschnitt weitgehend homogene Temperaturverteilung aufweisende Profilstahl bei einer Temperatur im Umwandlungsbereich Ar_1 bis Ar_3 gerichtet wird.
2. Verfahren zum Richten von gewalztem Profilstahl nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Profilstahl bei einer Temperatur nahe der unteren Grenze Ar_1 des Umwandlungsbereichs gerichtet wird.
3. Verfahren zum Richten von gewalztem Profilstahl nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Profilstahl bei einer Temperatur im Umwandlungsbereich Ar_1 bis Ar_3 gerichtet wird, bei der die Eigenspannungen des Profilstahls minimal sind.
4. Verfahren zum Richten von gewalztem Profilstahl nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stahl während und/oder der Profilstahl nach dem Walzen selektiv gekühlt und/oder erwärmt wird.
5. Verfahren zum Richten von gewalztem Profilstahl nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Temperaturführung während des Walzens des Stahls gezielt beeinflußt wird.

Fig. 1

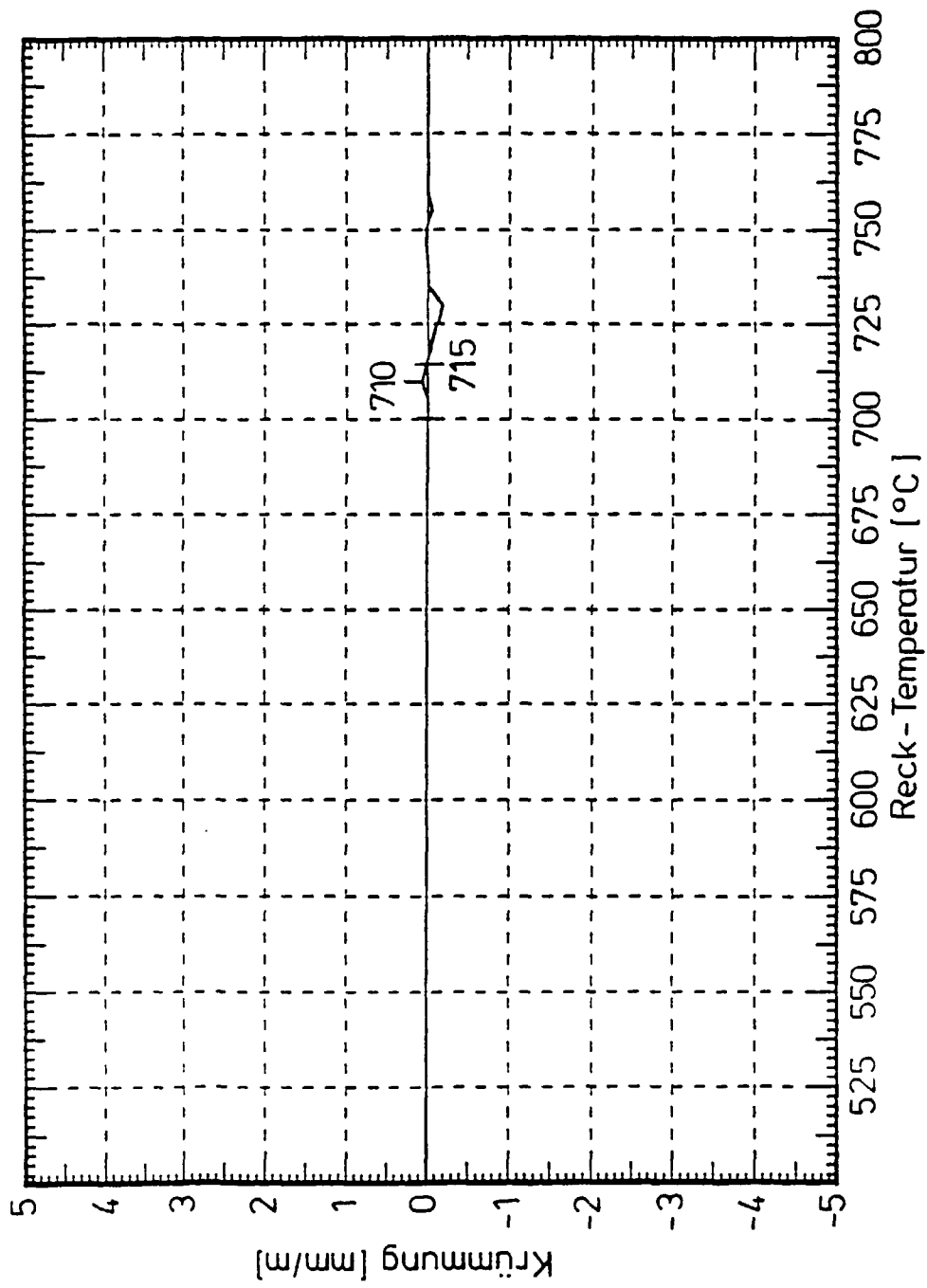


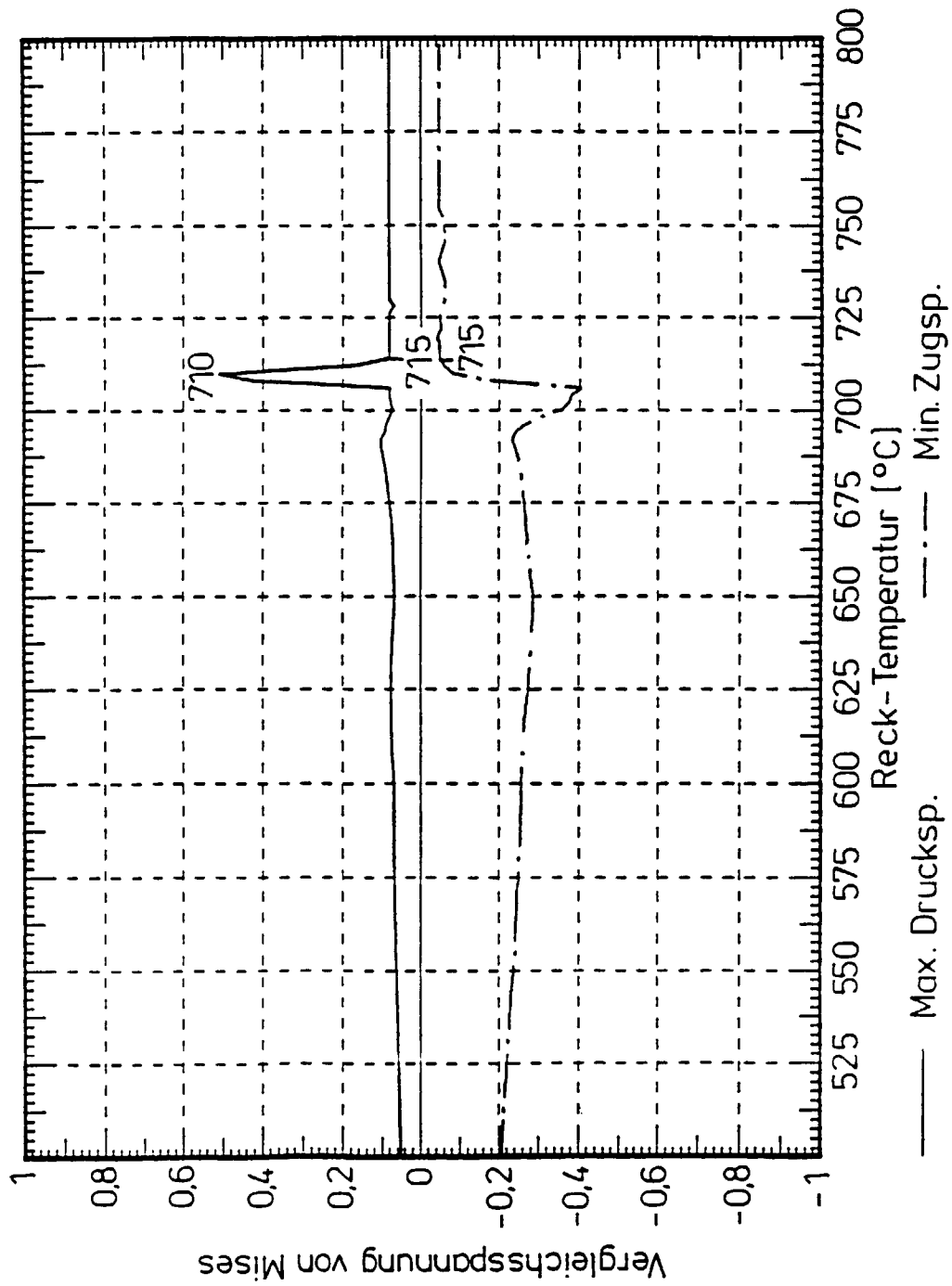
Fig. 2

Fig. 3

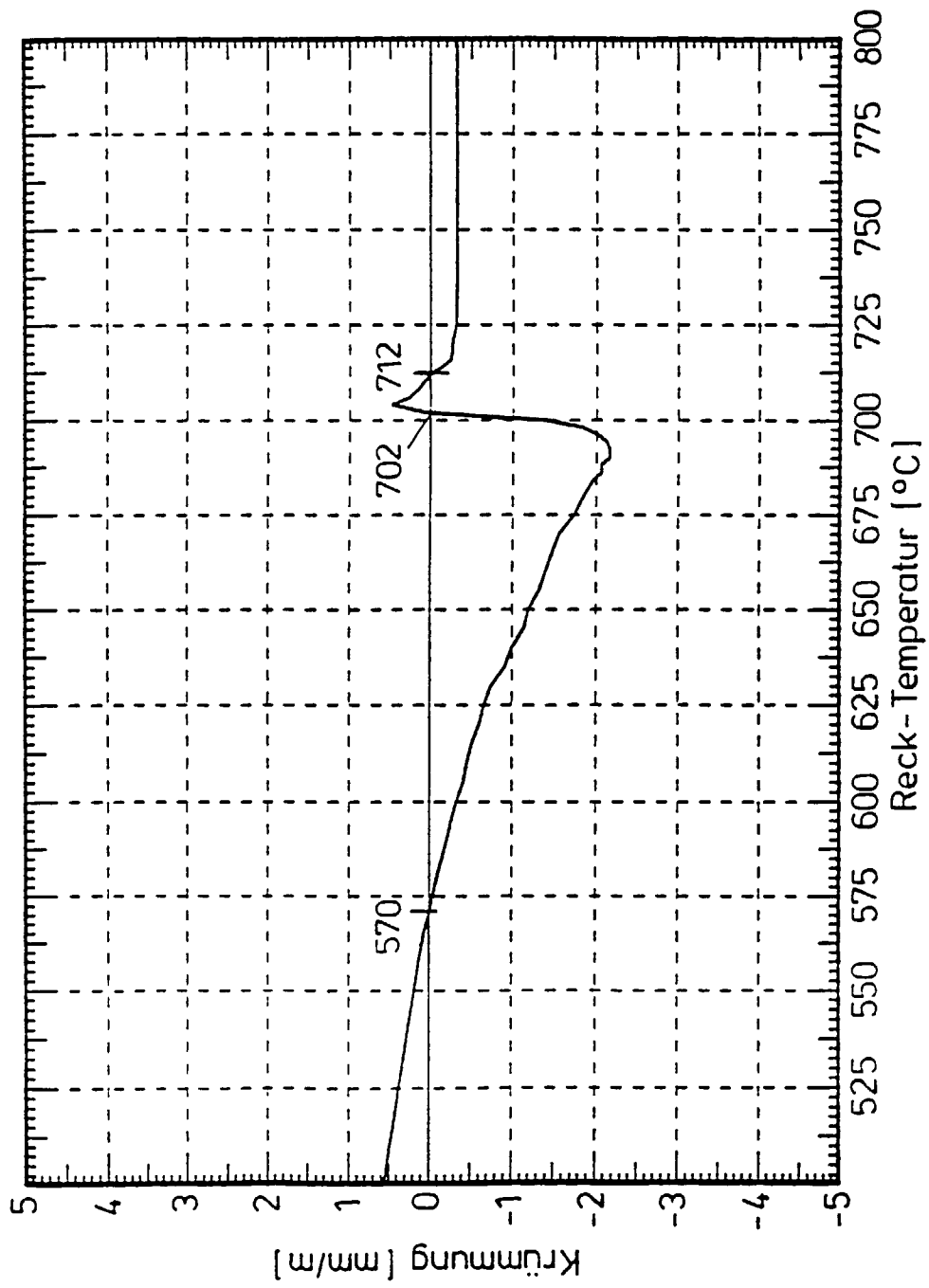


Fig. 4

