



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG


Anmeldenummer: 85115961.6


Int. Cl.⁴: **C 21 D 9/04**
C 21 D 1/30


Anmeldetag: 13.12.85


Priorität: 18.01.85 DE 3501522
 18.01.85 DE 3501523


Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 13.08.86 Patentblatt 86/33


Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE


Anmelder: Krupp Stahl AG
 Alleestr. 165
 D-4630 Bochum 1(DE)


Erfinder: Heller, Wilhelm, Dr.-Ing.
 Elsterweg 8
 D-4100 Duisburg 14(DE)


Erfinder: Flügge, Jürgen, Dr.-Ing.
 Grabenacker 108 a
 D-4100 Duisburg 14(DE)


Erfinder: Schweitzer, Reinhard, Dr.-Ing.
 Weezer Strasse 5
 D-4000 Düsseldorf 11(DE)


Erfinder: Weber, Lutz, Dr.-Ing.
 Siepenstrasse 15
 D-4330 Mülheim/Ruhr(DE)


Vertreter: Patentanwaltsbüro Cohausz & Florack
 Postfach 14 01 47
 D-4000 Düsseldorf 1(DE)


Verfahren zur Verminderung der Eigenspannungen rollengerichteter Stahlschienen.


Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Verminderung der Eigenspannungen rollengerichteter Schienen. Nach dem Richten wird der Steg (2) der Schienen kurzzeitig auf Temperaturen von 200 - 700° C, vorzugsweise 350 - 500° C, erwärmt und kühlt nach Erreichen der gewünschten Temperaturen an Luft auf Raumtemperatur ab. Zur Erwärmung wird die Schiene kontinuierlich an der Erwärmungseinrichtung vorbeigeführt.

Durch die erfindungsgemäße Maßnahme werden die Zugeigenspannung im Schienenkopf (1) und -fuß (3) auf unter 50 N/mm² abgebaut, wodurch sich eine erhöhte Bruchsicherheit der Schiene ergibt.

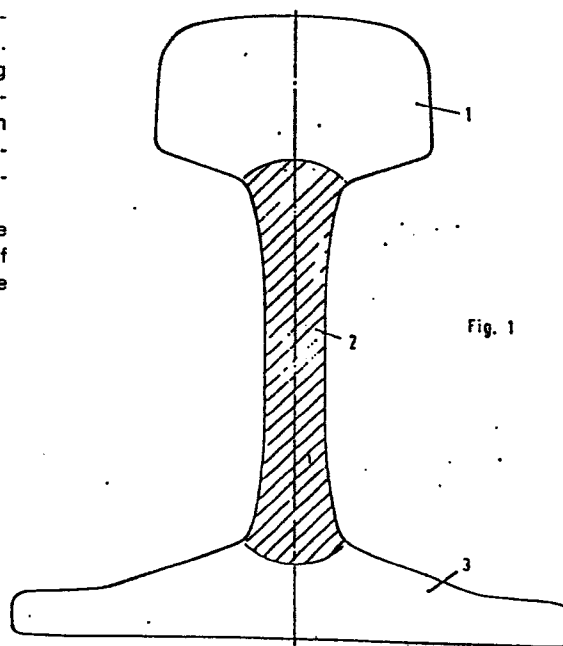


Fig. 1

1 Krupp Stahl Aktiengesellschaft, 4630 Bochum
Verfahren zur Verminderung der Eigenspannungen
5 rollengerichteter Stahlschienen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Verminderung der Eigenspannungen rollengerichteter Stahlschienen.
10

Durch Warmwalzen von Schienenstählen in entsprechend kalibrierten Walzen hergestellte Schienen kühlen nach dem Walzen auf Kühlbetten an Luft bis auf Raumtemperatur ab. Wegen der unterschiedlichen Verhältnisse von Masse zu Oberfläche bei Schienenkopf und -fuß verbiegen sich die Schienen jedoch beim Abkühlen. Sie müssen deshalb wegen der Geradheitsanforderungen auf Rollenrichtmaschinen gerichtet und, sofern erforderlich, noch mit Stempelpressen nachgerichtet werden (DE-Fachbuch "Die Eisenbahnschiene", von Fritz Fastenrath, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn, 1977, Seiten 113/114).
15
20

Beim Rollenrichten wird der gesamte Schienenquerschnitt plastisch umgeformt. Da die Formänderungen jedoch über den Querschnitt unterschiedlich hoch sind, entstehen in den gerichteten Schienen Eigenspannungen. An der Fahrfläche und an der Fußunterseite, den im Fahrbetrieb am höchsten belasteten Stellen, sind die Eigenspannungen in Längsrichtung positiv, d.h., es liegen Zugeigenspannungen vor (S. 37 des obengenannten DE-Fachbuches).
25
30

- 1 Die Eigenspannungen können 50 % und mehr der Streckgrenze des Schienenstahles erreichen.

5 Diesen Spannungen überlagern sich im Betrieb Biegezugspannungen durch die Einwirkung der Räder und Längszugspannungen durch Abkühlung und Kontraktion der Schienen bei tiefen Temperaturen. Die in den Schienen vorhandenen Zugeigenspannungen setzen daher die Bruchsicherheit der Schienen bei Vorhandensein von Oberflächenfehlern, wie z.B. Ermüdungsanrissen, bei statischer oder schlagartiger Beanspruchung herab (Technische Mitteilungen Krupp, Werksberichte 39 (1981) Seiten 33 bis 44).

- 15 Zur Absenkung der Zugeigenspannungen im Schienenkopf und im Schienenfuß kann man die Schienen reckrichten (DE-OS 32 23 346) oder gesteuert abkühlen und seitlich richten (DE-PS 19 42 929). Bei diesem Verfahren ergeben sich jedoch verfahrenstechnische Schwierigkeiten (Reckrichten) und z. T. sind die für einen Personenverkehr mit hohen Geschwindigkeiten geforderten Geradheiten nicht sicher einstellbar (Reckrichten, gesteuerte Abkühlung in Verbindung mit seitlichem Richten), so daß sich diese Verfahren aus Gründen der Wirtschaftlichkeit oder der Praktikabilität nicht durchgesetzt haben.

30 Ein weiteres Verfahren zur Absenkung der Zugeigenspannungen im Schienenkopf und im Schienenfuß ist das Spannungsarmglühen.

Das Spannungsarmglühen zur Verminderung der Zugeigenspannungen in Kopf und Fuß gerichteter Schienen ist in sinngemäßer Anwendung der von Houdremont im Fachbuch "Handbuch der Sonderstahlkunde", Springer-Verlag 1956, S. 238 - 240 beschriebenen Maßnahmen zum Ab-

1 bau von Eigenspannungen durch Spannungsfreiglühen bei
höheren Temperaturen ein Wärmebehandlungsverfahren,
bestehend aus einem Glühen der Schienen im Temperatur-
bereich von 200 - 700° C und einem nachfolgenden lang-
5 samen Abkühlen. Da der Abbau der Eigenspannungen durch
bei höheren Temperaturen einsetzende und den Schienen-
werkstoff entlastende Fließvorgänge erfolgt, ist ein
Vermindern der Zugeigenspannungen bis auf geringe
Restwerte von 20 - 60 N/mm² nur bei einer für den Ab-
10 lauf der Fließvorgänge ausreichenden Zeit gegeben. Aus
diesem Grunde dauert in der Praxis eine derartige Glüh-
behandlung von Schienen mehrere Stunden. In der Litera-
turstelle "Technische Mitteilungen Krupp", Werksbe-
richte 39 (1981), S. 33, ist eine Behandlungszeit von
15 sechs Stunden bei 550° C angegeben.

Das Verfahren ist somit sehr kostenaufwendig. Es kann
insbesondere nicht wegen der langen Glühdauer in kon-
tinuierlich arbeitenden Durchlauföfen, die sich in die
Produktionslinie von Schienen einordnen lassen, durch-
20 geführt werden, da diese sich hemmend auf den Produk-
tionsfluß auswirken. Aber auch die außerhalb der Pro-
duktionslinie vorgesehenen Öfen, in denen die Schie-
nen satzweise geglüht werden, lassen eine optimale
Ausnutzung eines Schienenwalzwerkes nicht zu.

25 Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein
wirksames und kostengünstiges Wärmebehandlungsverfah-
ren zum Abbau der Zugeigenspannungen in Kopf und Fuß
rollengerichteter Stahlschienen zu schaffen, das in
30 den üblichen Produktionsfluß bei der Schienenher-
stellung integriert werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß die Schienen
über einen Rollgang kontinuierlich an einer Erwärmungs-
35 einrichtung mit einer Geschwindigkeit zwischen 0,2 m/min

1 und 1 m/s vorbeigeführt werden und daß während der ent-
sprechenden Durchlaufzeit von 1 bis 300 s/m Schienen
nur der Steg der Schienen auf die Glühtemperatur er-
wärmt wird und nach Erreichen dieser Temperatur auf
5 Raumtemperatur abkühlt.

Die Stegerwärmung kann mit Brennern oder induktiv vor-
genommen werden.

Die Geschwindigkeit, mit der die Schiene sich an der
Erwärmungsvorrichtung vorbeibewegt, ist von der Lei-
10 stung der gewählten Erwärmungsvorrichtung abhängig.

Das erfindungsgemäße Verfahren, bei dem die Schienen
im Gegensatz zum bekannten Spannungsarmglühen nicht
über den gesamten Querschnitt erwärmt werden, sondern
15 nur im Steg, ermöglicht eine sehr kurze und somit
kostengünstige Behandlungsdauer der Schienen. So kann,
ausreichende Leistung der Erwärmungseinrichtung voraus-
gesetzt, eine 30 m-Schiene z.B. in nur 30 Sekunden
wärmebehandelt werden, wohingegen die beim Spannungs-
20 armglühen aufzuwendende Zeit mehrere Stunden beträgt.

Überraschenderweise zeigt sich, daß nach der erfindungs-
gemäßen Wärmebehandlung die Zugeigenspannungen an der
Fahrfläche und an der Fußunterseite weitgehend besei-
25 tigt sind. In der nachstehenden Tabelle sind als Bei-
spiel die Eigenspannungen einer hochfesten Schiene UIC 60
mit einer Zugfestigkeit von 1230 N/mm² (0,72 % C,
0,70 % Si, 1,1 % Mn, 0,94 % Cr, 0,12 % V, 0,025 % Al)
im rollengerichteten Zustand sowie nach zusätzlicher
30 Stegerwärmung auf 300, 400, 500 bzw. 680° C aufgeführt.
Figur 1 zeigt in maßstäblicher Darstellung das Profil
dieser Schiene mit Kopf 1, zu erwärmenden Steg 2 und
Fuß 3.

1 Tabelle

Eigenspannungen an einer Schiene UIC 60 in Güte S 1200

	Behandlungszustand	Längseigenspannungen in N/mm ²	
		Fahrfläche	Fußunterseite
5	rollengerichtet ohne nachfolgende Stegerwärmung	+ 211	+ 259
	rollengerichtet und Stegerwärmung 300° C	+ 153	+ 15
10	rollengerichtet und Stegerwärmung 400° C	+ 38	+ 40
	rollengerichtet und Stegerwärmung 500° C	- 21	+ 21
15	rollengerichtet und Stegerwärmung 680° C	- 42	+ 49
	(+) = Zugspannung (-) = Druckspannung		

Man erkennt, daß die Längseigenspannungen durch die Stegerwärmung auf Werte unter 50 N/mm² abgesenkt werden. Bei den höheren Erwärmungstemperaturen stellen sich an der Fahrfläche sogar geringe Druckeigenspannungen ein. Bei einer Erwärmung auf 300° C ist der Abbau der Eigenspannungen an der Fahrfläche noch unvollständig.

Durch einen Abbau der Eigenspannungen von Schienen läßt sich eine wesentliche Verbesserung der Bruchsicherheit erreichen. Dieser Zusammenhang konnte an den erfindungsgemäß wärmebehandelten Schienen bestätigt werden. Dazu wurden im Fuß mit einem Querkerb versehene Schienenabschnitte mit der in Technische Mitteilungen Krupp, Werksberichte 39 (1981) S. 33 bis 44 beschriebenen Prüfanordnung untersucht. Die erfindungsgemäß wärmebehandelte und somit weitgehend eigenspannungsfreie Schiene brach bei einer äußeren Beanspruchung von 200 N/mm² mit einem

- 1 Schwingbruch von rd. 10 mm Tiefe, bei der rollengerich-
teten Vergleichsschiene trat der Bruch dagegen bereits
bei einer Rißtiefe von rd. 2 mm ein. Die erfindungsge-
mäss wärmebehandelte Schiene erträgt also bei gleicher
5 Beanspruchung einen wesentlich größeren Anriß als die
rollengerichtete Vergleichsschiene. Die erfindungsge-
mäss wärmebehandelte Schiene weist mithin eine erheblich
höhere Bruchsicherheit auf.
Kennzeichnend für die Sprödbruchsicherheit eines Werk-
10 stoffs ist seine Rißzähigkeit.

- Die Rißzähigkeit ist eine Werkstoffgröße, die die Be-
dingungen für instabiles Rißwachstum (Sprödbbruch) in
Abhängigkeit von der Spannung und der Rißgröße angibt.
15 Wie in der oben angegebenen Literaturstelle dargestellt,
ist es zulässig, die Gesetze der linear-elastischen
Bruchmechanik auf Schienen anzuwenden und daraus die
Bedingungen für Sprödbbruch quantitativ abzuleiten. Man
muß allerdings die Eigenspannungen bei der Berechnung
20 berücksichtigen.
Der Zusammenhang lautet:

$$\sigma = \frac{K_{IC}}{\sqrt{M} \cdot \sqrt{t}}$$

25

- Darin ist σ die Spannung (N/mm²), K_{IC} die Rißzähig-
keit N/mm^{3/2}, M ein Geometriefaktor und t die Riß-
tiefe (mm).

- 30 Figur 2 zeigt für die Schiene UIC 60 mit 1230 N/mm² Zug-
festigkeit, zur Erläuterung des Einflusses von Eigenspan-
nungen, den Zusammenhang zwischen der Spannung und der
Rißtiefe mit der Rißzähigkeit als Parameter. Bei einer
35 Rißzähigkeit von 1000 N/mm^{3/2} wird eine eigenspannungs-

- 1 freie Schiene unter einer äußeren Beanspruchung von
200 N/mm² einen Riß von etwa 10 mm Tiefe ertragen; da-
gegen wird eine Schiene mit einer Eigenspannung von
200 N/mm² bei gleicher äußerer Beanspruchung bereits
5 bei einer Rißtiefe von rd. 2 mm brechen. Die eigen-
spannungsarme Schiene hat eine wesentlich höhere Bruch-
sicherheit, da kleine Anrisse oder Kerben nicht zum
Versagen führen. Andererseits können größere Anrisse
durch eine zerstörungsfreie Prüfung rechtzeitig er-
10 faßt werden, so daß ein Versagen der Schiene vermieden
werden kann.

- Betrachtet man die Schiene als Bauteil und die Eigen-
spannungen als eine Größe, welche die kritische Span-
15 nungsintensität an der Rißspitze (= Rißzähigkeit des
Bauteils) vermindert, so ergibt sich die in Figur 3
gezeigte Darstellung. Aufgetragen ist die Rißzähigkeit
des Bauteils Schiene K_I über der Rißzähigkeit des
Schienenstahls K_{IC} . Der kritische K_I -Wert stellt
20 dabei ein Maß für die Bruchsicherheit der Schiene dar.
Für den Fall der eigenspannungsfreien Schiene, die
nach dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt ist,
gruppieren sich die Werte um die 45°-Gerade. Für Schie-
nen mit Eigenspannungen liegt der kritische K_I -Wert
25 dagegen deutlich unterhalb dieser Geraden.

- Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch mit Vorteil zum
Abbau von Eigenspannungen bei gewalzten und anschließend
gerichteten Stahlprofilen angewendet werden, die einen
30 Steg und sich senkrecht zu diesem Steg anschließende
Kopf- und/oder Fußteile aufweisen, wie z.B. T- oder
Doppel-T-Träger.

1 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein wirksames
und kostengünstiges Verfahren zum Abbau der Eigenspan-
nungen rollengerichteter Stahlschienen zu schaffen, das
in den üblichen Produktionsfluß bei der Schienenherstel-
5 lung integriert werden kann, wird alternativ auch da-
durch gelöst, daß die nach dem Warmwalzen unter 100° C
abgekühlten Schienen kontinuierlich vor dem Einlauf in
die Rollenrichtmaschine im Schienensteg auf 100 - 500° C,
vorzugsweise um 150 - 350° C, erwärmt werden und nach
10 dem Richten an Luft auf Raumtemperatur abkühlen.

Durch diese Maßnahme ergeben sich im Steg Druckvorspan-
nungen in Höhe der Streckgrenze. Das Rollenrichten kann
mit geringeren Kräften erfolgen und führt zu gleich-
15 mäßigeren Verformungen über den Schienenquerschnitt.
Nach dem Richten gleicht sich die Temperatur des Steges
der von Schienenkopf und -fuß an. Die Längszugspannungen
in Kopf und Fuß werden abgebaut und können sogar in
Druckspannungen umgewandelt werden.

20

Die Erwärmung des Steges wird bevorzugt induktiv mittels
den zu erwärmenden Schienenquerschnitten angepaßter In-
duktionsspulen vorgenommen, sie kann jedoch auch über
Brenner erfolgen. Die Temperaturdifferenz zwischen dem
25 Steg einerseits und Kopf und Fuß andererseits kann in
Abhängigkeit von der Leistung der jeweiligen Erwärmungs-
einrichtung und der Durchlaufgeschwindigkeit der Schie-
nen in der Rollenrichtmaschine in einem Schritt oder in
mehreren Schritten bei Einlauf in die Richtmaschine, und
30 auch noch während des Richtens erhalten werden. Durch
Veränderung des erwärmten Schienenquerschnittes können
die Eigenspannungen mehr oder weniger stark abgebaut
oder in Druckspannungen umgewandelt werden. Druckspan-
nungen ergeben sich, wenn über den Steg hinaus der
35 untere Bereich des Schienenkopfes und der obere Bereich
des Schienenfußes miterwärmt werden.

- 1 Die Wirksamkeit des alternativen erfindungsgemäßen Ver-
fahrens kann am Beispiel einer hochfesten naturharten
Schiene UIC 60 in Güte S 1200 mit 1250 N/mm² Zugfestig-
keit verdeutlicht werden. Die Schiene hatte folgende
5 chemische Zusammensetzung (Gewichts-%):
0,75 % C, 0,72 % Si, 1,1 % Mn, 0,95 % Cr, 0,11 % V,
0,018 % S, 0,017 % P, 0,025 % Al. Bei normalem Richten
stellen sich auf der Fahrfläche und auf der Fußunter-
seite Längszugspannungen von 250 bis 260 N/mm² ein.
10 Beim Richten mit einem um 300° C erwärmten Steg wer-
den die Längszugspannungen auf Werte unter 50 N/mm² ab-
gesenkt.

- Das alternative erfindungsgemäße Verfahren kann eben-
15 falls zum Abbau von Eigenspannungen gewalzter Stahlpro-
file mit einem Steg und sich senkrecht zu diesem Steg
anschließenden Kopf- und/oder Fußteilen, wie T- bzw.
Doppel-T-Träger und dergleichen, angewendet werden.
20 Im folgenden wird der alternative Lösungsvorschlag an-
hand von Zeichnungen näher erläutert.

- Figur 4 zeigt in maßstäblicher Darstellung das Profil
einer Schiene UIC 60 mit einem Kopf 1, einem Steg 2 und
25 einem Fuß 3. Bei Durchführung des erfindungsgemäßen Ver-
fahrens empfiehlt es sich, nicht nur den Steg 2, sondern
weitere Querschnitte zu erwärmen, so den unteren Be-
reich 1' des Schienenkopfes 1 im Übergang zum Steg 2
und den oberen Bereich 3' des Schienenfußes 3 im Über-
30 gang zum Steg 2.

- Die Verbesserung des Eigenspannungszustandes im Schie-
nenquerschnitt verdeutlicht Fig. 5. Bei normalem Richten
ergab sich an der untersuchten naturharten Schiene mit
35 1250 N/mm² Zugfestigkeit der Verlauf a mit hohen Zug-

- 1 spannungen in Kopf und Fuß. Beim Richten mit Stegerwär-
mung auf 300°C stellte sich der wesentlich günstigere
Verlauf b ein.
- 5 Die Verbesserung des Gebrauchsverhaltens dieser Schiene
läßt sich am Beispiel von Dauerschwingversuchen mit Er-
müdungsanrissen im Schienenfuß 3 belegen. Bei einer Ober-
spannung von 200 N/mm^2 brach die normal gerichtete Schie-
ne mit einem Ermüdungsanriß von $c = 1,7\text{ mm}$ Tiefe
10 (Fig. 6). Bei der nach dem erfindungsgemäßen Verfahren
gerichteten spannungsarmen Schiene erhöht sich die er-
tragene Rißtiefe auf $d = 7\text{ mm}$ (Fig. 7).
Figur 6 und Figur 7 sind maßstäblich gezeichnet.
- 15 Da Oberflächenfehler dieser Tiefe an Schienen nicht oder
nur äußerst selten vorkommen, tritt somit auch bei Schie-
nen, die nach dem alternativen erfindungsgemäßen Verfah-
ren spannungsarm gerichtet werden, eine wesentliche Ver-
besserung der Bruchsicherheit ein.
- 20 In Figur 8 ist - entsprechend den Ausführungen zu
Figur 3 - die Rißzähigkeit des Bauteils Schiene K_I
über der Rißzähigkeit des Schienenstahls K_{IC} aufge-
tragen. Der kritische K_I -Wert stellt dabei ein Maß für
25 die Bruchsicherheit der Schiene dar. Auch für die eigen-
spannungsfreie Schiene, die nach dem alternativen er-
findungsgemäßen Verfahren behandelt ist, gruppieren sich
die Werte um die 45° -Gerade. Für Schienen mit Eigenspan-
nungen liegt der kritische K_I -Wert dagegen deutlich
30 unterhalb dieser Geraden. Die Bruchsicherheit der erfin-
dungsgemäß gerichteten Schiene ist folglich deutlich
höher als diejenigen von normal gerichteten Schienen.
- 35 Durch den Abbau der Eigenspannungen wird auch die Dauer-
schwingfestigkeit des Bauteils Schiene als Träger, also

1 die Gestaltfestigkeit, die ein Maß für die Haltbarkeit
eines Bauteils unter Schwingbeanspruchung ist, verbes-
sert. Die Erhöhung der Gestaltfestigkeit liegt in der
Größenordnung von 10 bis 20 %.

5

Erfindungsgemäß behandelte eigenspannungsarme Schienen
können in folgender Weise vorteilhaft eingesetzt werden:

- 10 - Ohne Veränderung der gegebenen Betriebsbedingungen
(gleiche Schienenfestigkeit, gleiches Schienen-Profil,
gleiche Achslasten) ergibt sich eine verbesserte
Bruchsicherheit und Dauerhaltbarkeit (Gestaltfestig-
keit) der Schiene.
- 15 - Unter Beibehaltung der Bruchsicherheit kann bei
gleichem Schienen-Profil und gleicher Schienenfestig-
keit die Beanspruchung, d.h., die Achslast, erhöht
werden.

20

25

30

35

1 Patentansprüche:

1. Wärmebehandlungsverfahren zur Verminderung der
Zugeigenspannungen in Kopf und Fuß rollengerichteter
5 Schienen bestehend aus einem Glühen der Schienen im
Temperaturbereich von 200 - 700° C und einem nachfol-
genden langsamen Abkühlen,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Schienen über einen Rollgang kontinuierlich an
10 einer Erwärmungseinrichtung mit einer auf die Leistung
der Erwärmungseinrichtung abgestimmten Geschwindigkeit
zwischen 0,2 m/min und 1 m/s vorbeigeführt werden und
daß während der entsprechenden Durchlaufzeit nur der
Steg der Schienen auf die Glühtemperatur erwärmt und
15 nach Erreichen dieser Temperatur auf Raumtemperatur
abkühlen gelassen wird.

2. Verfahren zur Herstellung eigenspannungsarmer
rollengerichteter Stahlschienen,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die nach dem Warmwalzen unter 100° C abgekühlten
Schienen kontinuierlich vor dem Einlauf in die Rollen-
richtmaschine im Schienensteg auf 100 - 500° C erwärmt
werden und nach dem Richten an Luft auf Raumtemperatur
25 abkühlen.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Schienensteg um 150 - 350° C erwärmt wird.

1 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 3,
 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
 daß über den Schienensteg hinaus der untere Bereich
 des Schienenkopfes und der obere Bereich des Schienen-
 5 fußes miterwärmt werden.

 5. Anwendung der Verfahren nach einem oder meh-
 reren der Ansprüche 1 bis 4 auf gewalzte Stahl-Profile
 mit einem Steg und sich senkrecht zu diesem Steg an-
 10 schließenden Kopf- und/oder Fußteilen, wie T- bzw.
 Doppel-T-Träger.

15

20

25

30

35

1/7

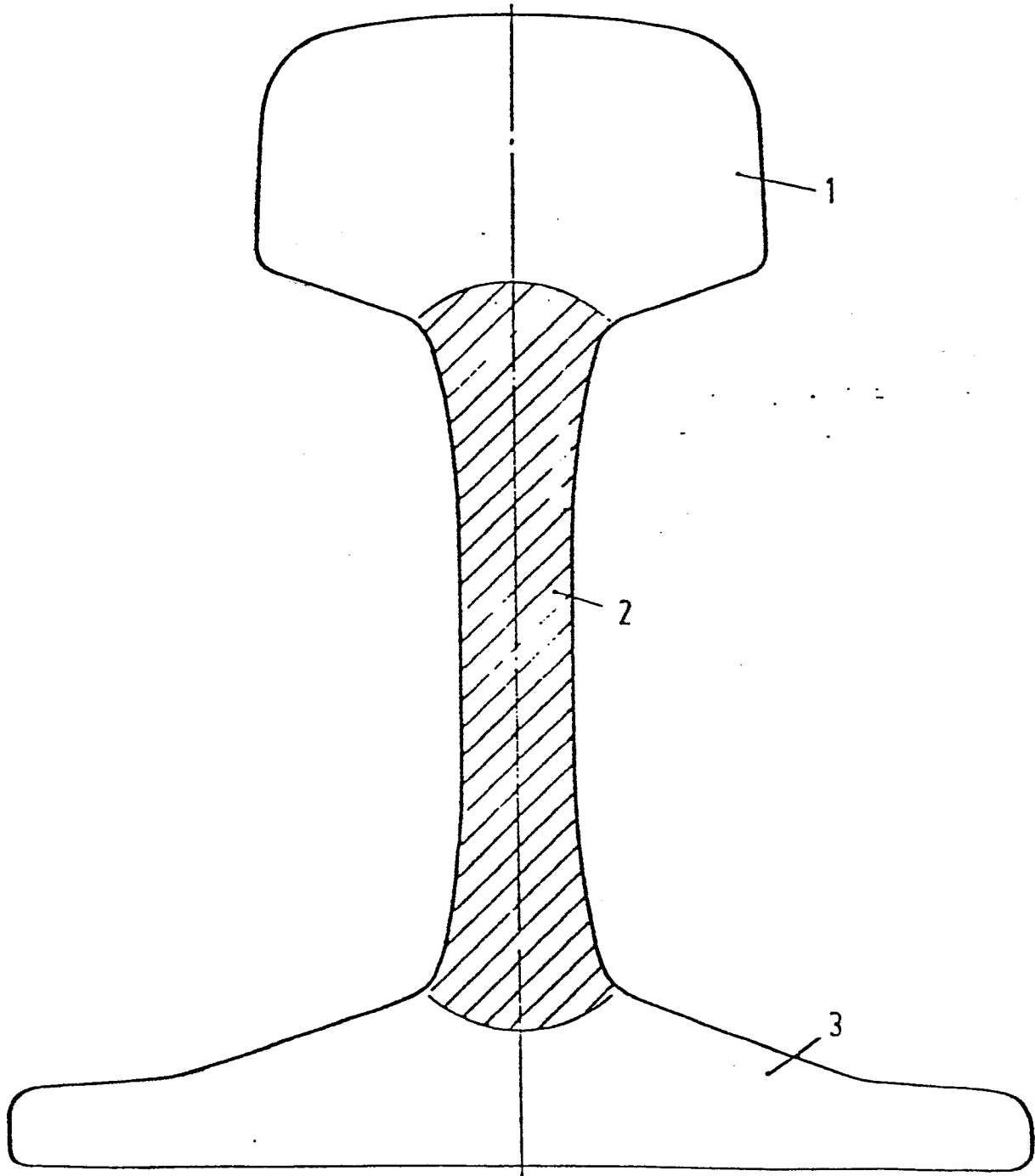


Fig. 1

2/7

0190448

Schiene UIC 60 in Güte S 1200

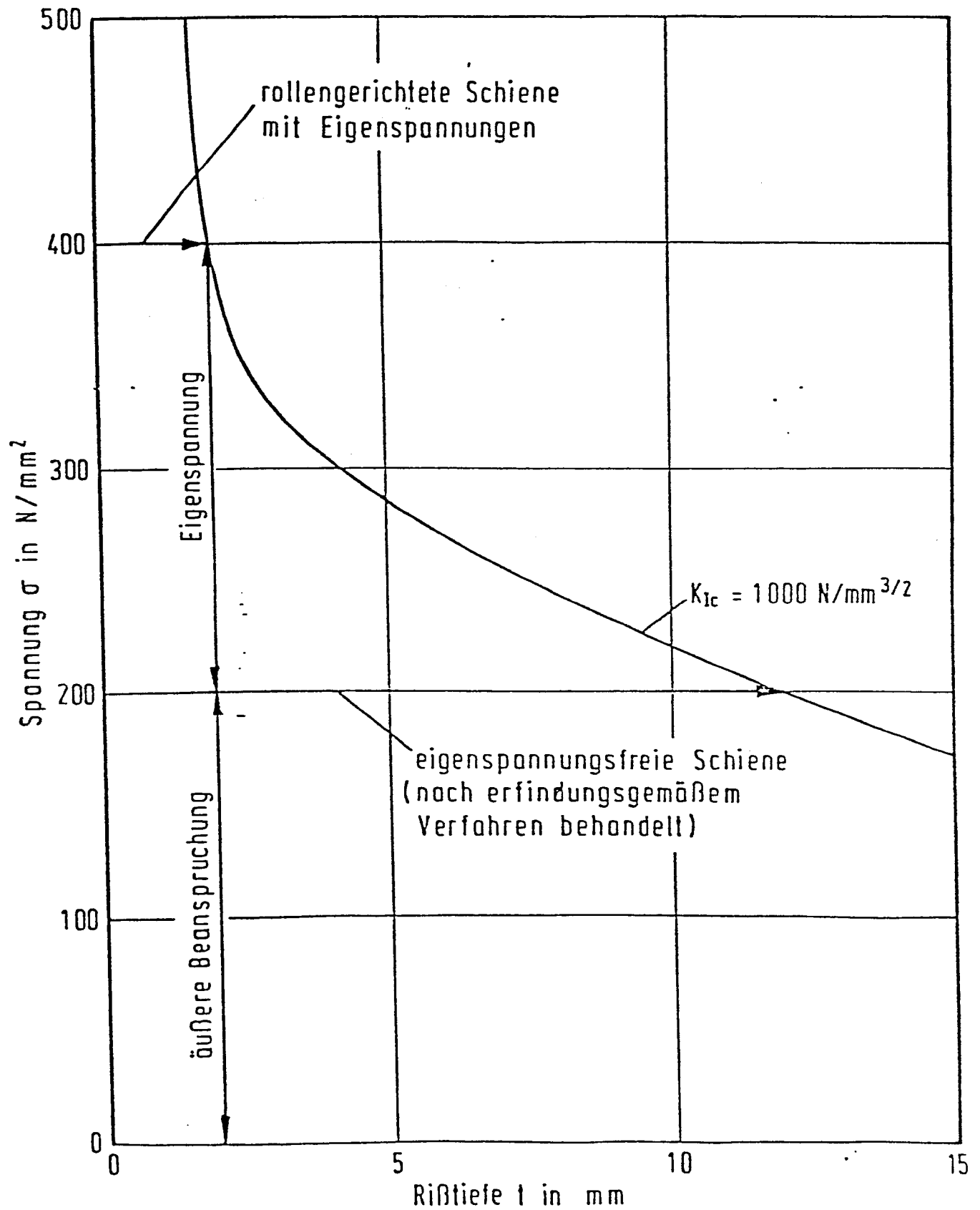


Fig. 2

3/7

- △ □ eigenspannungsfreie Schienen (nach erfindungsgemäßem Verfahren behandelt)
● ▲ ■ normalgerichtete Schienen mit Eigenspannungen

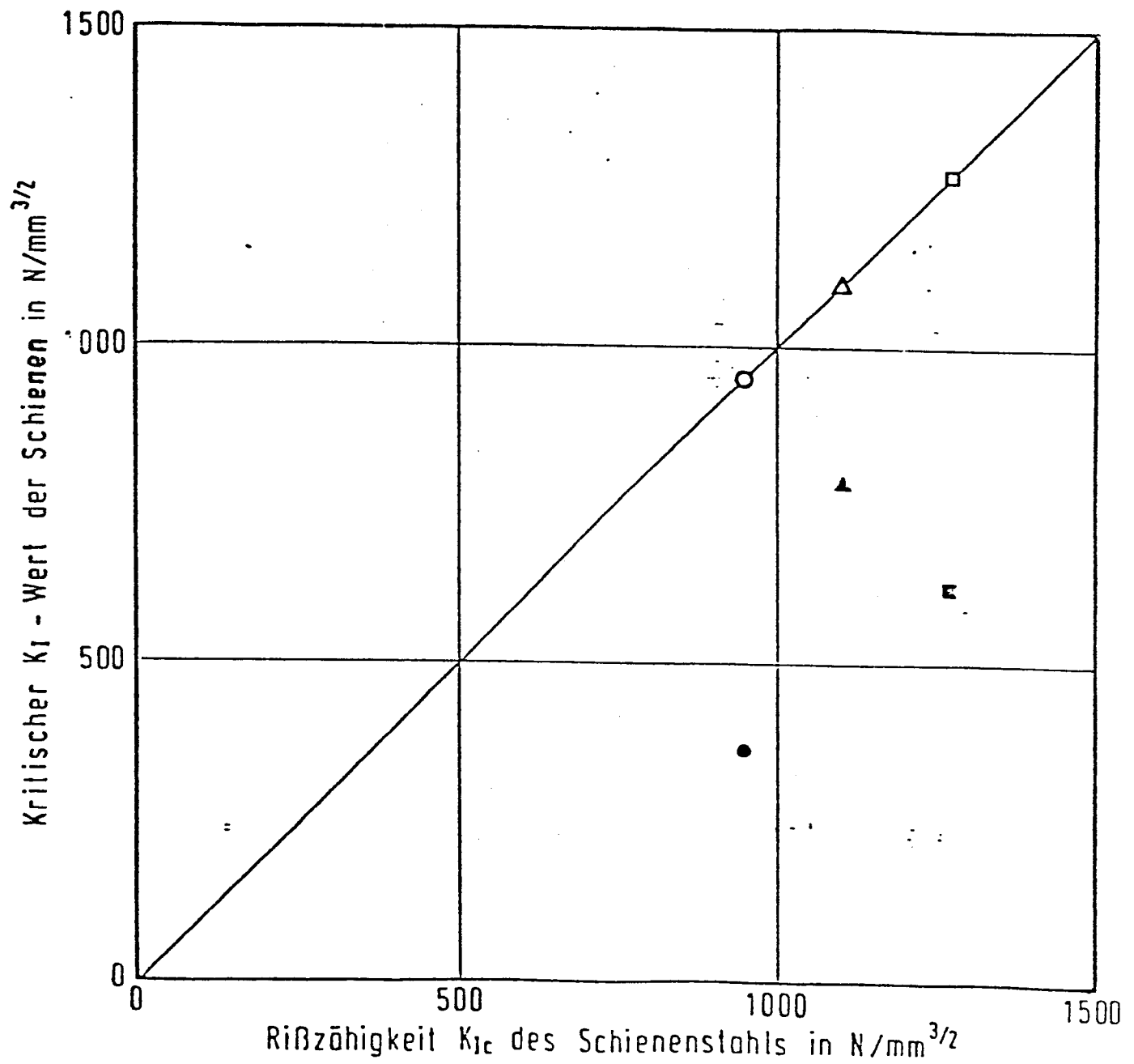


Fig. 3

4/7

0190448

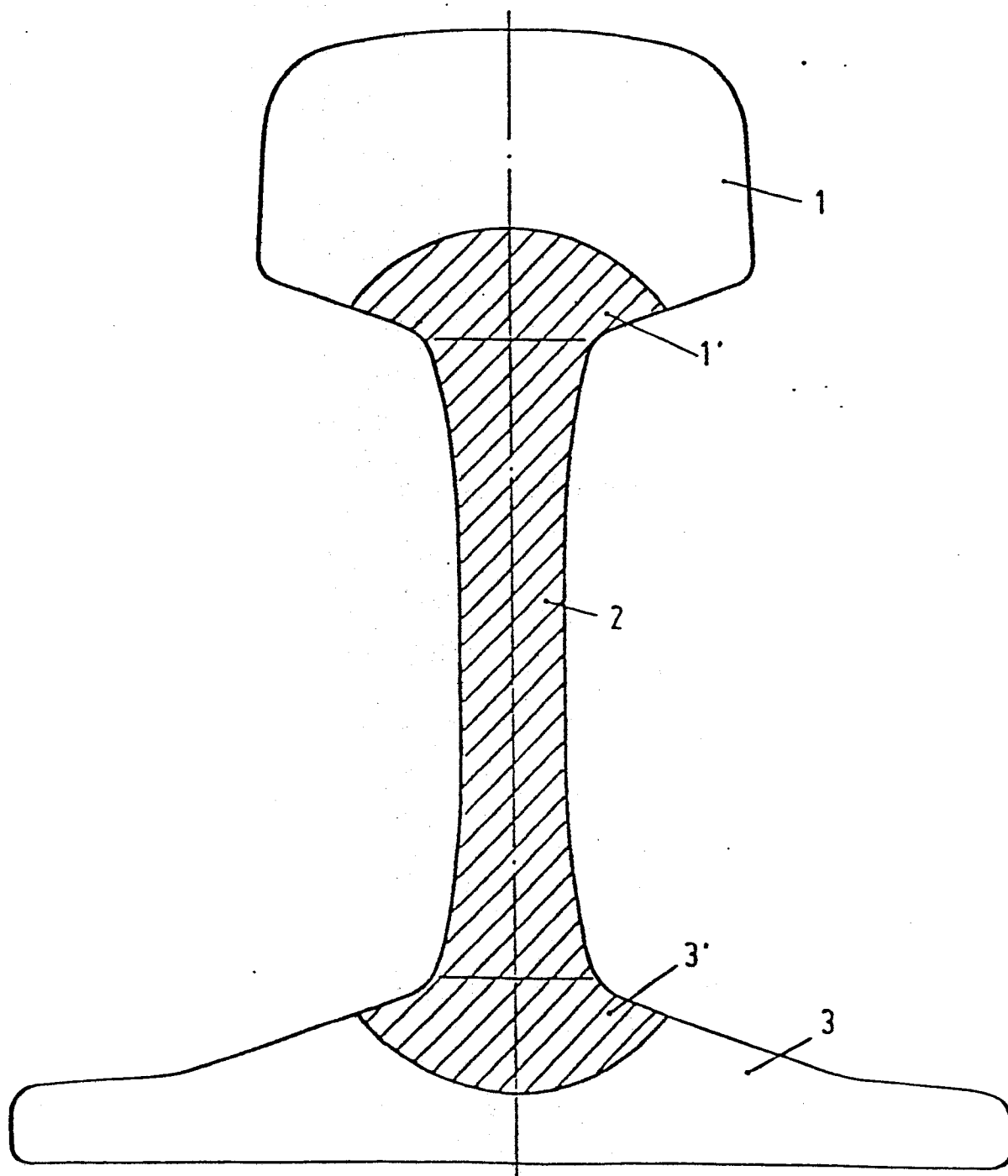


Fig. 4

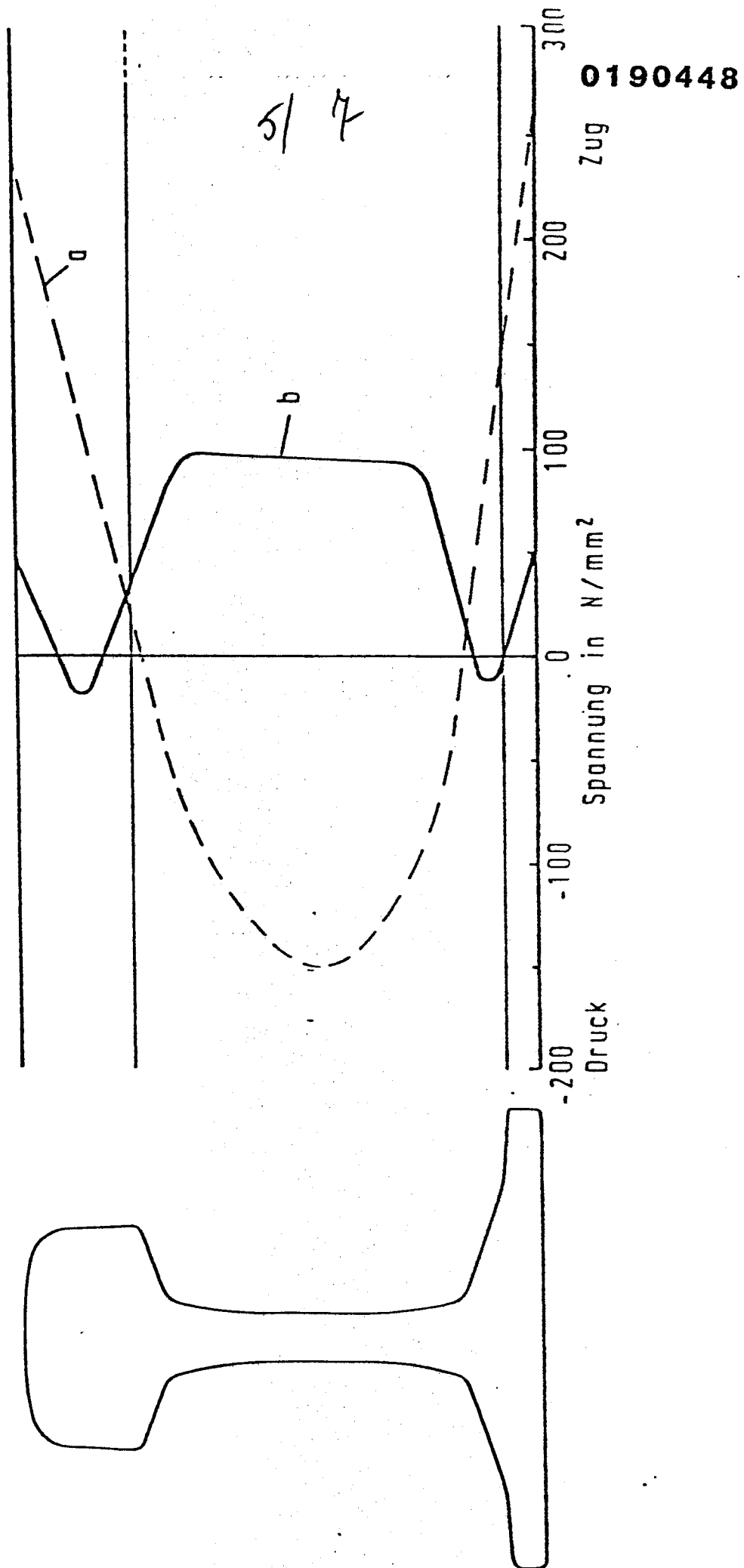


Fig. 5

6/7

0190448

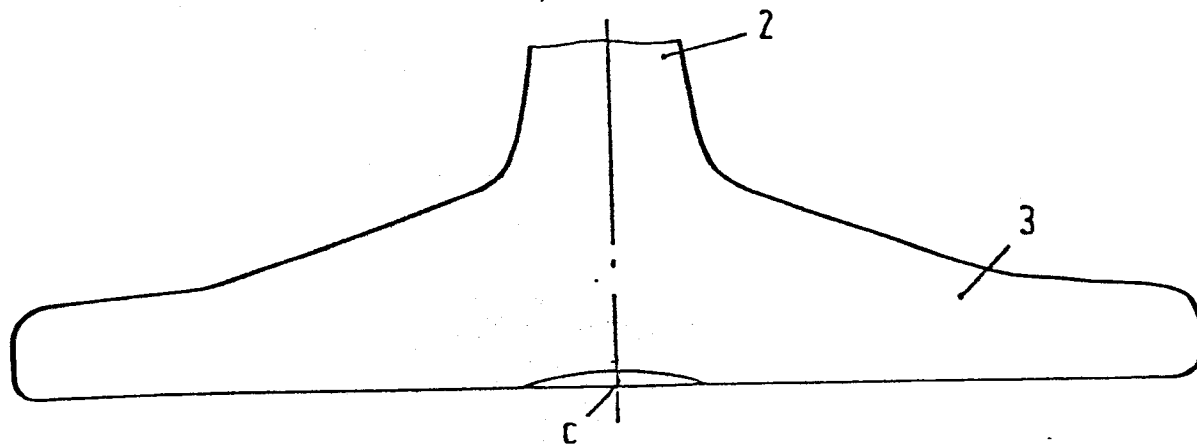


Fig. 6

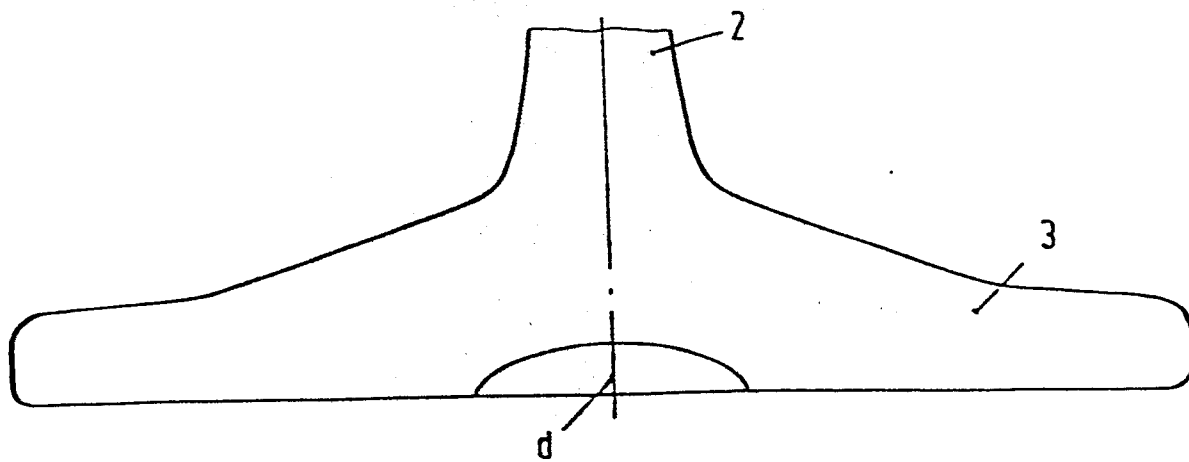


Fig. 7

7/7

0190448

- △ □ eigenspannungsfreie Schienen (nach erfindungsgemäßem Verfahren behandelt)
● ▲ ■ normalgerichtete Schienen mit Eigenspannungen

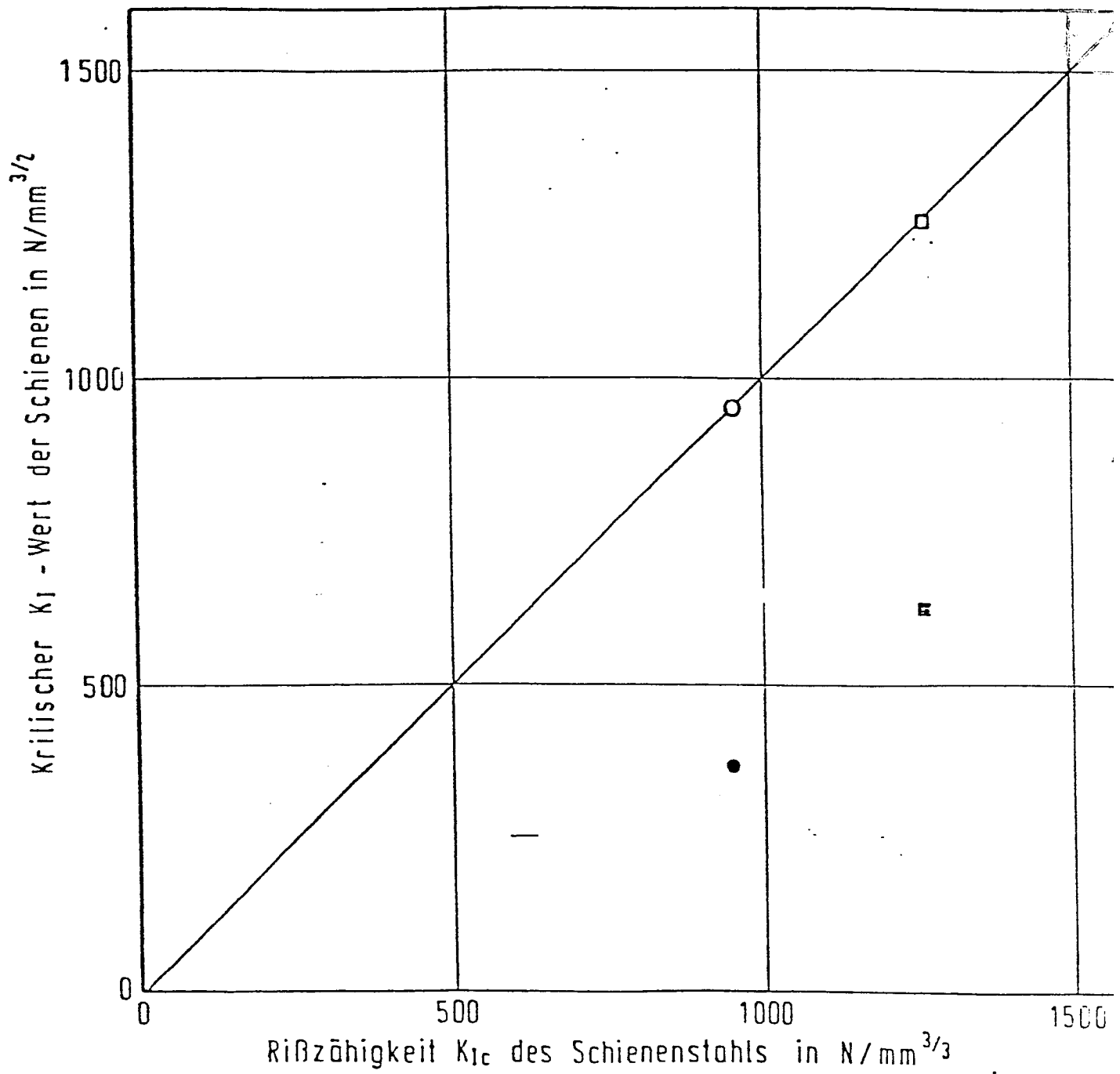


Fig. 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0190448

Nummer der Anmeldung

EP 85 11 5961

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																																			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)																																
X	LU-A- 33 093 (MAXIMILIANSHÜTTE) * Insgesamt *	1	C 21 D 9/04 C 21 D 1/30																																
A	DE-A-2 530 470 (LA SALLE STEEL) * Insgesamt *	1																																	
A	DE-A-2 262 140 (LA SALLE STEEL) * Insgesamt *	2																																	
A	DE-A-1 508 402 (E. GORISSEN) * Ansprüche 1,4,22; Seite 12 *	1,2																																	
A	US-A-2 228 803 (E.C. ADAMS et al.)																																		
A,D	TECHNISCHE MITTEL KRUPP-WERKSBERICHTE, Band 39, Nr. 1, 1981, Seiten 33-41; R. SCHWEITZER et al.: "Risszähigkeit, Eigenspannungen und Bruchsicherheit von Schienen"		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4) C 21 D																																
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt																																			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 25-04-1986	Prüfer MOLLET G.H.J.																																
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</td><td>E</td><td colspan="2">älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D</td><td colspan="2">in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L</td><td colspan="2">aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A technologischer Hintergrund</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>O nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>P Zwischenliteratur</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td>T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td><td colspan="2"></td></tr><tr><td></td><td></td><td colspan="2">Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	E	älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist		X von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D	in der Anmeldung angeführtes Dokument		Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L	aus andern Gründen angeführtes Dokument		A technologischer Hintergrund				O nichtschriftliche Offenbarung				P Zwischenliteratur				T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze						Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE	E	älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																																	
X von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D	in der Anmeldung angeführtes Dokument																																	
Y von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L	aus andern Gründen angeführtes Dokument																																	
A technologischer Hintergrund																																			
O nichtschriftliche Offenbarung																																			
P Zwischenliteratur																																			
T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																																			
		Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																																	