

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 620 865 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.04.1996 Patentblatt 1996/17

(51) Int Cl.⁶: **C21D 9/04, C22C 38/22, C22C 38/24**

(21) Anmeldenummer: **93901743.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP93/00035

(22) Anmeldetag: **10.01.1993**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 93/14230 (22.07.1993 Gazette 1993/18)

(54) **GLEISTEILE SOWIE VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG DIESER**

RAILWAY-TRACK ELEMENTS AND METHOD OF MANUFACTURING THEM

TRON ON DE VOIE FERREE ET SON PROCEDE DE FABRICATION

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

(30) Priorität: **11.01.1992 DE 4200545**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.10.1994 Patentblatt 1994/43

(73) Patentinhaber: **BWG Butzbacher Weichenbau GmbH**
D-35510 Butzbach (DE)

(72) Erfinder:
• **HELLER, Wilhelm**
D-4100 Duisburg 14 (DE)
• **RATZ, Gerhard**
D-6309 Langgöns (DE)

(74) Vertreter:
Stoffregen, Hans-Herbert, Dr. Dipl.-Phys.
Patentanwalt
Postfach 21 44
D-63411 Hanau (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 247 021 DE-A- 2 541 978
DE-A- 3 111 420 DE-C- 3 446 794

- **W.JANICHE ET AL 'WERKSTOFFKUNDE STAHL, BAND 2' 1985, SPRINGER VERLAG, BERLIN**
- **in der Anmeldung erwähnt**

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).

EP 0 620 865 B1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf Gleisteile hergestellt unter Verwendung von Stahl. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Herstellung von Gleisteilen durch zumindest Walzen von Stahl.

Insbesondere durch die Geschwindigkeitszunahme von Zügen bedingt werden immer höhere Anforderungen an den Oberbau gestellt. Dabei sollen insbesondere Schienen und Weichen einen hohen Widerstand gegen Verschleiß, Verquetschungen und Ermüdungsschäden aufweisen. Auch soll eine Bruchsicherheit und eine Geeignetheit zum Schweißen gegeben sein. Diese Forderungen haben den Einsatz von Schienen mit 900 N/mm² und 1100 N/mm² Mindestzugfestigkeit begründet.

Die chemische Zusammensetzung und mechanischen Eigenschaften entsprechender zum Einsatz gelangender Schienen, wie sie sich z. B. aus Werkstoffkunde Stahl, Band 2, D 27, Seite 594/602, Verlag Stahleisen, Düsseldorf 1985 "Stähle für den Eisenbahnoberbau" ergeben, sind beispielhaft der Tabelle 1 zu entnehmen.

Güte	C	Mn	Si	Cr	P max	S max	Rm	A5
	%	%	%	%	%	%	N/mm ²	%
700	0,40/0,60	0,80/1,25	0,05/0,35	-	0,05	0,05	680-830	≥ 14
900A	0,60/0,80	0,80/1,30	0,10/0,50	-	0,04	0,04	880-1030	≥ 10
900B	0,55/0,75	1,30/1,70	0,10/0,50	-	0,04	0,04	880-1030	≥ 10
1100 *	0,60/0,82	0,80/1,30	0,30/0,90	0,80/1,30	0,03	0,03	≥ 1080	≥ 9

* (Es können zulegiert werden: Mo ≤ 0,1%, V ≤ 0,2%)

Dabei bedeuten:

C = Kohlenstoff, Mn = Mangan, Si = Silizium, Cr = Chrom, Pmax = Phosphor max, Smax = Schwefel max, Rm = Zugfestigkeit, A5 = Bruchdehnung.

Die mit steigender Zugfestigkeit bei naturharten Schienen in der Regel abnehmende Bruchzähigkeit hat sowohl bei Schienen als auch bei Weichenteilen zu Entwicklungen geführt, um die Gebrauchseigenschaften durch eine Wärmebehandlung weiter zu verbessern. Durchgesetzt haben sich dabei das martensitische Vergüten und das Feinperlitisieren (siehe z. B. "Zur Schienenherstellung und -entwicklung in Großbritannien, in den U.S.A., in Kanada sowie in Japan", Stahl und Eisen 90 (1970), Seite 922/28 oder DE-PS 25 41 978 oder DE 34 46 794 C1).

Nachteilig beim martensitischen Vergüten, also Austenitisieren, Abschrecken und Anlassen, ist eine unzureichende Einhärtung und/oder Zugfestigkeiten unter 1300 N/mm² bei Härten unter 400 HV.

In Weichenteilen, insbesondere im Herzstückbereich wurde die Werkstoffgruppe der Schienenstähle durch Vergütungsstähle ausgetauscht. Hierbei kommen Stähle wie 50 Cr Mo4 und 50 Cr V4 zur Anwendung. Dabei erfolgt das Vergüten auf Zugfestigkeiten von 1100 N/mm² bis 1350 N/mm².

Allerdings ist die Herstellung vergüteter Schienen wieder eingestellt worden. Anlaß hierfür war unter anderem, daß der Einsatz von Vergütungsstählen in Weichen die Herstellung von Weichen aus einer einheitlichen Werkstoffsorte nicht gestattet, da die Vergütungsstähle, wenn sie zu Schienen gewalzt werden, nicht die geforderten mechanischen und technologischen Eigenschaften zeigen. Auch zeigen sie Grenzen in ihrer Vergütungsfestigkeit.

Beim Feinperlitisieren geht man von UIC 900 A Schienen gemäß Tabelle 1 bzw. einer vergleichbaren AREA-Güte aus. Dabei erreicht man gute Einhärtetiefen, wobei allerdings die Höchstwerte auf ≤ 400 HV begrenzt sind. Die Streckgrenze und die Zugfestigkeit liegen bei 850 N/mm² bzw. 1250 N/mm² (siehe z. B. "Erprobung hochfester naturharter Schienen auf der Gotthardstrecke", Ch. Hoffmann, W. Heller, J. Flüge, R. Schweitzer, ETR 38 (1989), Seite 775/781).

Die Verbindung eines Feinperlitisierens mit gleichzeitiger Ausscheidungshärtung erlaubt Härten von 400 HV bis 440 HV bei Streckgrenzen von 800 N/mm² bis 900 N/mm². Die eingesetzten Stähle bewegen sich jedoch dabei an der Grenze der zulässigen Rißzähigkeit. Allgemein wird eine Zugfestigkeit von 1400 N/mm² als obere Grenzen angesehen.

Um eine höhere Festigkeit an kritisch beanspruchten Stellen in einer Weiche herzustellen, ist auch vorgeschlagen worden, besonders harten Sonderstahl (HV ≥ 500) im Bereich der Herzstückspitze einzuschweißen ("Developments in high-speed turnout design", Dr. Helmut Adelsberger, Voest-Alpine GmbH (1991)).

Der DE 31 11 420 A1 ist eine im wesentlichen perlitische Stahllegierung zu entnehmen, bei der die Austenitisierungstemperatur bei über 743°C liegt, um bei Roll- bzw. Schlupfvorgängen zwischen einem Rad und einer Schiene eine unerwünschte Martensitbildung auszuschließen. Um Weichenteile aus Stahl zu vergüten, ist nach der EP 0 247 021 A2 vorgeschlagen, den Stahl auf Austenitisierungstemperatur zu erwärmen, unter Anwendung eines gasförmigen und/oder flüssigen Kühlmittels eine beschleunigte Abkühlung vorzunehmen, wobei zumindest zwei Düsenstöcke verwendet werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zugrunde, Gleisteile bzw. ein Verfahren zur Herstellung solcher zur Verfügung zu stellen, die sowohl für das normale Gleis als auch für den Weichenbereich verwendet werden können, wobei der Stahl bei der Verwendung als Schienenmaterial in seiner Rißzähigkeit und damit in der Bruchsicherheit perlitischer Schienen entsprechender Festigkeitsstufen deutlich überlegen sein soll. Auch soll die Festigkeit und damit verbundene Streckgrenze eine Beständigkeit gegen plastische Verformung gewähren, die insbesondere in hochbeanspruchten Weichen auftreten können.

Das Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Stahl ein vakuumbehandelter Stahl mit 0,53 bis 0,62 % C, 0,15 bis 0,25 % Si, 0,65 bis 1,1 % Mn, 0,8 bis 1,3 % Cr, 0,05 bis 0,11 % Mo, 0,05 % bis 0,11 % V, ≤ 0,02 % P, wahlweise bis 0,025%Al, wahlweise bis 0,5 % Nb, Resteisen sowie übliche erschmelzungsbedingte Verunreinigungen ist, wobei das Verhältnis von Mn zu Cr in etwa $0,80 \leq \text{Mn} : \text{Cr} \leq 0,85$ beträgt und das Verhältnis von Mo zu V in etwa 1 beträgt, daß das Gleisteil in Form einer Schiene gewalzter Stahl mit perlitischem Gefüge ist und daß das Gleisteil in Form eines Weichenabschnitts ein gewalzter Schienenabschnitt als Ausgangsmaterial ist, der durch Vergüten ein martensitisches Gefüge zumindest im Schienenkopf aufweist.

Bei einem Al-freien Stahl sollte der Al-Gehalt ohne kontrollierte Zugaben von Al zwischen 0,001 % und 0,005 %, möglichst unter 0,003 % liegen. Bei Al als Legierungsbestandteil sollte 0,015 bis 0,025 % Al zugegeben werden. Der Wasserstoffgehalt soll in allen Füllen unter 2 ppm liegen.

Gegebenenfalls kann der Stahl Niobium (Nb) mit einem Anteil von, vorzugsweise zwischen 0,002 % und 0,04 % aufweisen.

Verfahrensmäßig wird das Problem erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein vakuumbehandelter Stahl mit 0,53 bis 0,62 % C, 0,15 bis 0,25 % Si, 0,65 bis 1,1 % Mn, 0,8 bis 1,3 % Cr, 0,05 bis 0,11 % Mo, 0,05 bis 0,11 % V, ≤ 0,2 % P wahlweise bis 0,025%Al, wahlweise bis 0,5 % Nb. Resteisen sowie üblichen erschmelzungsbedingten Verunreinigungen verwendet wird, wobei das Verhältnis von Mn zu Cr in etwa $0,80 \leq \text{Mn} : \text{Cr} \leq 0,85$ beträgt und das Verhältnis von Mo zu V in etwa 1 beträgt, daß zur Herstellung eine Schiene als Gleisteil der Stahl gewalzt wird und ein perlitisches Gefüge mit einer Mindestfestigkeit von 900 N/mm² aufweist, daß zur Herstellung eines Weichenabschnitts als Gleisteil ein Abschnitt der gewalzten Schiene zumindest im Bereich ihres Kopfes auf Austenitisierungstemperatur von ca. 850 °C bis ca. 1050 °C erwärmt, mittels Kühlfuids in 60 bis 120 Sekunden von einer Temperatur von ca. 850 °C auf ca. 500 °C und in 140 bis 400 Sekunden von einer Temperatur von ca. 500 °C auf ca. 200 °C abgekühlt und anschließend auf eine Mindestfestigkeit von 1.500 N/mm² angelassen wird. Eine weitere Abkühlung auf Raumtemperatur kann z.B. an Luft erfolgen.

Sofern ein Al-freier Stahl zum Einsatz gelangt, sollte der Al-Gehalt ohne kontrollierte Zugabe von Al zwischen 0,001 % und 0,005 %, möglichst unter 0,003 % liegen. Bei Al Legierungsbestandteil sollte 0,015 bis 0,025 % Al zugegeben werden.

Der Schienenabschnitt wird vorzugsweise induktiv erwärmt, um anschließend mit Preßluft mit einer Abkühlungsgeschwindigkeit von in etwa 175 °C/Minute von in etwa 850 °C auf in etwa 500 °C, sodann mit einer Abkühlungsgeschwindigkeit von in etwa 75 °C/Minute von in etwa 500 °C auf in etwa 200 °C, gegebenenfalls anschließend an ruhender Luft auf Raumtemperatur abgekühlt wird und sodann bei in etwa 500 °C einer Anlaßbehandlung unterzogen wird, die vorzugsweise in etwa 30 Minuten bis 120 Minuten andauert.

Mit der erfindungsgemäßen Lehre ist durch Werkstoff und Wärmebehandlung die Möglichkeit geschaffen worden, an einem im Walzzustand perlitischen Stahl, der mit Standard- und Sondergüten artgleich ist und stoßgeschweißt werden kann, bei Ausgangsfestigkeiten von $\geq 900 \text{ N/mm}^2$ bzw. $\geq 1000 \text{ N/mm}^2$ bzw. $\geq 1100 \text{ N/mm}^2$ durch Härten und Anlassen im Schienenkopf Festigkeiten über 1500 N/mm² entsprechender einer Härte $\geq 450 \text{ HV}$ einzustellen. Dabei ist der Stahl im Walzzustand in seiner Rißzähigkeit und damit in der Bruchsicherheit den perlitischen Schienen der entsprechenden Festigkeitsstufen deutlich überlegen. Die Festigkeit und damit verbundene Streckgrenze macht ihn gegen plastische Verformungen, die insbesondere in hochbeanspruchten Weichen auftreten, beständig.

Erfindungsgemäß lassen sich die angestrebten Festigkeitsstufen mit Stählen erreichen, deren Richtanalysen der Tabelle 2 zu entnehmen sind:

Stahl	Festigkeit	C	Si	Mn	Cr	Mo/V	P max
	N/mm ²	%±0,02	%±0,05	%±0,10	%±0,10	%±0,01	%

Fortsetzung der Tabelle auf der nächsten Seite

(fortgesetzt)

Stahl	Festigkeit	C	Si	Mn	Cr	Mo/V	P max
1	≥ 900	0,55	0,20	0,75	0,90	0,06	0,020
2	≥ 1000	0,58	0,20	0,85	1,00	0,08	0,020
3	≥ 1100	0,60	0,20	1,00	1,20	0,10	0,015

Durch die erfindungsgemäße Lehre werden im Walzzustand an Schienen z. B. des Profils UIC 60 bei gleicher Festigkeit gegenüber Schienen nach den technischen Lieferbedingungen UIC 860 deutlich bessere Zähigkeits- und vor allem Rißzähigkeitswerte erreicht, wie der Tabelle 3 zu entnehmen ist. Insbesondere die Rißzähigkeit eignet sich zu Beurteilung des Bruchverhaltens und ist ein Maß für die Bruchsicherheit.

	Güte UIC 900A	Stahl 1	Stahl 2	Güte UIC 1100	Stahl 3
Zugfestigkeit Rm (N/mm ²)	975	975	1044	1126	1126
Bruchdehnung A5 (%)	13,5	16,0 (+ 19%)	15,0	10,0	13,0 (+ 30%)
Rißzähigkeit K _{LC} (N/mm ^{3/2})	1200	1750 (+ 46%)	1670	1010	1650 (+ 63%)

Aber auch gegenüber feinperlitisierten Schienen zeigen die erfindungsgemäß vergüteten Gleisteile in ihren mechanischen Eigenschaften erhebliche Vorteile, wie die nachstehende Tabelle 4 belegt:

Behandlung	Rp _{0,2}	Rm	Biegeweichfestigkeit	K _{IC}
	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ^{3/2}
feinperlitiert	850	1250	400	1050
erfindungsgemäß	1390	1550	700	1800
	+ 59%	+ 24%	+ 75%	+ 71%

Wie die Tabelle verdeutlicht, ist die für die Erhaltung der Geometrie in Weichen wichtige Streckgrenze Rp_{0,2} um 59 %, die Zugfestigkeit Rm um 24 % gegenüber feinperlitisierten Weichen angestiegen. Die Biegeweichfestigkeit, die den Widerstand gegen Ermüdungsschäden wie Fahrkantenausbrechungen bestimmt, hat sich um 75 % verbessert. Gleichzeitig konnte die Rißzähigkeit K_{IC} um in etwa 70 % gesteigert werden.

Durch die erfindungsgemäße Lehre ergeben sich sowohl im Gleisbau als insbesondere im Weichenbau erhebliche Vorteile. Die zu erwartende lange Lebensdauer birgt eine Verbesserung der Bruchsicherheit, des Fahrkomforts und der Wirtschaftlichkeit.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen - für sich und/oder in Kombination -, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung der zeichnerischen Darstellungen.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäß wärmebehandelte Schiene,

Fig. 2 einen Temperatur-/Zeitverlauf bei einer Wärmebehandlung (halbschematisch) und

Fig. 3 den Härteverlauf wärmebehandelter Schienen.

In Fig. 1 ist ein Querschnitt eines erfindungsgemäß hergestellten Gleisteils (10) in Form einer Schiene dargestellt, die einen Schienenfuß (12), einen Steg (14) sowie einen Schienenkopf (16) umfaßt.

Zur Herstellung der Schiene ist ein vakuumbehandelter Stahl einer Analyse genutzt worden, die der Tabelle 2 zu entnehmen ist. Bei einem Al-freien Stahl beträgt der Al-Anteil vorzugsweise 0,001 % und 0,005 %, möglichst unter 0,003 %. Es kann jedoch auch Aluminium mit einem Anteil von 0,01 % bis 0,05 % sowie Niobium mit einem Anteil von 0,02 % bis 0,04 % vorhanden sein.

Die Schiene wird durch Walzen geformt und weist nach dem Walzen ein perlitisches Gefüge mit einer Festigkeit von 900 N/mm² bis 1220 N/mm² bei Rißzähigkeiten über 1500 N/mm^{3/2} auf.

Um aus dem Gleisteil (10) ein Weichteil herzustellen, erfolgt ein Vergüten, das heißt martensitisches Härten und Anlassen. Hierzu wird der Schienenkopf (16) auf Härtetemperatur, d. h. auf Austenitisierungstemperatur im Bereich von 850 °C bis 1.050 °C erhitzt, vorzugsweise induktiv erwärmt. Anschließend erfolgt eine Abkühlung, wobei der Temperaturbereich zwischen 850 °C und 500 °C in 60 bis 120 Sekunden und der Temperaturbereich von 500 °C bis 200 °C in 140 bis 400 Sekunden durchlaufen wird. Dabei sollte im unteren Legierungsbereich die höhere und im oberen Legierungsbereich die geringere Abkühlungsgeschwindigkeit zur Anwendung gelangen.

Bei dieser Abkühlung stellen sich bei den angegebenen chemischen Zusammensetzungen Martensit mit geringen Bainitanteilen im Bereich des außenliegenden Schienenkopfbereiches (18) ein. Im darunterliegenden Bereich (20) bilden sich zwischen 500 °C und 250 °C Bainitanteile bis 70 %. Sie verhindern den Aufbau hoher Abkühl- und Umwandlungsspannungen im Übergang zum Grundwerkstoff und erlauben die Verwendung vergleichsweise hoher C-Gehalte ohne Bildung von Spannungsrissen.

Mit anderen Worten ist der mit dem Bezugszeichen (18) versehene Bereich (äußerer Kopfbereich) der Vergütungszone, der mit dem Bezugszeichen (20) versehene Bereich (innenliegender Kopfbereich) der Übergangszone und der darunterliegende und das Bezugszeichen (22) aufweisende Bereich derjenige, der dem Walzzustand entspricht. Dieser Bereich (22) erstreckt sich vom unteren Teil des Schienenkopfes (16) über den Steg (14) zu dem Schienenfuß (12).

Nachdem eine Temperatur von 200 °C erreicht ist, kann gegebenenfalls eine weitere Abkühlung beliebiger Art erfolgen. Das Anlassen erfolgt je nach gewählter Anlaßdauer im Temperaturbereich zwischen 450 °C und 600 °C.

Der Fig. 2 ist eine halbschematische Darstellung des Temperatur-Zeit-Verlaufs bei der vorgesehenen Wärmebehandlung zu entnehmen. So entspricht der Bereich (24) dem Aufheizen, der Bereich (26) dem Temperatursausgleich, der Bereich (28) dem Abkühlungsbereich zwischen 950 °C und 500 °C, der Bereich (30) dem Abkühlungsbereich zwischen 500 °C und 200 °C, der Bereich (32) dem Abkühlungsbereich zwischen 200 °C und 20 °C. Mit dem Bereich (34) beginnt das Anlassen, d. h. das Aufheizen auf die Anlaßtemperatur. Der Bereich (36) gibt die Haltezeit auf Anlaßtemperatur wieder. Schließlich soll durch den Bereich (38) die Abkühlung auf Raumtemperatur widerspiegelt werden.

Bei induktiver Erwärmung auf 950 °C und Anwendung einer Preßluftabkühlung mit 150 °C/Minute im Temperaturbereich von 85 °C bis 500 °C und 75 °C/Minute von 500 °C auf 200 °C mit anschließender Abkühlung an ruhender Luft auf Raumtemperatur und einer Anlaßbehandlung von 30 Minuten bei 500 °C wurde an Stahl 3 gemäß Tabelle 2 ein Härteverlauf entsprechend der gestrichelten Linie (40) im Streuband (42) gemäß Fig. 3 eingestellt. Dabei ist in der Graphik der Abstand von der Fahrfläche (44) des Schienenkopfes (16) entlang der Hochachse (46) gegenüber der Härte HV aufgetragen.

Die weiteren in der Fig. 3 dargestellten Härteverläufe entsprechen Weichteilen, die nach dem Stand der Technik vergütet worden sind.

So entspricht das Streuband (48) einer nach der DE 34 46 794 C1 erfolgten Feinperlitisierung.

Das Streuband (50) soll eine Feinperlitisierung gemäß "Kopfgehärtete Schiene für höchste Betriebsansprüche", H. Schmedders, H. Bienzeisler, K.-H. Tucke und K. Wick, ETR (1990) Heft 4, repräsentieren.

Ferner soll in Fig. 3 die Linie (52), die einer induktiven Vergütung nach "Zur Schienenherstellung und -entwicklung in Großbritannien, in den USA, in Kanada sowie in Japan", Stahl und Eisen 90 (1970), S. 922/28, entspricht, das bei martensitischen Gefügen nachteilige Härteverläufe verdeutlichen, das häufig bereits in unzulässigen Tiefen auftritt.

Vorteilhafte Varianten der erfindungsgemäßen Lehre sind im folgenden zu sehen:

So kann der gesamte Querschnitt des Gleisteils (10) austenitisiert und so abgekühlt werden, daß der Bereich (18) in Fig. 1 Martensit, der Bereich (20) überwiegend Bainit und der restliche Querschnitt Perlitgefüge bildet. Das Anlassen erfolgt wie bereits beschrieben. Ein Vorteil dieser Variante ist, daß im Übergang vom wärmebehandelten Bereich zum Grundwerkstoff keine Entfestigung eintritt.

Es besteht auch die Möglichkeit, den gesamten Querschnitt zu härten und wie bereits beschrieben anzulassen.

Schließlich können der gesamte Querschnitt gehärtet und die Bereiche (18) und (20) wie beschrieben angelassen werden. Der restliche Querschnitt wird zusätzlich bei einer um 100 bis 150 °C höheren Temperatur so angelassen, daß in diesem Bereich die Festigkeit um ca. 400 N/mm² niedriger liegt als in den Bereichen (18) und (20). Der Vorteil dieser Variante liegt zusätzlich darin, daß im Steg (14) und Fuß (12) des Schienenabschnitts (10) eine besonders hohe Bruchsicherheit eingestellt wird.

Zu erwähnen ist, daß die jeweils angegebenen %-Angaben für Sollanteile selbstverständlich Gewichts-% sind.

Patentansprüche

1. Gleisteil hergestellt aus Stahl, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Stahl ein vakuumbehandelter Stahl mit 0,53 bis 0,62 % C, 0,15 bis 0,25 % Si, 0,65 bis 1,1 % Mn, 0,8 bis

1,3 % Cr, 0,05 bis 0,11 % Mo, 0,05 bis 0,11 % V, $\leq 0,02$ % P, wahlweise bis 0,025 % Al, wahlweise 0,5 % Nb, Resteisen sowie übliche erschmelzungsbedingte Verunreinigungen ist, wobei das Verhältnis von Mn zu Cr in etwa $0,80 \leq \text{Mn} : \text{Cr} \leq 0,85$ beträgt und das Verhältnis von Mo zu V in etwa 1 beträgt, daß das Gleisteil in Form einer Schiene (10) gewalzter Stahl mit perlitischem Gefüge ist und daß das Gleisteil in Form eines Weichenabschnitts ein gewalzter Schienenabschnitt als Ausgangsmaterial ist, der durch Vergütung ein martensitisches Gefüge zumindest im Schienenkopfbereich (18) aufweist.

2. Gleisteil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Al-Gehalt zwischen 0,001 % und 0,005 %, vorzugsweise unter 0,003 % liegt.

3. Gleisteil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Anteil von Al zwischen 0,015 % und 0,025 % liegt.

4. Gleisteil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Anteil von Nb zwischen 0,001 % und 0,04 % liegt.

5. Gleisteil nach zumindest Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß die aus dem gewalzten Stahl mit dem perlitischen Gefüge bestehende Schiene eine Festigkeit von 900 N/mm² bis 1200 N/mm² bei einer Reißfähigkeit von in etwa zumindest 1,500 N/mm^{3/2} aufweist.

6. Verfahren zur Herstellung eines Gleisteils durch zumindest Walzen von Stahl,
dadurch gekennzeichnet,

daß vakuumbehandelter Stahl mit 0,53 bis 0,62 % C, 0,15 bis 0,25 % Si, 0,65 bis 1,1 % Mn, 0,8 bis 1,3 % Cr, 0,05 bis 0,11 % Mo, 0,05 bis 0,11 % V, $\leq 0,02$ % P, wahlweise bis 0,025 % Al, wahlweise bis 0,5 % Nb, Resteisen sowie üblichen erschmelzungsbedingten Verunreinigungen verwendet wird, wobei das Verhältnis von Mn zu Cr in etwa $0,80 \leq \text{Mn} : \text{Cr} \leq 0,85$ beträgt und das Verhältnis von Mo zu V in etwa 1 beträgt, daß zur Herstellung einer Schiene als Gleisteil der Stahl gewälzt wird und ein perlitisches Gefüge mit einer Mindestfestigkeit von 900 N/mm² aufweist und daß zur Herstellung eines Weichenabschnitts als Gleisteil ein Abschnitt der Schiene zumindest im Bereich ihres Kopfes auf Austenitisierungstemperatur von 850 °C bis 1050 °C erwärmt, mittels Kühlfluid in 60 bis 120 Sekunden von in etwa 850 °C auf in etwa 500 °C, in in etwa 140 bis 400 Sekunden von in etwa 500 °C bis 200 °C abgekühlt und anschließend auf eine Mindestfestigkeit von 1,500 N/mm² angelassen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Schienenabschnitt induktiv erwärmt und anschließend vorzugsweise mittels Preßluft mit einer Abkühlungsgeschwindigkeit von in etwa 175 °C/Minuten von ca. 850 °C auf ca. 500 °C, sodann mit einer Abkühlungsgeschwindigkeit von in etwa 75 °C/Minuten von ca. 500 °C auf ca. 200 °C, anschließend gegebenenfalls an ruhender Luft auf Raumtemperatur abgekühlt und sodann bei in etwa 500 °C einer Anlaßbehandlung unterzogen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Anlaßbehandlung in etwa 30 Minuten bis 120 Minuten dauert.

9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß der gesamte Querschnitt des Schienenabschnitts austenitisiert und derart abgekühlt wird, daß sich im äußeren Kopfbereich (18) Martensit, im sich anschließenden inneren Kopfbereich (20) überwiegend Bainit und im verbleibenden Bereich Perlitgefüge bildet.

10. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Schienenabschnitt über seinen gesamten Querschnitt gehärtet wird.

11. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß der Schienenabschnitt über seinen gesamten Querschnitt gehärtet und sodann in seinem äußeren und inneren Kopfbereich (18, 20) bei einer Anlaßtemperatur T_A mit vorzugsweise $500^\circ\text{C} < T_A < 600^\circ\text{C}$ angelassen wird, und daß anschließend der verbleibende Querschnitt (12, 14, 22) bei einer Temperatur T_B mit $T_B > T_A$, vorzugsweise T_B in etwa 100°C bis 150°C höher als T_A derart angelassen wird, daß sich eine Festigkeit ergibt, die in etwa 400 N/mm^2 niedriger als in dem äußeren und inneren Kopfbereich liegt.

12. Verfahren zur Herstellung von Weichteilen mit Festigkeiten $\geq 1,500\text{ N/mm}^2$ im Schienenkopf,

dadurch gekennzeichnet,

daß aus einem vakuumbehandelten Stahl mit $0,53\%$ bis $0,62\%$ C, $0,15$ bis $0,25\%$ Si, $0,65\%$ bis $1,1\%$ Mn, $0,8$ bis $1,3\%$ Cr, mit Mn zu Cr in etwa $0,80 \leq \text{Mn} : \text{Cr} \leq 0,85$, $0,05$ bis $0,11\%$ Mo, $0,05$ bis $0,11\%$ V, mit Mo : V $\approx 1 \leq 0,02\%$ P, wahlweise bis $0,025\%$ Al, wahlweise bis $0,5\%$ Nb, Resteisen sowie üblichen erschmelzungsbedingten Verunreinigungen durch Walzen ein Schienenabschnitt mit perlitischem Gefüge mit Festigkeiten von 900 N/mm^2 bis 1200 N/mm^2 bei Reißähigkeiten von über $1550\text{ N/mm}^{3/2}$ hergestellt wird, daß durch Erwärmen des Schienenkopfes auf in etwa 850°C bis 1050°C Austenit ausgebildet wird, der mittels eines Kühlfluids von in etwa 850°C auf in etwa 500 in 60 bis 120 Sekunden, von in etwa 500°C auf in etwa 200°C in 140 bis 400 Sekunden abgekühlt und anschließend auf Festigkeiten in etwa über 1500 N/mm^2 angelassen wird.

Claims

1. A railway-track element manufactured from steel

wherein

said steel is a vacuum-treated steel having 0.53 to 0.62% C, 0.15 to 0.25% Si, 0.65 to 1.1% Mn, 0.8 to 1.3% Cr, 0.05 to 0.11% Mo, 0.05 to 0.11% V, $\leq 0.02\%$ P, if necessary up to 0.025% Al, if necessary 0.5% Nb, residual iron, and the usual production-related impurities, whereas the ratio of Mn to Cr is about $0.80 \leq \text{Mn} : \text{Cr} \leq 0.85$, and the ratio of Mo to V is about 1 , said railway-track element in the form of a rail (10) is rolled steel with pearlitic structure, and said railway-track element in form of a points section is a rolled rail section as the starting material which has at least in the rail head area (18) a martensitic structure obtained by heat treatment.

2. A railway-track element according to Claim 1,

wherein

the Al content is between 0.001% and 0.005% , preferably less than 0.003% .

3. A railway-track element according to Claim 1,

wherein

the proportion of Al is between 0.015% and 0.025% .

4. A railway-track element according to Claim 1,

wherein

the proportion of Nb is between 0.001% and 0.04% .

5. A railway-track element according to at least Claim 1,

wherein

the rail manufactured from rolled steel with pearlitic structure has a strength of 900 N/mm^2 to 1200 N/mm^2 , with fracture toughness approximately of at least more than $1500\text{ N/mm}^{3/2}$.

6. A method for manufacturing a railway-track element at least by rolling steel,

wherein

vacuum-treated steel is used with 0.53 to 0.62% C, 0.15 to 0.25% Si, 0.65 to 1.1% Mn, 0.8 to 1.3% Cr, 0.05 to 0.11% Mo, 0.05 to 0.11% V, $\leq 0.02\%$ P, if necessary up to 0.025% Al, if necessary up to 0.5% Nb, residual iron and the usual production-related impurities; whereas the ratio of Mn to Cr is about $0.80 \leq \text{Mn} : \text{Cr} \leq 0.85$, and the ratio of Mo to V is about 1 , and the steel is rolled to produce a rail as railway track element and has a pearlitic structure with a minimum strength of 900 N/mm^2 , and a section of said rail is heated at least in the area of its head to an austenitizing temperature between about 850°C and 1050°C in order to produce a points section as a railway-track element, and is cooled using a cooling fluid within 60 to 120 seconds from a temperature of about 850°C to about 500°C , within about 140 to 400 seconds from a temperature of about 500°C to about 200°C , and then tempered to a minimum strength of 1500 N/mm^2 .

7. A method according to Claim 6,

wherein

said rail section is inductively heated and then cooled preferably with compressed air at a cooling rate of about 175°C/minute from about 850°C to about 500°C, then at a cooling rate of about 75°C/minute from about 500°C to 200°C, and then, if necessary, in still air down to room temperature, and then subjected at about 500°C to a tempering operation.

8. Method according to Claim 6,

wherein

said tempering operation takes about 30 to 120 minutes.

9. Method according to at least one of the preceding Claims,

wherein

the entire cross-section of said rail section is austenitized and cooled such that in the outer head area (18) martensite, in the adjacent inner head area (20) mainly bainite, and in the remaining area a pearlitic structure is formed.

10. Method according to at least one of the preceding Claims,

wherein

said rail section is hardened over its entire cross-section.

11. Method according to at least one of the preceding Claims,

wherein

said rail section is hardened over its entire cross-section and then tempered in its outer and inner head areas (18, 20) at a tempering temperature T_A with preferably $500^\circ\text{C} < T_A < 600^\circ\text{C}$, and then the remaining cross-section (12, 14, 22) is tempered at a temperature T_B with $T_B > T_A$, preferably with T_B about 100°C to 150°C higher than T_A such that the strength is obtained that is about 400N/mm^2 lower than said outer and inner head areas.

12. Method for manufacturing points elements having strengths $\geq 1.500\text{ N/mm}^2$ in the rail head,

wherein

from a vacuum-treated steel having 0.53 % to 0.62 % C, 0.15 to 0.25 % Si, 0.65 to 1.1 % Mn, 0.8 to 1.3 % Cr, with Mn to Cr about $0.80 \leq \text{Mn} : \text{Cr} \leq 0.85$, 0.05 to 0.11 % Mo, 0.05 to 0.11 % V, with Mo : V $\approx 1 \leq 0.02\%$ P, if necessary up to 0.025 % Al, if necessary up to 0.5 % Nb, residual iron, and the usual production-related impurities, a rail section with pearlitic structure is manufactured by rolling steel, said rail section having strengths from 900 N/mm^2 to 1200 N/mm^2 with fracture toughnesses of more than $1550\text{ N/mm}^{3/2}$, austenite is formed by heating the rail head to about 850°C to 1050°C , which is cooled using a cooling fluid within 60 to 120 seconds from about 850°C to 500°C , and within 140 to 400 seconds from about 500°C to 200°C , and then tempered to strengths of more than about 1500 N/mm^2 .

Revendications

1. Pièce pour voie ferrée, fabriquée en acier, caractérisée en ce que l'acier est un acier traité sous vide comportant de 0,53 à 0,62% de C, de 0,15 à 0,25% de Si, de 0,65 à 1,1% de Mn, de 0,8 à 1,3% de Cr, de 0,05 à 0,11% de Mo, de 0,05 à 0,11% de V, $\leq 0,02\%$ de P, éventuellement jusqu'à 0,025% de Al, éventuellement 0,5% de Nb, le reste étant du fer, ainsi que les impuretés de fusion habituelles, tandis que le rapport du Mn au Cr vaut environ $0,80 \leq \text{Mn}:\text{Cr} \leq 0,85$ et que le rapport du Mo au V vaut environ 1, en ce que la pièce pour voie ferrée présentant la forme d'un rail (10) est un acier de structure perlitique, et en ce que la pièce pour voie ferrée présentant la forme d'une partie d'aiguillage présente comme matériau de départ un tronçon de rail laminé qui reçoit par traitement thermique une structure martensitique, au moins dans la région de la tête de rail (18).

2. Pièce pour voie ferrée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la teneur en Al vaut entre 0,001% et 0,005%, de préférence moins de 0,003%.

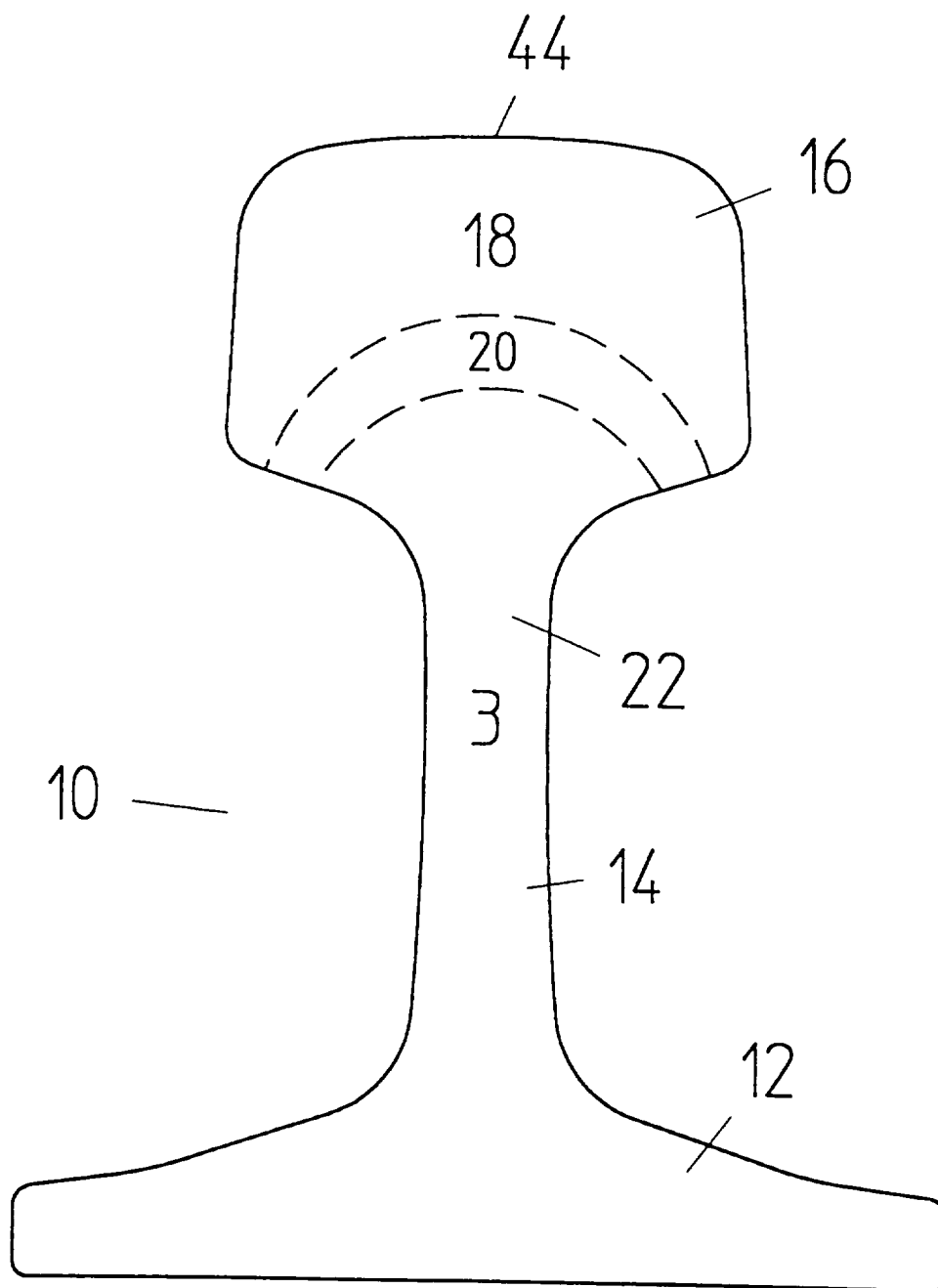
3. Pièce pour voie ferrée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la teneur en Al vaut entre 0,015% et 0,025%.

4. Pièce pour voie ferrée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la teneur en Nb vaut entre 0,001% et 0,04%.

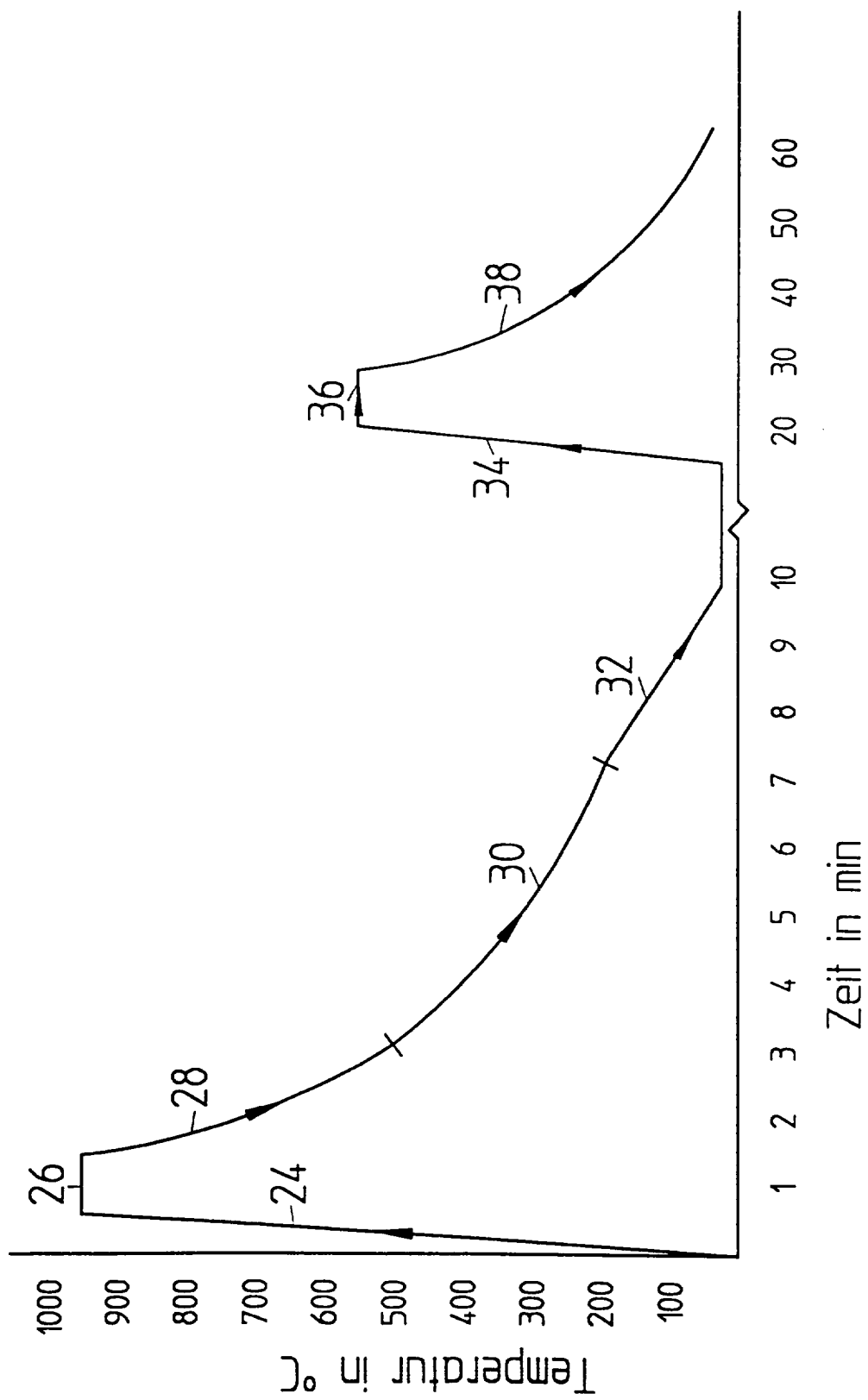
5. Pièce pour voie ferrée selon au moins la revendication 1, caractérisée en ce que le rail constitué d'un acier laminé

de structure perlitique présente une résistance de 900 N/mm² à 1200 N/mm² et une résistance à la fissuration valant sensiblement au moins 1500 N/mm^{3/2}.

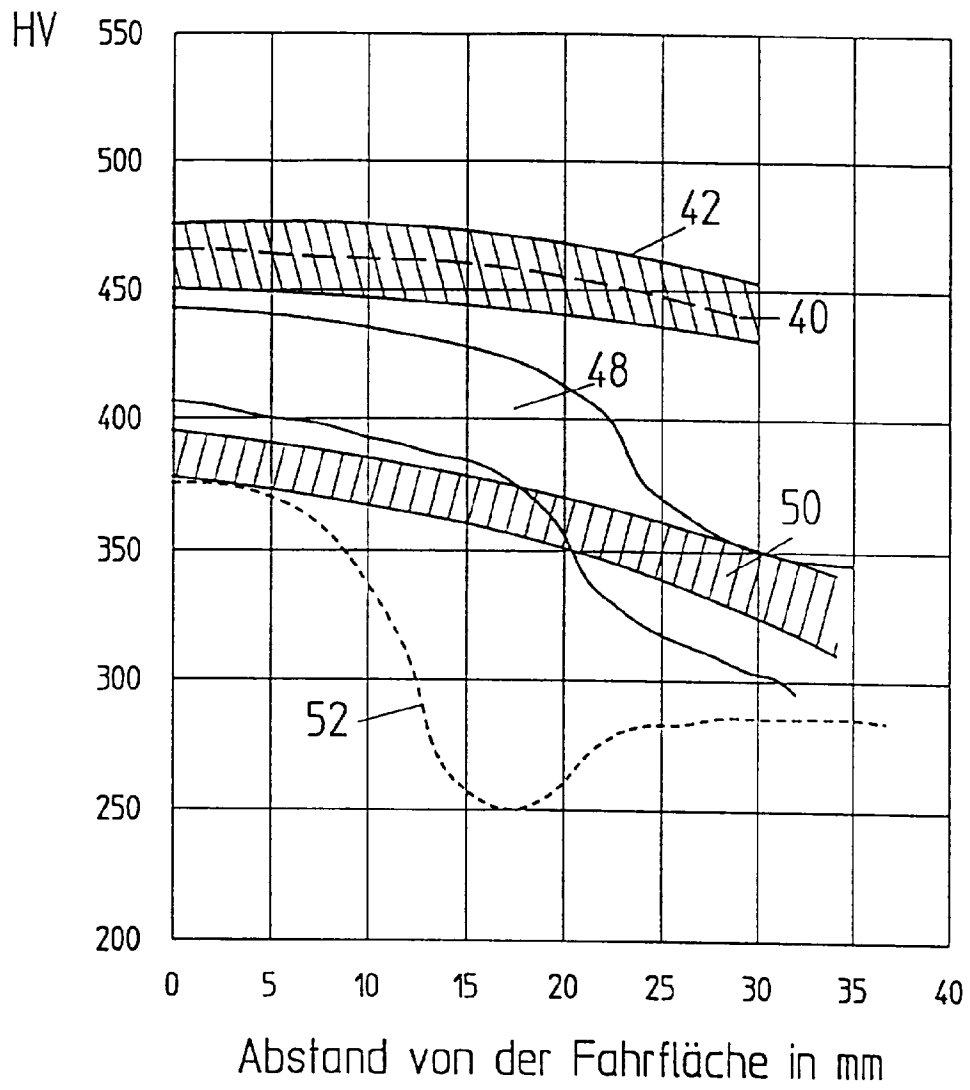
6. Procédé pour la fabrication d'une pièce pour voie ferrée au moins par laminage d'acier, caractérisé en ce que l'on utilise un acier traité sous vide comportant de 0,53 à 0,62% de C, de 0,15 à 0,25% de Si, de 0,65 à 1,1% de Mn, de 0,8 à 1,3% de Cr, de 0,05 à 0,11% de Mo, de 0,05 à 0,11% de V, $\leq 0,02\%$ de P, éventuellement jusqu'à 0,025% de Al, éventuellement jusqu'à 0,5% de Nb, le reste étant du fer ainsi que les impuretés de fusion habituelles, tandis que le rapport du Mn au Cr vaut environ $0,80 \leq \text{Mn:Cr} \leq 0,85$ et que le rapport du Mo au V vaut environ 1, en ce que pour la fabrication d'un rail comme pièce pour voie ferrée l'acier est laminé et présente une structure perlitique d'une résistance minimale de 900 N/mm², et en ce que pour la fabrication d'une partie d'aiguillage comme pièce pour voie ferrée, on réchauffe un tronçon de rail au moins dans la région de sa tête, à la température d'austénitisation, de 850°C à 1050°C, qu'on le refroidit au moyen d'un fluide de refroidissement d'environ 850°C à 500°C en 60 à 120 secondes, d'environ 500°C à 200°C en environ 140 à 400 secondes, et qu'ensuite on lui fait subir un revenu jusqu'à obtention d'une résistance minimale de 1500 N/mm².
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le tronçon de rail est réchauffé par induction et est ensuite refroidi, de préférence à l'air comprimé, d'environ 850°C à environ 500°C à une vitesse de refroidissement d'environ 175°C/minute, ensuite d'environ 500°C à environ 200°C, à une vitesse de refroidissement d'environ 75°C/minute, ensuite éventuellement à température ambiante, dans l'air calme, et qu'on le soumet alors à un traitement de revenu à environ 500°C.
8. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que le traitement de revenu dure d'environ 30 minutes à 120 minutes.
9. Procédé selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la totalité de la section transversale du tronçon de rail est austénitisée et refroidie de telle sorte que dans la région externe de la tête (18) se forme de la martensite, dans la région interne de la tête (20) qui s'y raccorde se forme principalement de la bainite, et dans la région restante une structure perlitique.
10. Procédé selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le tronçon de rail est durci sur la totalité de sa section transversale.
11. Procédé selon au moins l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le tronçon de rail est durci sur la totalité de sa section transversale, et subit ensuite un revenu dans la région externe et la région interne de sa tête (18, 20), à une température de revenu T_A , avec de préférence $500^\circ\text{C} < T_A < 600^\circ\text{C}$, et en ce qu'ensuite le reste de la section transversale (12, 14, 22) subit un revenu à une température T_B , avec $T_B > T_A$, et de préférence T_B supérieur à T_A d'environ 100°C à 150°C, de manière à obtenir une résistance d'environ 400 N/mm² plus basse que dans la région externe et la région interne de la tête.
12. Procédé pour la fabrication de pièces d'aiguillage présentant des résistances ≥ 1500 N/mm² dans la tête du rail, caractérisé en ce que par laminage, on prépare à partir d'un acier traité sous vide, comportant de 0,53% à 0,62% de C, de 0,15 à 0,25% de Si, de 0,65% à 1,1% de Mn, de 0,8 à 1,3% de Cr, le rapport Mn à Cr valant environ $0,80 \leq \text{Mn:Cr} \leq 0,85$, de 0,05 à 0,11% de Mo, de 0,05 à 0,11% de V, avec $\text{Mo:V} \approx 1$, $\leq 0,02\%$ de P, au choix jusqu'à 0,025% de Al, au choix jusqu'à 0,5% de Nb, le solde étant du fer ainsi que des impuretés de fusion habituelles, un tronçon de rail présentant une structure perlitique présentant des résistances de 900 N/mm² à 1200 N/mm² et des résistances à la fissuration supérieure à 1550 N/mm^{3/2}, en ce que l'on forme de l'austénite par réchauffage de la tête de rail jusqu'à environ 850°C à 1050°C, refroidissement, au moyen d'un fluide de refroidissement, d'environ 850°C à environ 500 en 60 à 120 secondes, d'environ 500°C à environ 200°C en 140 à 400 secondes, et on le soumet ensuite soumis à un revenu jusqu'à obtenir des résistances sensiblement supérieures à 1500 N/mm².



Figur 1



Figur 2



Figur 3

