

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **87108539.5**

51 Int. Cl.4: **E01B 5/02**

22 Anmeldetag: **12.06.87**

30 Priorität: **14.08.86 DE 3627650**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.03.88 Patentblatt 88/09

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR LI LU

71 Anmelder: **Krupp Stahl AG**
Alleestrasse 165
D-4630 Bochum 1(DE)

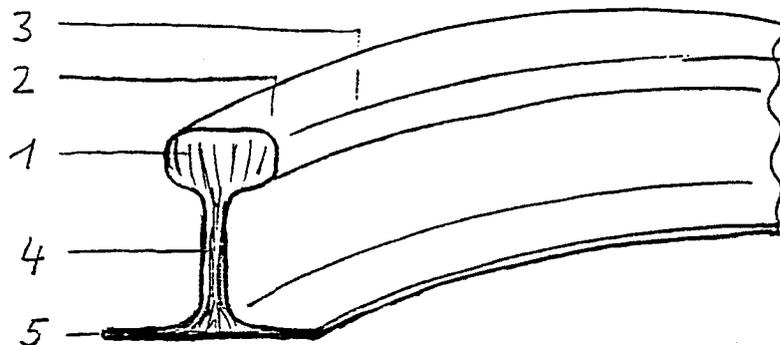
72 Erfinder: **Heller, Wilhelm, Dr.-Ing.**
Elsterweg 8
D-4100 Duisburg 14(DE)
Erfinder: **Schultheiss, Hans, Dipl.-Ing.**
Gallenreuterstrasse 25
D-8000 München 60(DE)

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

54 **Schiene.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Schiene mit hoher Beständigkeit gegen Ermüdungsschäden an der Fahrkante, wie Fahrkantenausbrüche. Die erfindungsgemäße Schiene ist dadurch gekennzeichnet, daß der Schienenstahl bei einem Sauerstoffgehalt kleiner 0,0015 Gew.-% Schwefelgehalte von 0,06 bis 0,085 Gew.-% aufweist.

Die Erfindung ist anwendbar auf alle heute üblichen Schienenstähle.



EP 0 257 216 A2

Fig. 1

Schiene

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schiene mit hoher Beständigkeit gegen Ermüdungsschäden an der Fahrkante, wie Fahrkantenbrüche, aus Stahl.

Die Lebensdauer von Schienen wird in der Regel durch die Zugfestigkeit des Schienenstahls an sich, das Verschleißvolumen des Schienenkopfes und die Betriebsbedingungen bestimmt. In der Vergangenheit wurde häufig die Lebensdauer, die vom Verschleißvolumen im Schienenkopf her zu erwarten war, auch bei hoch verschleißfesten Schienen nicht erreicht, weil die Schienen aufgrund von Ermüdungsschäden vorzeitig ausgebaut werden mußten. Bei diesen Schäden handelte es sich insbesondere um waagerechte Risse im Schienenkopf, Fahrkantenausbrechungen sowie um Querbrüche oder Querrisse.

Die Fahrkantenausbrechungen treten bei höheren Beanspruchungen, meistens im Kurvenaußenstrang der Gleise auf, insbesondere an der Innenkante der Außenschiene, weil diese durch die Spurkränze der über sie rollenden Räder besonders stark belastet wird.

Die Fahrkantenausbrechungen, auch Shelling genannt, werden durch Schwingungsrisse hervorgerufen, die sich als Horizontaltrennungen in 5 bis 10 mm Tiefe unterhalb der Fahrkante bilden. In einem fortgeschrittenen Stadium knicken diese Horizontaltrennungen häufig in Querrichtung ab und lösen dann Querbrüche aus. Die Horizontaltrennungen gehen bevorzugt aus von nichtmetallischen Einschlüssen, insbesondere Oxidzeilen, innerhalb des Schienenstahls.

Ursache der horizontal verlaufenden Schwingungsrisse unter der Fahrkante sind die sogenannten Hertz'schen Pressungen am Aufstandspunkt des Rades auf der Schiene, die unterhalb der Schienenoberfläche Schubspannungen hervorrufen. Dabei entsteht rechnerisch in einer Tiefe von etwa 8mm ein Schubspannungsmaximum. Seine exakte Lage ist abhängig von den Betriebsbedingungen. Befinden sich im Bereich des Schubspannungsmaximums größere Oxidzeilen hoher Härte, so kann bevorzugt an der Grenzfläche Oxid-Metall infolge Kerbwirkung und wegen des Eigenspannungsfeldes, das sich um die Zeile herum aufbaut, die Dauerschwingfestigkeit des Schienenwerkstoffes überschritten werden, so daß sich ein Schwingungsriß bildet.

Da Fahrkantenausbrechungen zum vorzeitigen Ausbau der Schienen führen, also nach einer Liegezeit, zu der die Verschleißreserve des Schienenkopfes bei weitem noch nicht erschöpft ist, sind die Schienenhersteller und die Bahnverwaltungen seit langem bemüht, das Auftreten dieser Fehrscheinungen zu unterbinden. Zur Vermeidung von

Fahrkantenausbrechungen sind zwei Abhilfemaßnahmen bekannt geworden (Archiv für Eisenbahntechnik, Dezember 1973, Seiten 81 bis 89)

-Erhöhung der Dauerschwingfestigkeit des Schienenstahls und

-Verbesserung des Reinheitsgrades, bezogen auf oxidische nichtmetallische Einschlüsse.

Die Erhöhung der Dauerschwingfestigkeit von Schienenstählen läßt sich durch Anhebung der Festigkeitseigenschaften erreichen. Zugleich wird dadurch die Verschleißbeständigkeit verbessert. Die Lage des eingangs erwähnten Schubspannungsmaximums bleibt damit über einen längeren Zeitraum an einer Stelle als bei Schienenstahl geringerer Festigkeit. Liegt jedoch in dieser Zone eine größere Einschlußzeile vor, so kann der Werkstoff trotz hoher Festigkeit im Bereich der Zeitfestigkeit beansprucht werden. Eine Erhöhung der Dauerschwingfestigkeit des Schienenwerkstoffes kann also nur dann sinnvoll sein, wenn zugleich ein guter Reinheitsgrad an oxidischen nichtmetallischen Einschlüssen eingestellt wird.

Obwohl die Schienenhersteller und die Bahnverwaltungen in den Lieferbedingungen für Schienenstähle für Regelgüten Schwefelgehalte bis max. 0,050 Gew.-% und für höherverschleißfeste Güten bis max. 0,030 Gew.-% zulassen, ist man dennoch bemüht, bei der Erschmelzung von Schienenstählen den Schwefelgehalt so niedrig wie möglich zu halten. Denn Schwefel ist metallurgisch gesehen bekanntermaßen ein stark seigerndes Element. Beim Vergießen kommt es in der Mitte der vergossenen und erstarrten Blöcke, die als Ausgangsmaterial für die Schienenwalzung dienen, zu sogenannten "Mittenseigerungen". Gemäß den technischen Lieferbedingungen, z.B. UIC 860 V, sind Stärke und Ausbildung dieser Seigerungen durch Richtreihen begrenzt.

Jedoch können weder die absolute Erhöhung der Verschleißfestigkeit noch die Erhöhung der Dauerschwingfestigkeit noch die Einstellung guter oxidischer bzw. sulfidischer Reinheitsgrade das Auftreten von Fahrkantenausbrüchen sicher verhindern. Auch bei sehr hoch verschleißfesten Schienen mit ausgezeichnetem Reinheitsgrad werden diese schädlichen Ausbrüche, nach wie vor, insbesondere in den Außensträngen von engen Gleiskurven, beobachtet.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Schiene mit verbesserter Beständigkeit gegen Ermüdungsschäden an der Fahrkante, wie Fahrkantenausbrüche, zu schaffen, die gestattet, daß das den Schienen innewohnende hohe Verschleißvolumen voll ausgenutzt werden kann.

Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß der Schienenstahl bei einem Sauerstoffgehalt kleiner 0,0015 Gew.-% Schwefelgehalte von 0,06 bis 0,085 Gew.-% aufweist. Der niedrige Sauerstoffgehalt des Schienenstahls von kleiner 0,0015 Gew.-% wird vorzugsweise durch eine Vakuumdesoxidation des Stahles eingestellt.

Das Aufschwefeln kann auf alle heute üblichen Schienenqualitäten angewendet werden, wie sie beispielsweise in den Unteransprüchen 3 bis 6 analysenmäßig aufgeführt sind.

Die erfindungsgemäßen Schienen sind geeignet, die Bildung von Ermüdungsschäden an der Fahrkante, insbesondere die an dem Außenstrang eines Kurvengleises auftretenden Fahrkantenausbrechungen, zu vermeiden und somit die Lebensdauer der Schienen wesentlich zu steigern. Bei Betriebsversuchen in einer hochbelasteten und kurvenreichen Strecke mit engen Kurvenradien zwischen 250 und 500 m mußten Schienen der üblichen Güte UIC-90 A bereits nach einer Belastung von rund $150 \cdot 10^6$ t wegen Fahrkantenausbrechungen ausgebaut werden, obwohl der eigentliche Verschleiß der Schienenlauffläche nur sehr gering war. Dagegen erreichten erfindungsgemäß hergestellte Schienen der Güte UIC-90 A eine Belastung von $300 \cdot 10^6$ t, ohne daß Fahrkantenausbrüche zu beobachten waren.

Mit der erfindungsgemäßen Schiene ist es somit möglich, die in heutigen Schienenprofilen, wie z.B. dem Profil UIC 60, vorhandene Verschleißreserve besser auszunutzen. Die Fahrkanten können weitgehend abgenutzt werden, ohne daß die Schienen wegen vorzeitiger Fahrkantenausbrüche ausgewechselt werden müssen.

Als Vormaterial für das Walzen der erfindungsgemäßen Schienen werden vorzugsweise rechteckige Stranggußquerschnitte verwendet. Dadurch kann die bei den hohen Schwefel-Gehalten zu erwartende nachteilige Nebenwirkung der Seigerungen in den von den Lieferbedingungen für Schienen verlangten Grenzen gehalten werden, da über das Vergießen im Strangguß eine gleichmäßigere Verteilung bei gleichzeitig kleinerer Größe der einzelnen Sulfide erreicht wird. Die bei Einsatz von rechteckigen Stranggußquerschnitten vorliegende gestreckte Mittenseigerung mit Schwefelanreicherungen kann unschädlich gemacht werden, indem man den Vorblock nicht wie bisher üblich so zu Schienen auswalzt, daß die Seigerungszone in der Symmetrieebene der Schienen liegt, sondern daß sie um 90° versetzt horizontal in Schienenstegmitte zu liegen kommt.

Dazu wird das Vormaterial mit rechteckigem Querschnitt so zu dem jeweiligen Schienenprofil gewalzt, daß die Schmalseiten nicht auf die Fahrfläche und die Fußunterseite der Schiene zu liegen kommen, sondern die Seitenflächen der

Schiene bilden. Die im Vormaterial vorliegenden Mittenseigerungen beschränken sich so auf eine schmale Zone im Schienensteg, ohne in den Kopf oder den Fuß der Schiene zu reichen, so daß das Gebrauchsverhalten der Schiene, insbesondere deren Bruchsicherheit, nicht beeinträchtigt wird.

Da die in Bogenstranggießanlagen unten liegende Breitseite von rechteckigen Stranggußquerschnitten einen besseren oxidischen Reinheitsgrad aufweist als die obere Breitseite, wird vorteilhafterweise so gewalzt, daß die untere Breitseite zum Schienenkopf wird.

In Fig. 1 ist ein bogenförmiger Abschnitt einer Schiene in perspektivischer Ansicht dargestellt mit Schienenkopf 1, Fahrfläche 2, Fahrkante 3, Schienensteg 4 und Schienenfuß 5.

Ansprüche

1. Schiene mit hoher Beständigkeit gegen Ermüdungsschäden an der Fahrkante, wie Fahrkantenausbrüche, aus Stahl, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schienenstahl bei einem Sauerstoffgehalt kleiner 0,0015 Gew.-% Schwefelgehalte von 0,06 bis 0,085 Gew.-% aufweist.

2. Schiene nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schienenstahl nach der Erschmelzung unter Vakuum auf Sauerstoffgehalte kleiner 0,0015 Gew.-% desoxidiert ist.

3. Schiene nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schienenstahl entsprechend der Güte UIC-90 A (mindestens 900 N/mm^2 Festigkeit) aus 0,6 bis 0,8 Gew.-% Kohlenstoff, 0,10 bis 0,50 Gew.-% Silizium, 0,80 bis 1,30 Gew.-% Mangan, max. 0,05 Gew.-% Phosphor, Rest Eisen und üblichen erschmelzungsbedingten Verunreinigungen besteht.

4. Schiene nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schienenstahl entsprechend der Güte UIC-90 B (mindestens 900 N/mm^2 Festigkeit) aus 0,55 bis 0,75 Gew.-% Kohlenstoff, 0,10 bis 0,50 Gew.-% Silizium, 1,30 bis 1,70 Gew.-% Mangan, max. 0,05 Gew.-% Phosphor, Rest Eisen und üblichen erschmelzungsbedingten Verunreinigungen besteht.

5. Schiene nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schienenstahl entsprechend der Güte S 1100 (mindestens 1100 N/mm^2 Festigkeit) aus 0,60 bis 0,80 Gew.-% Kohlenstoff, 0,60 bis 1,20 Gew.-% Silizium, 0,80 bis 1,30 Gew.-% Mangan, max. 0,030 Gew.-% Phosphor, 0,70 bis 1,20 Gew.-% Chrom, Rest Eisen und üblichen erschmelzungsbedingten Verunreinigungen besteht.

6. Schiene nach einem der Ansprüche 1 und 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Schienenstahl entsprechend der Güte S
1200 (mindestens 1200 N/mm² Festigkeit) aus 0,70
bis 0,80 Gew.-% Kohlenstoff, 0,80 bis 1,20 Gew.-%
Silizium, 0,80 bis 1,30 Gew.-% Mangan, max. 0,030
Gew.-% Phosphor, 0,80 bis 1,20 Gew.-% Chrom,
bis 0,25 Gew.-% Titan und/oder Vanadium, Rest
Eisen und üblichen erschmelzungsbedingten Ver-
unreinigungen besteht.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

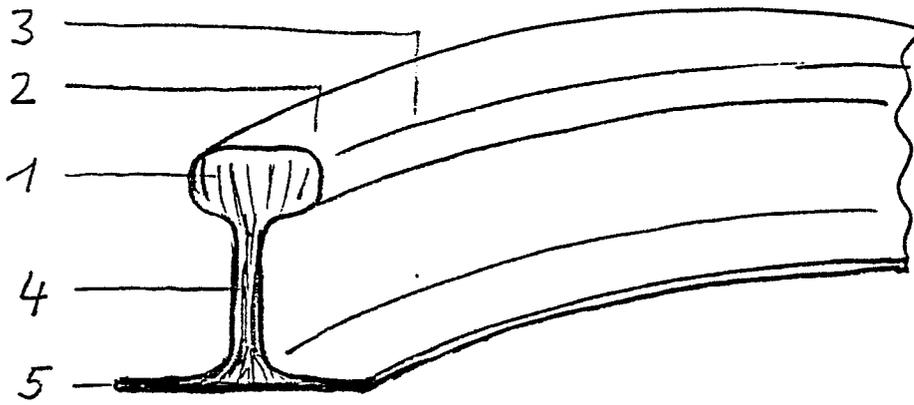


Fig. 1