



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 465 683 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **90112556.7**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **E01B 31/18, B24C 1/10,  
C21D 7/06**

22 Anmeldetag: **02.07.90**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**15.01.92 Patentblatt 92/03**

71 Anmelder: **Thyssen Stahl Aktiengesellschaft  
Kaiser-Wilhelm-Strasse 100  
W-4100 Duisburg 11(DE)**

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

72 Erfinder: **De Boer, Harald, Dr.-Ing.  
Raiffeisenstr. 52  
W-4220 Dinslaken 5(DE)  
Erfinder: Datta, Satya, Dipl.-Ing.  
Wilmastr. 59  
W-4220 Dinslaken(DE)  
Erfinder: Müsgen, Bruno, Dr.-Ing.  
Nohlstr. 247  
W-4200 Oberhausen 1(DE)  
Erfinder: Schmedders, Herbert, Dr.-Ing.  
Am Birkenhain 20  
W-4223 Voerde 2(DE)  
Erfinder: Tuke, Karl-Heinrich, Dr. Ing.  
Am Talgraben 19  
W-4220 Dinslaken 3(DE)**

74 Vertreter: **Cohausz & Florack Patentanwälte  
Postfach 14 01 61 Schumannstrasse 97  
W-4000 Düsseldorf 1(DE)**

54 **Riffelbildungsarme Schiene für Schienenfahrzeuge.**

57 Zur Verminderung der Riffelbildung an Schienen für Schienenfahrzeuge und gegebenenfalls zur Erhöhung der Schwingfestigkeit von Schienen wird die Schienenoberfläche zumindest im Bereich der Lauffläche bis zu einem vorgegebenen Almenwert verfestigungsgestrahlt (kugelgestrahlt). Die Verfestigungsstrahlung soll bei Umgebungstemperatur, das ist zwischen 0° und 50° C, erfolgen.

**EP 0 465 683 A1**

Die Erfindung bezieht sich auf eine Schiene für Schienenfahrzeuge mit gegen Riffelbildung mechanisch behandelte Lauffläche.

Die Bildung von Riffeln auf der Lauffläche der Schiene ist ein seit Jahrzehnten bekanntes Phänomen. Trotz langer, intensiver Bemühungen, das Phänomen der Riffelbildung zu klären, gibt es bis heute keine eindeutige Erklärung. Nach der jüngsten Langzeituntersuchung in verschiedenen Regionen ist die Riffelbildung unabhängig vom gewählten Schienenstahl seiner Festigkeit und seinem Gefüge, wobei sich allerdings austenitisches und bainitisches Gefüge als weniger rifelempfindlich erwiesen hat. Die Ursache für die Riffelbildung scheint danach in dem unvollkommenen Abrollen der Räder auf den Schienen mit Torsion und Schlupf zu liegen, wodurch Veränderungen der Schienenoberfläche und der Räder und Kontaktschwingungen ausgelöst werden und/oder in der Änderung der Normalkräfte mit Wechselschlupf, ungleichförmigem Verschleiß und Anregung durch die Schieneneigenfrequenzen. Unerklärt ist geblieben, weshalb die Riffelbildung in verschiedenen Regionen bei gleicher Belastung der Schiene unterschiedlich ist (Stahl und Eisen 105, 1985, Nr. 25 - 26, Seiten 1457 - 1462). Da solche Riffel den Fahrkomfort mindern, werden von den Betreibern von Eisenbahnen erhebliche Mittel zur Beseitigung von Riffeln aufgewendet. Da man mit bisherigen vorbeugenden Maßnahmen zur Verringerung der Riffelbildung, beispielsweise mit Spannungsglühen der Schienen, keinen Erfolg erzielt hat, werden nach wie vor die im Betrieb befindlichen Schienen regelmäßig auf die Bildung von Riffeln kontrolliert und bei festgestellten Riffeln abgeschliffen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Schiene für Schienenfahrzeuge mit hohem Widerstand gegen Riffelbildung zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Schienenoberfläche zumindest im Bereich der Lauffläche mit einem Almenwert A in mm verfestigungsgestrahlt (kugelgestrahlt) ist, der der Formel

$$A = B \times Z^2 + C$$

genügt, wobei  $B = 2 \times 10^{-7} \text{ mm}^5/\text{N}^2$ , Z die Mindestzugfestigkeit des Stahls in  $\text{N}/\text{mm}^2$  und  $C = 0$  bis  $0,4$  mm sind.

Dieser Almenwert läßt sich für verschiedene Stähle durch die Wahl des Düsendurchmessers, des Düsenabstandes, des Strahldruckes, des Strahlwinkels und insbesondere des verwendeten Strahlmittels beeinflussen.

Vergleichende Untersuchungen mit einer nicht verfestigungsgestrahnten Schiene und einer verfestigungsgestrahnten Schiene mit einem Almenwert von  $0,5$  mm haben gezeigt, daß bis zur Erreichung eines bestimmten Riffelgrades die verfestigungsgestrahnte Schiene eine höhere Standzeit hatte. Diese Standzeit der Schiene konnte verbessert werden, wenn nicht nur die Lauffläche, sondern auch die hohen Beanspruchungen ausgesetzte Fahrkante verfestigungsgestrahlt ist.

Gegenstand der Erfindung ist ferner ein Verfahren zum mechanischen Behandeln der Lauffläche von Schienen für Schienenfahrzeuge gegen Riffelbildung, das dadurch gekennzeichnet ist, daß die Schienenoberfläche zumindest im Bereich der Lauffläche mit einem Almenwert verfestigungsgestrahlt (kugelgestrahlt) wird, der der Formel

$$A = B \times Z^2 + C$$

genügt, wobei die Verfestigungsstrahlung bei Umgebungstemperatur, und zwar zwischen  $0^\circ$  und  $50^\circ$  C, erfolgt.

Es ist zwar möglich, nicht nur die Schienenoberfläche im Bereich der Lauffläche beziehungsweise den Schienenkopf verfestigungszustrahlen, sondern die Schiene insgesamt, weil eine Verfestigungsstrahlung des Schienensteges und des Schienenfußes unkritisch für die Riffelbildung ist, doch wird dadurch der Widerstand gegen Riffelbildung nicht erhöht. Deshalb kann man sich diesen erhöhten Fertigungsaufwand sparen. Für die Erfindung ist aber wesentlich, daß der Almenwert nicht überschritten wird, denn oberhalb des Almenwertes wirkt sich eine Verlängerung der Strahldauer nur in einer Zerstörung des Gefüges und einer Erschöpfung des Formänderungsvermögens im oberflächennahen Bereich aus.

#### Ausführungsbeispiel

Es wurde die Schwingfestigkeit von UIC 60-Profilen von Schienen mit einer Mindestzugfestigkeit von  $900$  und  $1100 \text{ N}/\text{mm}^2$  untersucht. Die chemische Zusammensetzung und die mechanischen Eigenschaften der untersuchten Schienen sind nachfolgend aufgeführt.

Chemische Zusammensetzung (%)					Festigkeitseigenschaften		
C	Si	Mn	Cr	V	$R_{p0,2}$ N/mm <sup>2</sup>	$R_m$	A %
0,70	0,25	1,20	-	-			
0,75	0,60	1,0	1,0	0,8	670	1120	13

Das Festigkeitsstrahlen wurde an ca. 1,5 m langen Schienenabschnitten durchgeführt. Mit dem von den Strahlbedingungen abhängigen Almenwert ändert sich die Oberflächenbeschaffenheit und die Lage der maximalen Druckeigenspannung. Die Zunahme des Almenwertes durch größere Strahlkörper bei konstanter Strahlzeit führt zu einer Zunahme der Druckeigenspannungen und der Tiefe der maximalen Druckeigenspannungen bei zunehmender Oberflächenrauigkeit. Im vorliegenden Fall ist ein Almenwert von 0,5 A beim Festigkeitsstrahlen der Schienen und Schienenverbindungen eingestellt worden.

Die Schwingfestigkeit ist von der Oberflächenbeschaffenheit und den Eigenspannungen der untersuchten Schiene abhängig. Um die Ergebnisse der Dauerschwingversuche miteinander vergleichen zu können, sind die Untersuchungen an walzernen Schienen, und zwar sowohl unbestrahlt als auch bestrahlt, durchgeführt worden. Die Schwingfestigkeit wurde mit einem Verhältnis der Unterspannung zur Oberspannung von  $R = 0,1$  durchgeführt.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß die verfestigungsgestrahlten Schienen eine erheblich höhere Schwingfestigkeit als die entsprechenden unbehandelten Schienen aufweisen.

Zugfestigkeit des Schienenstahles (N/mm <sup>2</sup> )	Verfestigungsstrahlen (Almenwert A)	Zeitschwingfestigkeit $\sigma_{D2 \cdot 10}^5$ (N/mm <sup>2</sup> )	Dauerschwingfestigkeit $\sigma_{D2 \cdot 10}^6$ (N/mm <sup>2</sup> )
920	nicht gestrahlt	520	260
	gestrahlt (A = 0,5)	580	475
1120	nicht gestrahlt	450	285
	gestrahlt (A = 0,5)	720	490

Schienenbrüche treten aufgrund mangelnder Schwingfestigkeit vor allem im Bereich der Schweißverbindung auf. Der Rißbeginn liegt stets im Schienenfuß. In weiteren Untersuchungen ist man daher der Frage nachgegangen, ob durch Verfestigungsstrahlen eine wirksame Verbesserung der Schwingfestigkeit geschweißter Schienenverbindungen erzielbar ist. Der Almenwert für die Strahlbehandlung der geschweißten Schienen wurde mit 0,5 A festgelegt. Die Schwingfestigkeit von Schweißverbindungen aus Schienen liegt wesentlich niedriger als diejenige der Schienen selbst. Nach dem Verfestigungsstrahlen nähert sich die Schwingfestigkeit der Schweißverbindungen der des Grundwerkstoffes an. Die durch Schweißen wärmebeeinflussten Zonen stehen in der Regel unter Zugspannungen, wodurch die Lebensdauer schwingend beanspruchter Schweißkonstruktionen vermindert wird. Das Verfestigungsstrahlen verlängert die Lebensdauer durch Induzieren einer Druckspannung in die Oberfläche der wärmebeeinflussten Zonen der Schweißverbindungen.

#### Patentansprüche

- Schiene für Schienenfahrzeuge mit gegen Riffelbildung mechanisch behandelter Lauffläche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schienenoberfläche zumindest im Bereich der Lauffläche mit einem Almenwert A in mm verfestigungsgestrahlt (kugelgestrahlt) ist, der der Formel

$$A = B \times Z^2 + C$$

genügt, wobei  $B = 2 \times 10^{-7} \text{ mm}^5/\text{N}^2$ , Z die Mindestzugfestigkeit des Stahls in N/mm<sup>2</sup> und C = 0 bis

0,4 mm sind.

2. Schiene nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Fahrkante der Schiene verfestigungsgestrahlt ist.

5

3. Verfahren zum mechanischen Behandeln der Lauffläche von Schienen für Schienenfahrzeuge gegen Riffelbildung,  
**dadurch gekennzeichnet**, daß die Schienenoberfläche zumindest im Bereich der Lauffläche mit einem Almenwert verfestigungsgestrahlt (kugelgestrahlt) wird, der der Formel

10

$$A = B \times Z^2 + C$$

genügt, wobei die Verfestigungsstrahlung bei Umgebungstemperatur, und zwar zwischen 0° und 50° C, erfolgt.

15

20

25

30

35

40

45

50

55



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
Y	FR-A-2 632 557 (FRAMATOME) * Seite 1, Zeilen 1-3; Seite 2, Zeile 12 - Seite 3, Zeile 5; Seite 4, Zeile 25 - Seite ?, Zeile 3 * - - - -	1-3	E 01 B 31/18 B 24 C 1/10 C 21 D 7/06
Y	DE-C-880 452 (HÜTTENWERK RHEINHAUSEN) * Seite 2, Zeilen 39-88; Figuren 1-4 * - - - -	1-3	
A	ENGINEERING, Band 216, Nr. 7, Juli 1976, Seiten I-VIII, London, GB; "Shot peening" - - - -		
T	FR-A-2 642 087 (UNIMETAL) - - - - -		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
			E 01 B B 24 C B 23 P B 21 B C 21 D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	01 März 91	KERGUENO J.P.D.	
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	