



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 398 178 B**

PATENTSCHRIFT

(12)

(21) Anmeldenummer: 2396/91

(22) Anmeldetag: 3.12.1991

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 2.1994

(45) Ausgabetag: 25.10.1994

(51) Int.Cl.⁵ : **B23K 31/00**
B23K 101:26

(56) Entgegenhaltungen:

DE-AS1565441 DE-AS1191922 DE-OS1565894 US-PS3527919
US-PS3308266 US-PS2868951

(73) Patentinhaber:

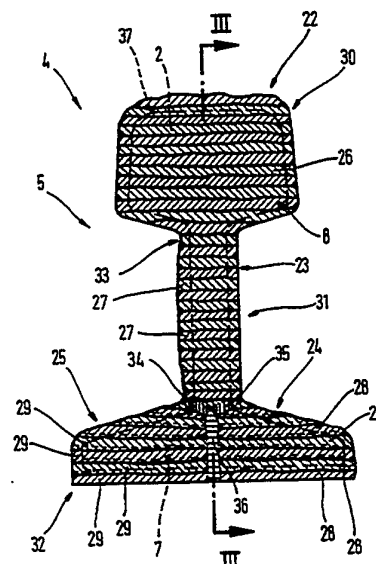
FRONIUS SCHWEISSMASCHINEN KG. AUSTRIA
A-4600 WELS, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

LAHNSTEINER ROBERT ING.
WELS, OBERÖSTERREICH (AT).
EHRlich JULIUS ING.
WIEN (AT).

(54) SCHWEISSVERBINDUNG ZWISCHEN ZWEI IN LÄNGSRICHTUNG EINES SCHIENENSTRANGES HINTEREINANDER ANGEORDNETEN SCHIENENSTÜCKEN

(57) Die Erfindung beschreibt eine Schweißverbindung (5) zwischen zwei in Längsrichtung eines Schienenstranges (4) hintereinander angeordneten Schienenstücken (1,2) sowie ein Verfahren zum Herstellen dieser Schweißverbindung (5). Die einander zugewandten Stirnseiten (6,7) der Schienenstücke (1,2) werden über mehrere aus einem Zusatzmaterial (8) gebildeten Schweißbrauen miteinander verbunden, welche vom Schienenfuß (32) bis zum Schienenkopf (30) über- und nebeneinander angeordnet sind. Die Schweißverbindung (5) ist durch den Schienenfuß (32), eine einen Schienensteg (31) und eine den Schienenkopf (30) verbindende Schweißzone (22;23;24,25) gebildet. Die Schweißzonen (22 bis 25) sind in ineinander unmittelbar zugewendeten Berührungsbereichen (33 bis 36) formschlüssig verbunden. Weiters besteht die Schweißzone (22) im Schienenkopf (30) aus weniger als 15 einander benachbarten in sich verschmolzenen und bevorzugt übereinander liegende, annähernd parallel verlaufende Schweißbrauen (26). Die Schweißzone (24, 25) im Schienenfuß (32) besteht aus weniger als 10 einander benachbarten in sich verschmolzenen, annähernd parallelen Schweißbrauen (28, 29).



AT 398 178 B

Die Erfindung beschreibt eine Schweißverbindung, wie sie im Oberbegriff des Patentanspruches 1 beschrieben ist, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer derartigen Schweißverbindung.

Es sind bereits die verschiedensten Verfahren zum Verbinden der Stirnenden von unmittelbar aufeinanderfolgenden Schienenteilen für Schienen von Gleisen für Bahnfahrzeuge, beispielsweise Eisenbahnschienen oder Straßenbahnschienen bekannt. Vielfach wird für derartige Verbindungsschweißungen, so diese im Bereich von verlegten Gleisen erfolgen, das sogenannte Aluminium-Thermit-Schweißen verwendet. Bei diesem Aluminium-Thermit-Schweißen wird Metallpulver aufgeschmolzen, und im flüssigen Zustand in eine die Schienenenden umgebende Form eingegossen, sodaß in Art eines Gußverfahrens der Spalt zwischen den einander zugewandten, gegenüberliegenden Enden der Stirnenden der Schienen ausgegossen und dadurch mit einander verbunden wird. Aus der DE-AS 11 91 922 und der US-PS 3 308 266 ist eine Schweißverbindung zwischen zwei in Längsrichtung eines Schienenstranges hintereinander angeordneten Schienenstücken bekannt, wobei diese in einem allseits umschlossenen Schienenspalt ein Schweißpulver eingeführt wird, welches durch einen über einen Schweißdraht hergestellten Lichtbogen aufgeschmolzen, d.h. plastifiziert bzw. verflüssigt wird, um den Hohlraum zwischen den beiden Schienenstücken auszufüllen.

Nachteilig ist bei diesem Schweißverfahren, daß bei der Herstellung der Schweißverbindung eine optische Kontrolle der Qualität des Schweißvorganges nicht möglich ist und beispielsweise Lunker, die im Übergangsbereich zwischen dem aufgeschmolzenen bzw. plastifizierten Schweißpulver und den einander gegenüberliegenden Stirnseiten der beiden Schienenstücke auftreten, nicht erkannt werden könnten. Damit ist auch der unmittelbare Einbrand bzw. das Aufschmelzen des Grundmaterials der Schienenstücke nicht in allen Fällen gewährleistet und daher die Qualität der derart hergestellten Schweißverbindung in vielen Fällen nicht ausreichend bzw. bei einer Störung des Verfahrens die gesamte Schweißnaht neu herzustellen, da ein Fehler im Schweißvorgang, z.B. überhaupt erst nach Fertigstellung der gesamten Schweißverbindung, durch eine Röntgenuntersuchung oder dgl. feststellbar ist.

Für den Einsatz zum Schweißen von Schienen in verlegten Gleisen, aber vor allem auch zur Herstellung von Verbindungsschweißungen in Schienenlagern, wird auch das Abbrenn-Stumpfschweißen verwendet. Bei diesem werden die unbearbeiteten Stoßflächen während des Stromdurchganges in so leichter Berührung gehalten, daß der Werkstoff an den kleinen örtlichen Berührungsstellen wegen der großen Stromdichte stetig abbrennt. Das flüssige Metall wird aus der Stoßstelle herausgeschleudert. Nach genügender Tiefe der Abbrandzone erfolgt die Verschweißung durch schlagartiges Stauchen unter gleichzeitiger Stromabschaltung. An der Schweißstelle entsteht ein Grat, durch das aus der Stoßfuge herausgequetschte flüssige Material. Dieser Grat wird durch Abscheren und nachfolgendes Überschleifen entfernt.

Des weiteren ist es im Bereich von Gleisanlagen bei hoher Schienenbelastung und Abnutzung insbesondere in Bogenstrecken üblich, das Schienenkopfprofil durch Auftragsschweißung wieder herzustellen. Dazu werden vielfach unter Verwendung von offenen bzw. verdeckten Lichtbogenschweißungen oder Schutzgasschweißungen Zusatzwerkstoffe auf die Schienen, insbesondere im Bereich der Schienenkopfflanken aufgebracht. Durch Schleifen wird dann die gewünschte Schienenkopfform durch Materialabtrag des überstehenden Materials hergestellt.

Der vorliegenden Erfindung liegt nunmehr die Aufgabe zugrunde, eine Schweißverbindung zwischen zwei in Längsrichtung eines Schienenstranges hintereinander angeordneten Schienenstücken zu schaffen, die aus mehreren Einzelnähten zusammengesetzt ist und sowohl durch hand- als auch durch automatische Schweißverfahren in kurzer Zeit ohne aufwendigen Maschinenpark hergestellt werden kann.

Diese Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß die Schweißverbindung durch den Schienenfuß, eine einen Schienensteg und eine den Schienenkopf verbindende Schweißzone gebildet ist und daß die Schweißzonen in ineinander unmittelbar zugewandten Berührungsbereichen formschlüssig verbunden sind und daß die Schweißzone im Schienenkopf aus weniger als 15 einander benachbarten in sich verschmolzenen und bevorzugt übereinander liegende annähernd parallel verlaufende Schweißraupen und die Schweißzone im Schienenfuß aus weniger als 10 einander benachbarten in sich verschmolzenen, annähernd parallelen Schweißraupen besteht. Der Vorteil dieser Lösung liegt darin, daß durch die Anordnung von mehreren Schweißzonen, in welchen die Materialstärken in etwa gleichbleibend sind, die Grundmaterialien ausreichend aufgeschmolzen und eine innige Verbindung zwischen dem Grundmaterial und den Zusatzmaterialien hergestellt werden kann. Vor allem ist es dadurch möglich, die vom Querschnitt her dickeren Bereiche durch mehrere neben und übereinander angeordnete Schweißnähte zu verbinden und auszufüllen. Dadurch kann die Gesamttemperaturbelastung des Schienenstranges, vor allem im Bereich der Schweißstelle gering gehalten werden und es werden Versprödungen im Anschweißbereich vermieden. Ein weiterer Vorteil dieser Lösung liegt darin, daß nunmehr unter Schutzgasatmosphäre verschweißt werden kann, wodurch der Sauerstoffzutritt zu den erhitzten bzw. plastifizierten Bereichen der Schiene unterbunden werden kann.

Weiters ist es möglich, daß das Zusatzmaterial in einem zumindest einer Fahrfläche des Schienentrangs unmittelbar zugewendeten Oberflächenbereich eine höhere Widerstandsfestigkeit bzw. Härte aufweist, als in den anderen Schweißzonen. Dadurch ist es nunmehr möglich, in den dem Verschleiß am stärksten ausgesetzten Bereichen widerstandsfähigere und härtere Materialien zu verwenden, wobei die aufgetragene Schichtstärke und der Bereich in dem diese Materialien verwendet werden, nunmehr freizügig gewählt werden kann und trotzdem die Schweißverbindung in einem einzigen Arbeitsvorgang hergestellt werden kann.

Vorteilhaft ist es auch, daß die Schweißzonen mit unterschiedlichen Zusatzmaterialien hergestellt sind, da dadurch den unterschiedlichen Beanspruchungen in den verschiedenen Bereichen der Schiene auch bei Herstellung der Schweißverbindung Rechnung getragen werden kann.

Von Vorteil ist aber auch, daß die Schweißzonen durch mehrere Lagen hergestellt sind und vorzugsweise zumindest einzelne Lagen aus unterschiedlichen Zusatzmaterialien hergestellt sind, da dadurch die Herstellung der Schweißverbindung durch eine Vielzahl von in ihren Aufbau gleichartiger Schichten, wodurch über die gesamte Schweißverbindung ein einheitlicher Gefügebau erreicht und eine hohe Festigkeit der Schweißverbindung erzielt werden kann. Dazu kommt, daß durch die Anpassung bzw. die Einschaltung von verschiedenen Lagen aus unterschiedlichen Zusatzmaterialien im Inneren der einzelnen Schweißzonen, beispielsweise Verstärkungsbereiche und Verstärkungsrippen, oder die Dehnung begünstigende Schichten mit hohen elastischen Formveränderungseigenschaften verwendet werden können.

Weiters ist es aber auch möglich, daß die Härte, der Elastizitätsmodul und die elastische Dehnung der Zusatzmaterialien in den Schweißzonen bzw. den Lagen in Richtung der Fahrfläche bzw. in Richtung des Schienenfußes linear und/oder exponentiell verändert, da dadurch interne Spannungszonen beim Übergang zwischen Materialien mit unterschiedlichen Elastizitäts- bzw. Dehnungs- oder Biegeeigenschaften vermieden werden können; da sprunghafte Veränderungen in den einzelnen Festigkeitswerten verhindert sind.

Die Erfindung umfaßt weiters auch ein Verfahren zum Herstellen einer Schweißverbindung, wie es im Oberbegriff des Patentanspruches 6 beschrieben ist.

Dieses Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß unter Verwendung eines Schutzgases, welches aus 40 % bis 70 % Argon, 25 % bis 60 % Helium, 3% bis 10 % Kohlendioxid und 0,1 % bis 1 % Sauerstoff besteht und unter Verwendung einer Schmelzelektrode mit einem Durchmesser zwischen 0,8 mm und 4,0 mm und einer Stromstärke von 100 Ampere bis 1100 Ampere Schweißraupen übereinanderliegend in einer im Bereich des Schienenfußes angeordneten Schweißzone aufgetragen werden, wonach die Schweißraupen in im Bereich des Schienensteges und des Schienenkopfes befindlichen Schweißzonen hergestellt werden, wobei die Schweißzone im Schienenfuß durch max. 10 und die Schweißzone im Schienenkopf durch max. 15 übereinanderliegende Schweißraupen hergestellt wird. Vorteilhaft ist bei der Herstellung der Schweißverbindung nach diesem Verfahren, daß durch die Verwendung des speziellen Schweißgases bei der Schaffung des Plasmas, die Gasatome in Ionen und freie Elektronen bzw. Schutzgas dissoziiert werden, wobei die geladenen Gasteilchen auf sehr hohe Temperaturen von z.B. 6.600 bis 22.200 Grad erhitzt werden. Durch die Übertragung der derart hoch erhitzten Gasteilchen über den Lichtbogen hinweg, geben die geladenen Plasmateilchen ihre Wärme ab, die gleichzeitig die Schmelzelektrode abschmilzt und den Grundstoff auf- bzw. vorwärmt. Somit wird eine ausgezeichnete, kurzzeitige Plastifizierung des Grundwerkstoffes erzielt, die ein zu starkes und übermäßig andauerndes Erhitzen der Randbereiche im Übergang zwischen Grundmaterial und Zusatzmaterial verhindert, die bei den bekannten Verfahren zu einer Versprödung des Grundmaterials führt.

Von Vorteil ist aber auch, daß zuerst auf der vom Schienenkopf abgewendeten Aufstandsfläche der Schienenstücke dem Schweißspalt eine Kühlvorrichtung zugeordnet wird und die Schweißzone mit Zusatzmaterial aufgefüllt wird, worauf die Kühlvorrichtung entfernt und der Schweißzone im Bereich des Schienensteges eine Kühlvorrichtung zugeordnet wird, da dadurch gezielt eine örtliche Überhitzung des Grundmaterials verhindert werden kann.

Gemäß einer weiteren Verfahrensvariante ist vorgesehen, daß die einzelnen Schweißraupen in den einzelnen Schweißzonen jeweils unmittelbar aufeinanderfolgend aufgetragen werden, ein versprödungsfreier Aufbau der Schweißzonen, durch die Vermeidung von Dehnungsrissen zwischen den einzelnen Schweißraupen, ermöglicht wird.

Weiters ist es aber auch möglich, daß die Schweißraupen in einer der fertiggestellten Schweißzone benachbarten weiteren Schweißzone vor dem Erkalten der Schweißraupen in der bereits fertiggestellten Schweißzone hergestellt werden, wodurch die zusätzlich benötigte Wärmeenergie gering gehalten werden kann, da die Schweißzonen in einem Arbeitsgang ohne Verlust der Wärme in den Schienenstücken aufgrund der Herstellung der Schweißraupen in der vorhergegangenen Schweißzone hergestellt werden können.

Von Vorteil ist es aber auch, die einander unmittelbar benachbarten, aufeinanderfolgend hergestellten Schweißraupen einer Schweißzone in jeweils aufeinanderfolgenden entgegengesetzten Schweißrichtungen aufgetragen werden, sodaß Spannungsrisse bzw. Gefügeveränderungen in Endbereichen der Schweißraupen einzelner Schweißzonen verhindert werden können und die übereinander bzw. nebeneinander liegenden Schweißraupen als durchgängiger einstückiger Teil hergestellt werden.

Schließlich ist es im Rahmen der Erfindung auch möglich, daß die Schweißraupen in den jeweiligen Schweißzonen bzw. in den einander benachbarten Schweißzonen in Schienenlängsrichtung gegeneinander versetzt und in deren senkrecht zur Schienenlängsrichtung verlaufenden Randbereichen überlappend angeordnet werden, wodurch ein lageweise versetzter Verbund zwischen den einzelnen Schweißraupen in der Schweißzone hergestellt wird, der eine günstigere Kräfteweiterleitung zwischen den einzelnen Schienenstücken ermöglicht.

Die Erfindung wird im nachfolgenden anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert:

Es zeigen:

- 15 Fig. 1 einen Schienenstoß in Seitenansicht während der Herstellung einer Schweißverbindung mit der dazugehörigen Schweißanlage in vereinfachter, schematischer Darstellung;
- Fig. 2 eine Schweißverbindung zwischen zwei Stirnenden von zueinander fluchtend angeordneten Schienen in Stirnansicht und im Schnitt gemäß den Linien II-II in Fig.3;
- Fig. 3 die Schweißverbindung nach Fig.2 im Schnitt gemäß den Linien III-III in Fig.2;
- 20 Fig. 4 die Schweißverbindung in Stirnansicht mit der im Schienenfußbereich angeordneten Schweißzone und der dieser Schweißzone zugeordneten Kühlvorrichtung geschnitten gemäß den Linien IV-IV in Fig.5;
- Fig. 5 die Schweißverbindung nach Fig.4 in Seitenansicht;
- Fig. 6 die Schweißverbindung in Stirnansicht mit den bereits fertiggestellten Schweißzonen im Bereich des Schienenfußes und des Schienensteges mit der dem Schienensteg zugeordneten Kühlvorrichtung, geschnitten gemäß den Linien VI-VI in Fig.7;
- 25 Fig. 7 die Schweißverbindung nach Fig.6 in Seitenansicht;
- Fig. 8 die Schweißverbindung in Stirnansicht mit allen fertig gestellten Schweißzonen und den den Schienenkopf und den Schienensteg zugeordneten Kühlvorrichtungen im Schnitt gemäß den Linien VIII-VIII in Fig.9;
- 30 Fig. 9 die Schweißverbindung nach Fig.8 in Seitenansicht.

In Fig.1 sind zwei Schienenstücke 1,2 gezeigt, die in Längsrichtung - Pfeil 3 - hintereinander fluchtend angeordnet sind und miteinander einen Schienenstrang 4 für Schienenfahrzeuge wie z.B. Züge, Straßenbahnen, Standseilbahnen, Kräne, usw. bilden. Die Schienenstücke 1,2 werden über eine Schweißverbindung 5 miteinander kraft- und formschlüssig verbunden. Dazu wird zwischen einander zugewandten Stirnseiten 6,7 der beiden Schienenstücke 1,2 ein Zusatzmaterial 8 durch Abschmelzen einer Schmelzelektrode 9 eingebracht. Das Abschmelzen des Zusatzmaterials 8 erfolgt über einen zwischen der Schmelzelektrode 9 und dem Schienenstück 1,2 aufgebauten Lichtbogen 10, wobei der Zutritt von Sauerstoff und Stickstoff zur Schweißstelle durch einen Gasmantel 11 bestehend aus verschiedenen Schutzgasen 12,13,14 verhindert wird.

Die Schmelzelektrode 9, die beispielsweise durch einen Schweißdraht mit entsprechenden Durchmesser gebildet ist, wird von einer Vorratsrolle 15 abgezogen und über eine Schweißpistole 16 zugeführt, über die auch die Stromzufuhr über eine Leitung 17 und die Zufuhr der Schutzgase 12 bis 14 bzw. des Schutzgasgemisches über eine Leitung 18 erfolgt. Die Schweißpistole 16 ist entsprechend den bekannten Ausführungen ausgestattet und mit den notwendigen Schaltern zum Einleiten und Unterbrechen des Drahtvorschubes der Schmelzelektrode 9 bzw. der Stromzufuhr oder der Zufuhr der Schutzgase 12 bis 14 bzw. Schutzgasgemisches ausgebildet und steht dazu mit einer Steuervorrichtung 19 und mit einer Spannungsversorgungseinrichtung 20 sowie mit einem Behälter für die Schutzgase 12 bis 14 bzw. das Schutzgasgemisch, beispielsweise Gasflaschen 21 in Verbindung.

Die Schmelzelektrode 9 weist zur Herstellung der vorgesehenen Schweißzonen einen Durchmesser zwischen 0,8 und 4,0 mm auf, wobei die Spannungsversorgungseinrichtung 20 zur Zufuhr eines Stroms zur Schmelzelektrode 9 im Bereich von 100 bis 1100 Amper ausgebildet ist. Die Schutzgase 12 bis 14, bzw. das daraus hergestellte Schutzgasgemisch, besteht aus 40% bis 70% Argon, 25 % bis 60 % Helium, 3 % bis 10 % Kohlendioxid und 0,1 % bis 1 % Sauerstoff.

Die jeweilige Abschmelzleistung bzw. die Stromzufuhr von der Spannungsversorgungseinrichtung 20 wird über die Steuervorrichtung 19 so verändert und gesteuert, daß zwischen 400 bis 1200 Kügelchen pro Sekunde von der Schmelzelektrode 9 abgeschmolzen werden, die bevorzugt einen Durchmesser aufweisen, welcher zumindest der Größe des Durchmessers der Schmelzelektrode 9 entspricht.

Durch diese vorangegebenen Kriterien ist es nunmehr möglich, die Vorteile des Sprühlichtbogenübertragungsverfahrens in Verbindung mit Tropfengrößen, die normaler Weise dem globularen Übertragungsverfahren zugeordnet werden, zu nutzen. Dadurch kann in Verbindung mit dem neuen Schweißgasgemisch über das damit erzielte Plasmafeld das Festhalten des vergrößerten Metallstromflußvolumens in der Schweißverbindung erzielt und eine verbesserte Qualität der Schweißverbindung sowie eine bessere Durchdringung durch weitgehend weitergeführtes Vorwärmen des Grundwerkstoffes erreicht werden.

In Fig.2 und 3 ist eine Schweißverbindung zwischen zwei Schienenstücken 1 und 2 gezeigt, die aus mehreren Schweißzonen 22,23,24 und 25 besteht. Die Schweißzonen 24 und 25 können auch durch eine gemeinsame einzige Schweißzone gebildet werden.

Wie aus den Darstellungen der Schweißzonen 22 bis 25 zu ersehen ist, ist jede dieser Schweißzonen durch eine Mehrzahl von Schweißraupen 26,27,28 und 29 gebildet. Diese Schweißraupen 26 bis 29 sind, wie insbesondere die Darstellung in Fig.3 zeigt, zwischen den beiden einander zugewandten Stirnseiten 6,7 der Schienenstücke 1,2 übereinander und im wesentlichen parallel zueinander angeordnet. Jeweils 6 bis 8, maximal 10 im wesentlichen parallel zueinander verlaufende übereinander angeordnete Schweißraupen 26 bilden die Schweißzone 22 im Bereich eines Schienenkopfes 30, während die Schweißraupen 27 die Schweißzone 23 im Bereich eines Schienensteges 31 und die Schweißraupen 28 bzw. 29 die Schweißzonen 24 bzw. 25 im Bereich eines Schienenfußes 32 bilden.

Wie im Bereich des Schienenfußes 32 schematisch gezeigt, kommt es beim Auftragen der übereinander liegenden Schweißraupen 28 bzw. 29 zu einem Aufschmelzen der obersten mit strichlierten Linien angedeuteten Schicht der darunterliegenden Schweißraupe 28 bzw. 29. Damit kommt es zu einer innigen Materialverbindung zwischen den übereinander angeordneten Schweißraupen 26 bis 29.

Gleichfalls ist ersichtlich, daß die Schweißzonen 22 bis 25 in den einander zugewandten Berührungsbereichen 33,34,35 und 36 in sich verschmolzen sind und damit auch in den unterschiedlichen Raumrichtungen der Schienenstücke 1,2 eine gleichförmige Gefügestruktur besteht.

Dabei bildet sich zwischen den Schweißraupen 27 und 29 der Berührungsbereich 34, zwischen den Schweißraupen 27 und 28 der Berührungsbereich 35 sowie zwischen den Schweißraupen 28 und 29 im Bereich des Schienenfußes 32 der Berührungsbereich 36 aus. Diese Berührungsbereiche 34 bis 36 sind schematisch durch strichpunktierte Linien und verschiedenartige Schraffuren dargestellt. Es ist aber auch ebenso möglich, die Schweißzonen 24 und 25 im Bereich des Schienenfußes 32 als eine einzige Schweißzone auszuführen, wie dies in einer später folgenden Figur näher dargestellt ist.

Der Vorteil dieser gleichförmigen Gefügestruktur liegt darin, daß einheitliche Festigkeitswerte in der Schweißverbindung erzielt werden und somit die Biegefestigkeit bzw. die Zugfestigkeit erheblich erhöht werden kann.

Gleichzeitig wird aber auch die Schlagzähigkeit dadurch erhöht, sodaß vor allem im Bereich von Schienenstößen auch dann, wenn sich im Bereich einer Fahrfläche 37 des Schienenkopfes 30 kleine Einkerbungen bilden, die durch die Schlagbeanspruchung aufgrund des Darüberrollens der Räder entstehenden Schwingungen die Lebensdauer einer derartigen Schweißverbindung 5 nicht nachteilig verändert.

Mit der erfindungsgemäßen Ausbildung der Schweißverbindung 5 ist es aber trotz der erhöhten Wärmezufuhr aufgrund des größeren Materialabtrages und der verbesserten Aufschmelzung des Grundmaterials der Schienenstücke 1,2 möglich, die Versprödungen des Grundmaterials der Schienenstücke 1 und 2 dadurch hintanzuhalten, indem im Bereich der Schweißverbindung bei Herstellung der einzelnen Schweißzonen 22 bis 25 Kühlvorrichtungen angeordnet werden.

In den Fig.4 bis 9 sind nun für die Herstellung der verschiedenen Schweißzonen 22 bis 25 die dazu benötigten Kühlvorrichtungen 38,39 und 40 in der dafür benötigten Anordnung dargestellt. Gleichzeitig ergibt sich durch die Aufeinanderfolge der Darstellungen in den Fig.4 bis 9 der Verfahrensablauf zur Herstellung der erfindungsgemäßen Schweißverbindung 5.

Wie aus den Fig.4 und 5 zu ersehen ist, wird vor der Herstellung der Schweißverbindung 5 zwischen den Stirnseiten 6 und 7 der Schienenstücke 1 und 2 ein Schweißspalt 41 zwischen den Stirnseiten 6,7 hergestellt, in dem ein Distanzstück 42 im Bereich des Schienenkopfes 30 auf die Fahrfläche 37 aufgesetzt wird und mit einem einer Dicke 43 des Schweißspaltes 41 entsprechenden Vorsprung 44 in den Schweißspalt 41 vorragt.

Die Kühlvorrichtung 38 liegt an einer Aufstandsfläche 45 der Schienenstücke 1,2 an und weist eine Vertiefung 46 auf, deren Breite 47 zumindest der Dicke 43 des Schweißspaltes 41 entspricht oder, wie insbesondere in Fig.5 gezeigt, etwas größer ausgebildet ist. Dadurch soll erreicht werden, daß ein gewisser Überstand des Zusatzmaterials erreicht wird, der über die Aufstandsfläche 45 vorragt.

Im Bereich des Schienenfußes 32 ist hier nur eine einzige durchgehende Schweißzone 24 dargestellt. Somit bilden sich zwischen der Schweißzone 23 im Bereich des Schienensteges 31 mit ihren Schweißraupen 27 und der Schweißzone 24 mit den Schweißraupen 28 der Berührungsbereich 34 aus.

Eine entsprechende Kühlung mit der Kühlvorrichtung 38 wird erreicht, indem über eine schematisch dargestellte Leitung 48, Kühlmittel in einem schematisch dargestellten Kühlkreislauf 49 mit einer Pumpe 50 und einem Wärmetauscher 51 zum Abkühlen des Kühlmediums hindurchgeführt wird. Dadurch kann ein entsprechender Temperaturverlauf im Grundmaterial der Schienenstücke 1,2 und in den der Grundsweiß-
 5 raupen benachbarten Schweißraupen 28,29 erreicht werden.

Durch das im Bereich des Schienenkopfes 30 eingesetzte Distanzstück 42 wird verhindert, daß sich aufgrund der Temperaturbelastung der Schienenstücke 1,2 im Bereich des Schienenfußes 32 der Schweißspalt 41 im Bereich des Schienenkopfes 30 verringert. Gleichzeitig wird dadurch eine fluchtende Lage der Fahrflächen 37 der miteinander verschweißten Schienenstücke 1 und 2 sichergestellt.

10 Da die Schweißzone 24 bzw. 25 mit einer relativ geringen Anzahl von maximal 10 Schweißraupen 28,29 hergestellt werden kann, ist eine innige Verbindung zwischen den einzelnen Schweißraupen 28 und 29 einerseits und dem Grundmaterial der Schienenstücke 1,2 andererseits möglich. Vor allem werden dadurch in Art eines Zugbandes ausgebildete Verbindungsstege zwischen den Schienenstücken 1,2 geschaffen, für die gegenüber der Verwendung von Elektroden zur Herstellung einer derartigen Schweißverbindung mit
 15 einer erheblich geringeren Anzahl von Schweißraupen 26 bis 29 das Auslangen gefunden werden kann.

Nachdem die beiden Schienenfüße 32 der Schienenstücke 1,2 miteinander verschweißt sind, wird, wie aus den Fig.6 und 7 ersichtlich, eine Kühlvorrichtung 39 auf einer der beiden Seiten des Schienensteges 31 angeordnet und der Schweißspalt 41 zwischen den Stirnseiten 6 und 7 durch Anordnung mehrerer waagrechter Schweißraupen 27 verschlossen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, den Schweißspalt 41
 20 mit senkrechten Schweißraupen 27 zu verschweißen, wobei während des Arbeitens die Kühlvorrichtung von einer Seitenwand des Schienensteges 31 auf die andere umgesetzt werden kann, sodaß ein völliges Durchschweißen des Schienensteges 31 erzielbar ist.

Nach diesem Arbeitsvorgang, während dem das Distanzstück 42 noch zwischen den Stirnseiten 6,7 der Schienenstücke 1,2 angeordnet war, wird dieses Distanzstück 42 entfernt und zusätzlich zu der Kühlvorrichtung 39 auf der der Kühlvorrichtung 39 gegenüberliegenden Seite des Schienenkopfes 30 eine weitere
 25 Kühlvorrichtung 40 angeordnet. Danach wird der Schweißspalt 41 im Bereich des Schienenkopfes 30 mit 10 bis 12 aber maximal 15 Schweißraupen 26 ausgefüllt. Die Kühlvorrichtungen 39 und 40 weisen ebenso, wie die Kühlvorrichtung 38 im Bereich des Schweißspaltes 41 entsprechende Vertiefungen 46 auf, sodaß ein Überstand der jeweiligen Schweißraupen 26 bis 29 über die Oberflächen der Schienenstücke 1,2 ermöglicht
 30 werden kann. In jenen Bereichen, wo diese Überstände über die benachbarten Flächen der Schienenstücke 1,2 störend sind, können diese mittels Abscher- oder Schleifmaschinen nachträglich entfernt werden.

Die Beaufschlagung der Kühlvorrichtungen 39 und 40 kann mit demselben Kühlkreislauf 49 erfolgen, wie bei der Kühlvorrichtung 38, es ist aber auch möglich, jeder Kühlvorrichtung 38 bzw. 39 oder 40 einen eigenen Kühlkreislauf 49 zuzuordnen.

35 Ein weiterer Vorteil dieser erfindungsgemäßen Lösung liegt aber vor allem darin, daß durch die Anordnung einer Vielzahl von Schweißraupen 26 bis 29 durch geeignete Wahl der Zusatzmaterialien und vor allem unterschiedlicher Zusatzmaterialien den Belastungen in den einzelnen Querschnittsbereichen der Schienenstücke 1,2 einfacher Rechnung getragen werden kann. So ist es dadurch möglich, beispielsweise die oberste oder mehrere der Fahrfläche 37 bzw. den Schienenkopfflanken nächstliegenden Schweißraupen
 40 26 im Bereich des Schienenkopfes 30 mit gegenüber den übrigen Schweißraupen unterschiedlichen, z.B. härteren Zusatzmaterialien herzustellen, sodaß ein erhöhter Widerstand gegen Abnutzung im Bereich des Schienenkopfes 30, insbesondere der Fahrfläche 37 bzw. der Schienenkopfflanken erzielt werden kann.

Ein besonderer Vorteil der nunmehr beschriebenen Vorgangsweise bei Herstellung der Schweißverbindung 5 in Verbindung mit dem einleitend genannten Schweißgas liegt darin, daß bei der Schaffung des Plasmas die Gasatome in Ionen und freie Elektronen bzw. Schutzgasen dissoziiert werden, wobei die
 45 geladenen Gasteilchen auf sehr hohe Temperaturen von z.B. 6.600 bis 22.200 Grad erhitzt werden. Werden nun solche derart hoch erhitzten Gasteilchen über den Lichtbogen hinweg übertragen, geben die geladenen Plasmateilchen ihre Wärme ab, um die Schmelzelektrode 9 abzuschmelzen und den Grundwerkstoff auf- bzw. vorzuwärmen. Die danach abgekühlten Gasteilchen verbinden sich wieder um das Molekulargefüge des
 50 oder der ursprünglichen Gase zu bilden.

Es erweist sich weiters bei der Herstellung der verschiedenen Schweißzonen 22 bis 25 als vorteilhaft, wenn die unterschiedlichen Eigenschaften der Zusatzmaterialien 8 in einander unmittelbar benachbarten Schweißraupen 26,27,28,29 einer Schweißzone 22;23,24,25 bzw. Berührungsbereiches 33,34,35,36 nicht zu stark unterschiedlich sind. Ist ein derart starker Unterschied beispielsweise der Härte des Elastizitätsmoduls, der elastischen Dehnung, der Biegefestigkeit oder sonstiger maßgeblicher Materialeigenschaften gewünscht, ist es vorteilhaft, diese Werte linear oder exponentiell über mehrere Lagen hinweg kontinuierlich ansteigen zu lassen, um dann zum Endwert zu gelangen. Dadurch werden innere Spannungen in der Schweißnaht vermieden und es können auch bei den nachfolgenden Betriebsbelastungen Spannungsrisse

verhindert werden.

Weiters ist auch bei der Herstellung der einzelnen Schweißraupen 26 bis 29 zu berücksichtigen, daß ein einheitliches Gefüge vor allem bei hohen Festigkeiten erzielt werden kann, wenn die einzelnen Schweißraupen 26 bis 29 in den verschiedenen einander benachbarten Schweißzonen 22 bis 25 unmittelbar aufeinanderfolgend aufgetragen werden. Dadurch wird ein mehrfaches Erkalten und Erhitzen des Verbindungsbereiches mit den schädlichen Nachteilen hinsichtlich Versprödung und internen Spannungen ausgeschaltet. Dies trifft natürlich nicht nur auf die Herstellung der benachbarten Schweißraupen 26 bis 29 in jeweils jeder Schweißzone 22 bis 25, sondern auch für das unmittelbar aufeinanderfolgende Herstellen in den einander benachbarten Schweißzonen 22 bis 25 in ihren Berührungsbereichen 33 bis 36 zu, da dadurch interne Spannungen zwischen den Schweißzonen 22 bis 25 verhindert und zusätzliche Gefügeveränderungen in den Berührungsbereichen 33 bis 36 zwischen den einzelnen Schweißzonen 22 bis 25 vermieden werden können.

Als vorteilhaft hat es sich dabei auch erwiesen, wenn die einander unmittelbar benachbarten aufeinanderfolgend hergestellten Schweißraupen 26 bis 29 in einer Schweißzone 22;23;24;25 bzw. in den ineinander benachbarten Schweißzonen 22 bis 25 in jeweils entgegengesetzten Schweißrichtungen aufgetragen werden. Dies hat den Vorteil, daß Gefügeveränderungen am Beginn jedes Schweißvorganges vermieden werden können, da diese Schweißraupe 26 bis 29 als endlose theoretisch zick-zack-förmig hin- und herlaufende Schweißraupe 26 bis 29 hergestellt wird und somit Übergangsverluste, bedingt durch den erneuten Schweißbeginn, im Randbereich der Schweißzone 22 bis 25 zwischen den einzelnen Schweißraupen 26 bis 29 verhindert werden können.

Dabei kann es sich auch als vorteilhaft erweisen, wenn die nacheinander hergestellten Schweißraupen 26 bis 29 einer Schweißzone 22 bis 25 bzw. der Schweißraupen 26 bis 29 in einander benachbarten Schweißverbindungen 5 in Schienenlängsrichtung gegeneinander versetzt, jedoch in senkrecht zur Schienenlängsrichtung verlaufenden Randbereichen überlappend angeordnet sind. Diese lageweise Versetzung der Schweißraupen 26 bis 29, beispielsweise um die halbe Teilung, um eine Art Verbundkonstruktion wie bei einem Mauerwerk aus Ziegeln herzustellen, bietet eine innigere Verzahnung der einzelnen Schweißraupen 26 bis 29 bzw. der einzelnen Lagen des Zusatzmaterials 8, wodurch insgesamt die Eigenschaften dieser Schweißverbindung 5 erheblich verbessert werden können.

Selbstverständlich ist es im Rahmen der Erfindung möglich, über die gezeigten Ausführungsbeispiele hinaus die Anordnung der Einzelelemente beliebig zu verändern bzw. auch unterschiedlich zu kombinieren.

Auch Einzelmerkmale aus den gezeigten Ausführungsbeispielen können eigenständige erfindungsgemäße Lösungen darstellen.

Abschließend sei noch festgehalten, daß in den Zeichnungen des Ausführungsbeispiels zum besseren Verständnis der Erfindung einzelne Teile unproportional vergrößert bzw. schematisch vereinfacht dargestellt sind.

Patentansprüche

1. Schweißverbindung zwischen zwei in Längsrichtung eines Schienenstranges hintereinander angeordneten Schienenstücken, bei welchen die einander zugewandten Stirnseiten der Schienenstücke über mehrere aus einem Zusatzmaterial gebildeten Schweißraupen miteinander verbunden sind, welches vom Schienenfuß bis zum Schienenkopf über- und nebeneinander angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schweißverbindung (5) durch den Schienenfuß (32), eine einen Schienensteg (31) und eine den Schienenkopf (30) verbindende Schweißzone (22;23;24;25) gebildet ist und daß die Schweißzonen (22 bis 25) in ineinander unmittelbar zugewendeten Berührungsbereichen (33 bis 36) formschlüssig verbunden sind und daß die Schweißzone (22) im Schienenkopf (30) aus weniger als 15 einander benachbarten in sich verschmolzenen und bevorzugt übereinander liegende annähernd parallel verlaufende Schweißraupen (26) und die Schweißzone (24,25) im Schienenfuß (32) aus weniger als 10 einander benachbarten in sich verschmolzenen, annähernd parallelen Schweißraupen (28,29) besteht.
2. Schweißverbindung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Zusatzmaterial (8) in einem zumindest einer Fahrfläche (37) des Schienenstrangs (4) unmittelbar zugewendeten Oberflächenbereich eine höhere Widerstandsfestigkeit bzw. Härte aufweist, als in den anderen Schweißzonen (23 bis 25).
3. Schweißverbindung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schweißzonen (22 bis 25) mit unterschiedlichen Zusatzmaterialien (8) hergestellt sind.

4. Schweißverbindung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schweißzonen (22 bis 25) durch mehrere Lagen hergestellt sind und vorzugsweise zumindest einzelne Lagen aus unterschiedlichen Zusatzmaterialien (8) hergestellt sind.
5. Schweißverbindung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Härte, der Elastizitätsmodul und die elastische Dehnung der Zusatzmaterialien in den Schweißzonen bzw. den Lagen in Richtung der Fahrfläche (37) bzw. in Richtung des Schienenfußes (32) linear und/oder exponentiell verändert.
6. Verfahren zum Herstellen einer Schweißverbindung zwischen einander zugewandten Stirnseiten von Schienenstücken eines Schienenstranges, bei welchen die beiden einander zugewandten Stirnseiten der Schienenstücke in der Dicke eines Schweißspaltes voneinander distanziert werden, insbesondere nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß unter Verwendung eines Schutzgases (12 bis 14), welches aus 40 % bis 70 % Argon, 25 % bis 60 % Helium, 3% bis 10 % Kohlendioxid und 0,1 % bis 1 % Sauerstoff besteht und unter Verwendung einer Schmelzelektrode (9) mit einem Durchmesser zwischen 0,8 mm und 4,0 mm und einer Stromstärke von 100 Ampere bis 1100 Ampere Schweißraupen (27) übereinanderliegend in einer im Bereich des Schienenfußes (32) angeordneten Schweißzone (24 bzw. 25) aufgetragen werden, wonach die Schweißraupen in im Bereich des Schienensteges (31) und des Schienenkopfes (30) befindlichen Schweißzonen (23,22) hergestellt werden, wobei die Schweißzone (24,25) im Schienenfuß (32) durch max. 10 und die Schweißzone (22) im Schienenkopf (30) durch max. 15 übereinanderliegende Schweißraupen (26) hergestellt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß zuerst auf der vom Schienenkopf (30) abgewendeten Aufstandsfläche der Schienenstücke dem Schweißspalt eine Kühlvorrichtung zugeordnet wird und die Schweißzone (24,25) mit Zusatzmaterial (8) aufgefüllt wird, worauf die Kühlvorrichtung (38) entfernt und der Schweißzone (23) im Bereich des Schienensteges (31) eine Kühlvorrichtung (39) zugeordnet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einzelnen Schweißraupen (26 bis 29) in den einzelnen Schweißzonen (23 bis 25) jeweils unmittelbar aufeinanderfolgend aufgetragen werden.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schweißraupen (26 bis 29) in einer der fertiggestellten Schweißzone (23,24) benachbarten weiteren Schweißzone (22;25;23,24) vor dem Erkalten der Schweißraupen (26 bis 29) in der bereits fertiggestellten Schweißzone (23,24) hergestellt werden.
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die einander unmittelbar benachbarten, aufeinanderfolgend hergestellten Schweißraupen (26 bis 29) einer Schweißzone (22 bis 25) in jeweils aufeinanderfolgenden entgegengesetzten Schweißrichtungen aufgetragen werden.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Schweißraupen (26 bis 29) in den jeweiligen Schweißzonen (22 bis 25) bzw. in den einander benachbarten Schweißzonen (22 bis 25) in Schienenlängsrichtung gegeneinander versetzt und in deren senkrecht zur Schienenlängsrichtung verlaufenden Randbereichen überlappend angeordnet werden.

Hiezu 5 Blatt Zeichnungen

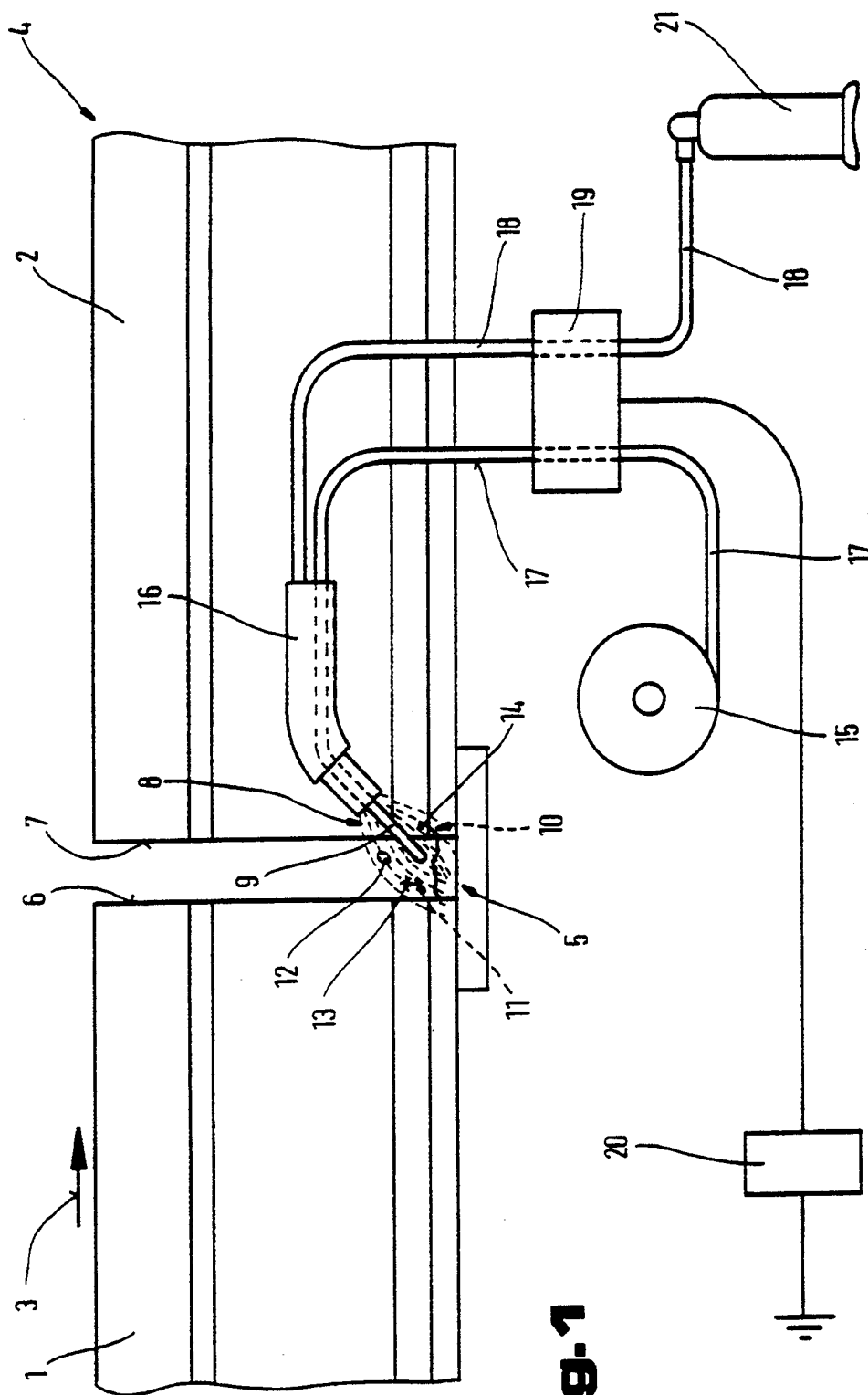


Fig. 1

Fig. 3

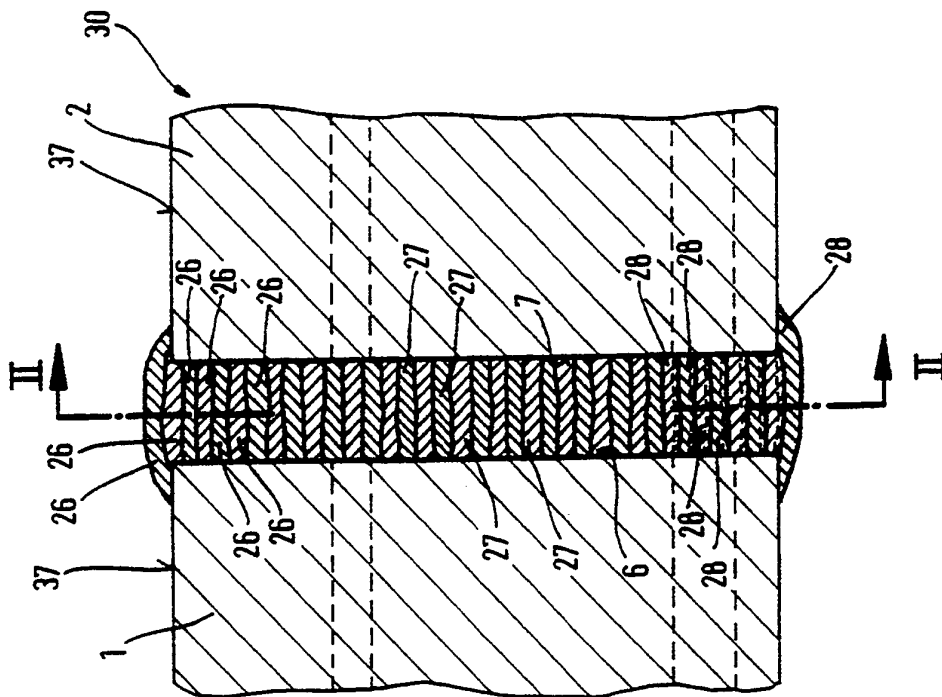
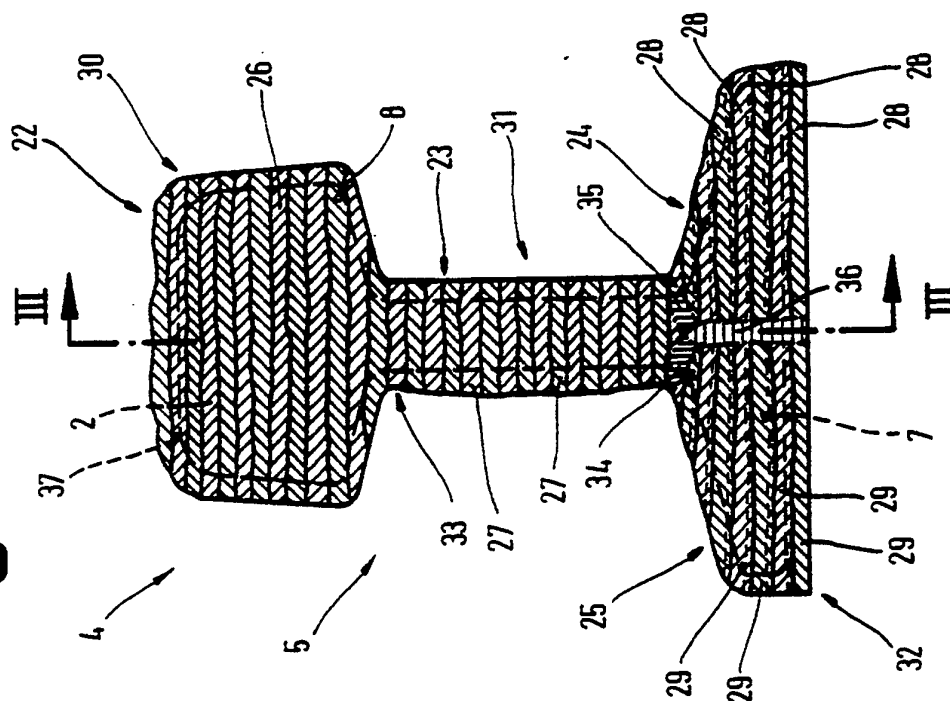


Fig. 2



Ausgegeben

25.10.1994

Int. Cl.⁵: B23K 31/00
B23K 101:26

Blatt 3

Fig. 6

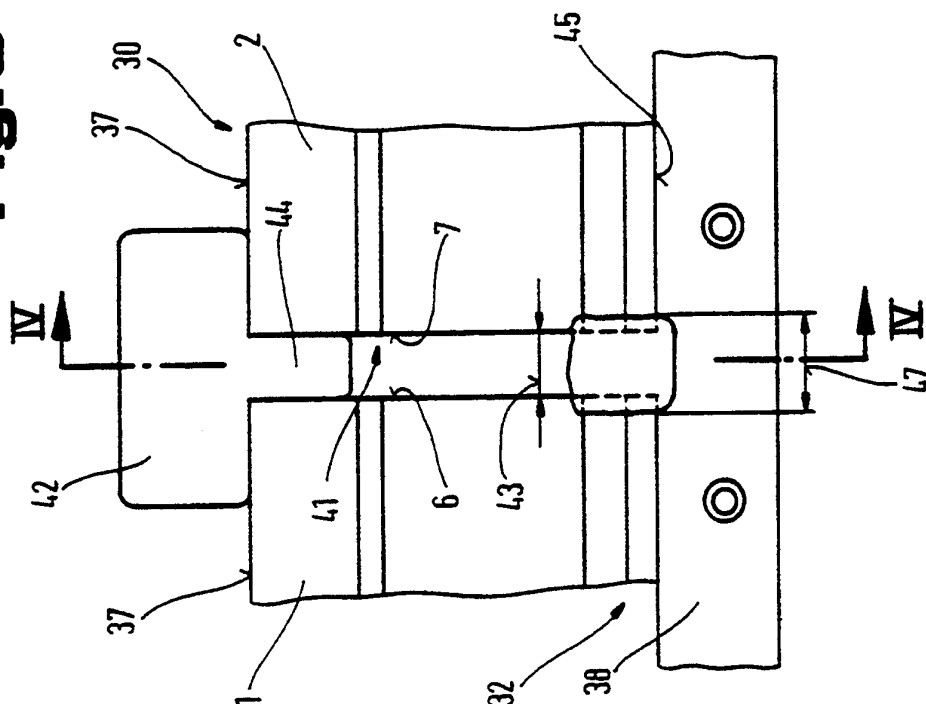


Fig. 4

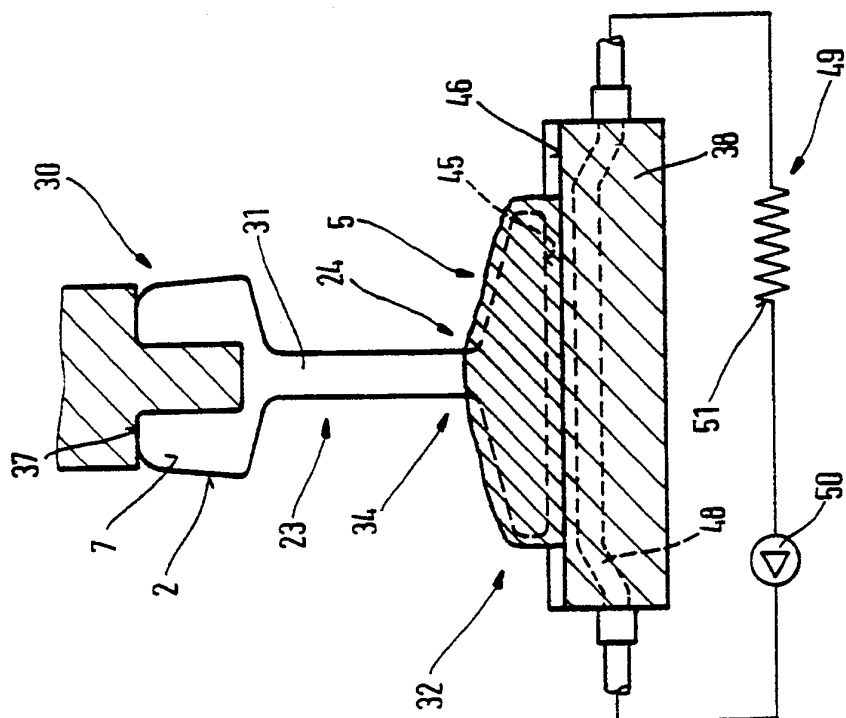
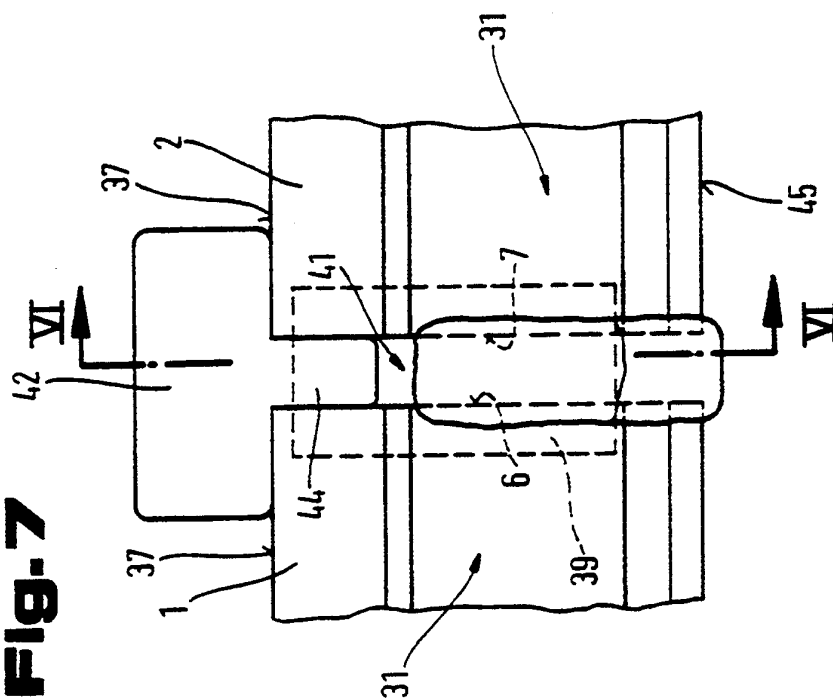


Fig. 7



சென்னை

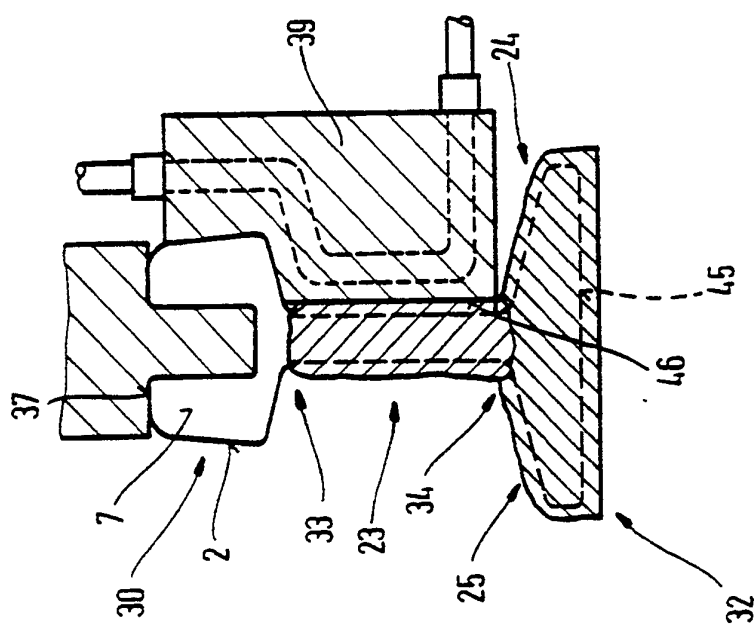


Fig. 9

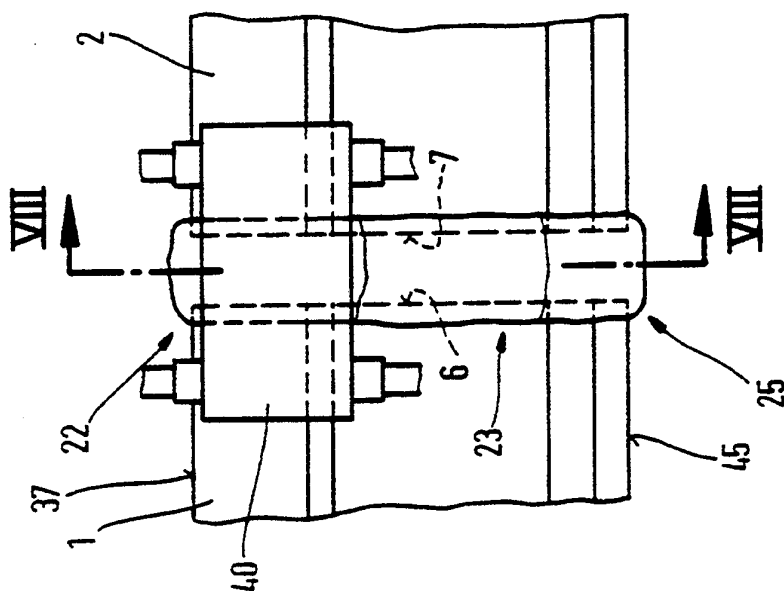


Fig. 8

