

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 943 732 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
05.12.2001 Patentblatt 2001/49

(51) Int Cl.7: **E01B 5/02**, E01B 2/00

(21) Anmeldenummer: **99890095.5**

(22) Anmeldetag: **17.03.1999**

(54) **Gleisoberbau und Schiene**

Railway track and rail

Voie de chemin de fer et rail

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL

(30) Priorität: **20.03.1998 AT 49598**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.09.1999 Patentblatt 1999/38

(73) Patentinhaber: **Österreichische Bundesbahnen**
1010 Wien (AT)

(72) Erfinder: **Stephanides, Johannes**
1220 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Widtmann, Georg, Dipl.-Ing. Dr. techn.**
Clusiusgasse 2/8
1090 Wien (AT)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 529 271 **DE-C- 4 008 299**

EP 0 943 732 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Gleisoberbau mit einem Gleis mit zumindest zwei Schienen, die insbesondere zur Gleismitte zueinander geneigt sind und jeweils einen Kopf-, Steg- und Fußteil mit einer Standfläche aufweisen als auch auf eine Schiene.

[0002] Der Gleisoberbau für schienengebundene Fahrzeuge mit Querschwellen und Schotterbett oder schotterlosem Oberbau unterliegt in zwei verschiedenen Entwicklungsrichtungen wesentlichen Änderungen. Einerseits soll die Emission von Schallwellen verringert werden und andererseits soll das Gleis für immer höhere Geschwindigkeiten geeignet sein. Mit höher steigenden Geschwindigkeiten muß bei vorgegebenem Schienenprofil und vorgegebener Schienenneigung zunehmend die Differenz zwischen dem Abstand der beiden Räder des Radsatzes zueinander, dem Spurmaß und der Spurweite des Gleises, das Spurspiel beachtet werden. Je kleiner dieses Spurspiel ist, umso größer ist die äquivalente Konizität und umso geringer ist die Grenzgeschwindigkeit des Fahrzeuges. Ab der Grenzgeschwindigkeit kommt es zum instabilen Fahrzeuglauf (Grenzzykelverhalten bzw. Instabilitätsverhalten). Instabilitätsverhalten führen in der Regel zu höheren Beanspruchungen an Rad und Schienen und zur Erhöhung der Beschleunigungen im Fahrzeugkasten, an den Drehgestellen bzw. Radsätzen. Erhöhte Beanspruchungen bedingen Verschleiß der Schienen und Räder und auch zur Veränderung der Lagegenauigkeit der Gleise. Erhöhte Beschleunigungen führen zur Verminderung des Komfortverhaltens für die Fahrgäste, erhöhen die Belastungen für zu transportierende Ladungen. Die Bauteilauslegung der Drehgestelle muß diesen erhöhten Beschleunigungsbeanspruchungen gerecht werden.

[0003] Die Schienenneigung ist ein wesentlicher Parameter für die Höhe der äquivalenten Konizität und Formstabilität der Rad- und Schienenprofile.

[0004] Eine Anpassung der Schienen- und Radprofile aneinander ist unbedingt erforderlich und es wurde in der Vergangenheit versucht, diese weitgehend durchzuführen. Das rollende Material unterschiedlicher Herkunftsländer muß geeignet sein, auf den Schienen anderer Länder ein anstandsloses Abrollen zu gewährleisten. Demgemäß sind Schienen und auch Räder mit entsprechenden Toleranzen standardisiert.

[0005] Die EP 0 529 271 A1 hat eine Vignolschiene zum Gegenstand, die einen besonders geringen Verschleiß aufweisen soll, wobei das Schienenkopfprofil mit im Querschnitt drei teilkreisförmigen Krümmungen ausgebildet ist. Diese Krümmung weist zur Krümmung der entsprechenden momentanen Kontaktfläche des sich abstützenden Rades eine konstante Differenz auf oder es weisen aufeinanderfolgende Kontaktflächen von dem Gleisbauteil und dem Rad eine sich stetig ändernde Krümmungsdifferenz auf. Eine derartige Ausbil-

dung einer Schiene weist den Nachteil auf, daß dieselbe nur an eine technische Ausbildung eines Schienenrades angepaßt ist, wohingegen für alle anderen Schienen entweder erhöhte Abnützungen oder auch ein instabiler Lauf der Räder gegeben ist, so daß die erwünschten Hochgeschwindigkeitseigenschaften nicht erreicht werden können.

[0006] In der DE 40 08 299 C1, von welchem Stand der Technik die vorliegende Erfindung ausgeht, ist eine Eisenbahnschiene mit Verschleißprofil beschrieben. Es wird hierbei postuliert, daß ein Verschleißprofil, d.h., ein bei der Benützung der Schiene sich selbsttätig einstellendes und erhaltenbleibendes Profil möglich ist. Hierbei ist allerdings nicht ausreichend berücksichtigt, daß der Verschleiß einer Schiene und auch eines Schienenrades jeweils an den Berührungspunkten, -flächen oder -linien zwischen Rad und Schiene auftritt. Ein Schienenrad weist einen Spurkranz auf, welcher zur Führung des Rades an der Schiene erforderlich ist. Weiters hat das Rad eine Lauffläche, welche ebenfalls am Schienenkopf zum Abrollen gelangt. Die einzelnen Funktionsbereiche eines Schienenrades weisen zwar zwangsweise eine idente Winkelgeschwindigkeit auf, jedoch sind aufgrund der unterschiedlichen Radien unterschiedliche Umfangsgeschwindigkeiten bedingt. Das Schienenrad muß somit zwangsweise zumindest teilweise am Schienenkopf eine Gleitbewegung durchführen. Diese Gleitbewegung bedingt sodann einen Verschleiß, wohingegen im Bereich der rein rollenden Bewegung kein Verschleiß bzw. ein wesentlich geringerer Verschleiß auftritt. Eine Schiene, insbesondere der Schienenkopf, kann somit kein Profil aufweisen, das derart ausgestaltet ist, daß ein gleichmäßiger Verschleiß entlang des gesamten Kopfes auftritt.

[0007] Der vorliegenden Erfindung ist zur Aufgabe gesetzt, einen Gleisoberbau und eine Schiene zu schaffen, welcher/welche erlaubt, bei einer gegebenen Schrägstellung der Schienen die Höhe der äquivalenten Konizität auf einen niedrigen Wert zu halten, jedoch weiters erlaubt, unerwünscht niedrige Werte zu vermeiden, um instabilen Fahrzeuglauf und Fahrzeugkastenresonanzen bei Überschreitung der Grenzgeschwindigkeit hintanzuhalten. Dadurch wird ein geringer Verschleiß an Schiene, Rad und Fahrzeug, die Lagegenauigkeit der Gleisroste über längere Instandhaltungsperioden sowie eine Herabsetzung der Schallemissionen erreicht.

[0008] Weiters werden durch die Veränderung der Profilkontur der Schiene, insbesondere bei engen Spurweiten, die Berührungspunkte zwischen Schiene und Rad möglichst weit zur Gleisaußenseite verlegt.

[0009] Der erfindungsgemäße Gleisoberbau mit einem Gleis mit zumindest zwei Schienen, die insbesondere zur Gleismitte geneigt sind und jeweils einen Kopf-, Steg- und Fußteil mit einer Standfläche aufweisen, wobei die Kopfteile beider Schienen einen, vorzugsweise prismatischen, fußnahen Bereich und einen fußfernen Bereich mit der Kontaktfläche zum Rad besitzen, wel-

che Kontaktflächen im Normalschnitt zur Schienenlängsrichtung eine erste und/oder eine zweite gekrümmte Profilkurve, insbesondere mit drei Teilkreisen, aufweisen, besteht im wesentlichen darin, daß die erste gekrümmte Profilkurve im vierten Quadranten eines rechtwinkligen Koordinatensystems in einer ersten Grenzkurve, insbesondere zwischen der ersten Grenzkurve und einer zweiten Grenzkurve, liegt, wobei die erste Grenzkurve durch zumindest drei aneinanderschließende Teilkreise gebildet ist, und eine y-Achse des rechtwinkligen Koordinatensystems von unten nach oben verläuft und der Nullpunkt, durch welchen eine x-Achse gelegt ist, dem Schnittpunkt der Kontaktfläche mit der y-Achse entspricht, und der erste Teilkreis einen Mittelpunkt mit den Koordinaten $x = 0,0$, $y = -1,806 \cdot b$ und einen Radius von $1,806 \cdot b$, der zweite Teilkreis einen Mittelpunkt mit den Koordinaten $x = 9,414 \cdot 10^{-2} \cdot b$, $y = -8,379 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und einen Radius von $8,333 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und der dritte Teilkreis einen Mittelpunkt mit den Koordinaten $x = 2,000 \cdot 10^{-1} \cdot b$, $y = -3,209 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und einen Radius von $3,056 \cdot 10^{-1} \cdot b$ aufweist, wobei b den zweifachen größten Normalabstand der ersten gekrümmten Profilkurve zur y-Achse darstellt und die zweite Grenzkurve durch Subtraktion absoluter y- von den absoluten y-Werten der ersten Grenzkurve bei vorgegebenen x-Werten erhalten ist, und das Vorzeichen des Wertes dem der ersten Grenzkurve entspricht, wobei die zu substrahierenden y-Werte durch die absoluten Werte zumindest zweier einander schneidende Geraden definiert sind, und die erste Gerade durch den Nullpunkt geht und durch die Gleichung $y = 0,02 \cdot x$ und anschließend ab dem Schnittpunkt mit einer zweiten Geraden durch diese mit der Gleichung $y = -0,17 \cdot x - 0,0375 \cdot b$ gegeben sind, wobei die zweite gekrümmte Profilkurve im dritten Quadranten in einer dritten Grenzkurve, insbesondere zwischen der dritten Grenzkurve und einer vierten Grenzkurve, liegt, wobei die Werte der dritten Grenzkurve und die der vierten Grenzkurve durch Multiplizieren der x-Werte mit -1 bei identen y-Werten der ersten und der zweiten Grenzkurve erhalten sind und die gekrümmten Profilkurven stetig und monoton sind.

[0010] Der Verlauf der Grenzkurven wurde empirisch ermittelt. Die Schienenköpfe müssen nicht symmetrisch, bezogen auf die Symmetrieebene durch den Stegteil, ausgebildet sein, sondern es ist bei im Einsatz befindlichen Schienen ausreichend, wenn jene Bereiche der Kontaktflächen geschliffen werden, welche tatsächlich als Kontaktflächen zu den Rädern dienen. Bei der Neuankfertigung von Schienen ist es jedoch zweckmäßig, dieselben symmetrisch auszugestalten, da einerseits die Austauschbarkeit der Schienen gegeben ist und gleichzeitig eine Material- und damit auch Gewichtersparnis erhalten werden kann. Durch die Kontaktflächen, deren Normalschnitt zur Schienenlängsrichtung innerhalb der beiden Grenzkurven liegt, kann erreicht werden, daß auch bei unterschiedlicher Spurweite und unterschiedlichster Neigung der Schienen zur

Gleismitte die Bereiche der Berührung mehr zur Symmetrieebene, die durch den Steg gelegt werden kann, gebracht werden. Durch die angegebenen Grenzen wird das auch bei Schienen erreicht, die in Geraden aber auch in Bögen bis zu 700 m bzw. 600 m liegen. Durch die weitere Bedingung, daß die Krümmung der Lauffläche stetig sein soll, werden bevorzugte Stellen der Abnutzung, die zwangsweise auch zu Schwingungen führen, vermieden. Durch die weitere Bedingung, daß die Kurvenprofile monoton sein sollen, wird erreicht, daß durchgehende Kontaktflächen vorliegen.

[0011] Eine weitere Positionierung der zweiten Grenzkurve liegt dann vor, wenn die zweite Gerade sich mit einer dritten Geraden der Gleichung $y = 0,0475 \cdot b$ schneidet und ab diesem Schnittpunkt die absoluten y-Werte der dritten Geraden von den absoluten y-Werten der ersten Grenzkurve bei vorgegebenen x-Werten substrahiert und das Vorzeichen dem des Wertes der ersten Grenzkurve entspricht, wobei durch diese Werte der weitere Verlauf der zweiten Grenzkurve gegeben ist. Damit wird auch im untersten Bereich der Kontaktfläche des Schienenkopfes eine genaue Definition des Verlaufes der zweiten Krümmung angegeben, wobei sich die zweite Grenzkurve an die erste Grenzkurve sich immer mehr annähert und fast in dieselbe übergeht.

[0012] Weist die Standfläche der Schiene normal zur Schienenlängsrichtung gesehen und auf die Fahrbahn bezogen eine Neigung von 1 : 38 bis 1 : 42, insbesondere 1 : 40, auf, so ist eine besonders gute Übereinstimmung zwischen der Neigung der Schienen zueinander und der Ausbildung der Kontaktfläche gegeben.

[0013] Weist der Stegteil eine in Schienenlängsrichtung verlaufende Symmetrieebene auf, in welcher die y-Achse des Koordinatensystems liegt, so ist eine besonders gute Kraftweiterleitung von dem Rad auf die Schiene und auf den darunter befindlichen Gleisoberbau gewährleistet.

[0014] Weist die x-Achse eine Neigung auf, die einer Neigung 1 : 38 bis 1 : 42, insbesondere 1 : 40, entspricht, so ist die Ausbildung der Kontaktfläche der Schiene unabhängig von der Neigung der Schienenfüße bzw. Schienenstege. Eine derartige Ausbildung ist insbesondere bei der nachträglichen Formgebung des Schienenkopfes, beispielsweise durch Schleifen, von besonderer Bedeutung, da eine fast den theoretischen Werten entsprechende Optimierung der Kontaktfläche erreicht werden kann.

[0015] Die erfindungsgemäße Schiene mit einem Steg-, Fuß- mit einer Standfläche und einem in Kopfteil mit einem, vorzugsweise prismatischen fußnahen Bereich und einem fußfernen Bereich mit der Kontaktfläche zum in Rad, welche im in Normalschnitt zur Schienenlängsrichtung eine erste gekrümmte Profilkurve, insbesondere mit drei Teilkreisen, aufweist, besteht im wesentlichen darin, daß die erste gekrümmte Profilkurve im vierten Quadranten eines rechtwinkligen Koordinatensystems in einer ersten Grenzkurve, insbesondere zwischen der ersten Grenzkurve und einer

zweiten Grenzkurve, liegt, wobei die erste Grenzkurve durch zumindest drei aneinanderschließende Teilkreise gebildet ist, und eine y-Achse des rechtwinkligen Koordinatensystems von unten nach oben verläuft und der Nullpunkt, durch welchen eine x-Achse gelegt ist, dem Schnittpunkt der Kontaktfläche mit der y-Achse entspricht, und der erste Teilkreis einen Mittelpunkt mit den Koordinaten $x = 0,0$, $y = -1,806 \cdot b$ und einen Radius von $1,806 \cdot b$, der zweite Teilkreis einen Mittelpunkt mit den Koordinaten $x = 9,414 \cdot 10^{-2} \cdot b$, $y = -8,379 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und einen Radius von $8,333 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und der dritte Teilkreis einen Mittelpunkt mit den Koordinaten $x = 2,000 \cdot 10^{-1} \cdot b$, $y = -3,209 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und einen Radius von $3,056 \cdot 10^{-1} \cdot b$ aufweist, wobei b den zweifachen größten Normalabstand der ersten gekrümmten Profilkurve zur y-Achse darstellt und die zweite Grenzkurve durch Subtraktion der absoluten y- von den absoluten y-Werten der ersten Grenzkurve bei vorgegebenen x-Werten erhalten ist, und das Vorzeichen des Wertes dem der ersten Grenzkurve entspricht, wobei die zu subtrahierenden y-Werte durch die absoluten Werte zumindest zweier einander schneidende Geraden definiert sind, wobei die erste Gerade durch den Nullpunkt geht und durch die Gleichung $y = 0,02 x$ und anschließend ab dem Schnittpunkt mit einer zweiten Geraden durch diese mit der Gleichung $y = -0,17 x - 0,0375 \cdot b$ gegeben sind, und die gekrümmte Profilkurve eine stetige und monotone Kurve darstellt. Damit ist eine Schiene gegeben, die sowohl für die Gerade als auch für Bögen mit einem Radius bis zu 600 m besonders geeignet ist, wobei die Ausgestaltung eine überaus genaue Führung der unterschiedlichsten standardisierten Schienenräder erlaubt und durch geeignete Neigung auch sichergestellt ist, daß selbst bei engeren Spurweiten die Berührungsbereiche mehr zur Mitte des Schienenkopfes gebracht sind. Weiters können die bereits zu Anspruch 1 angeführten Vorteile erreicht werden.

[0016] Schneidet sich die zweite Gerade mit einer dritten Geraden der Gleichung $y = 0,0475 \cdot b$ und sind ab diesem Schnittpunkt die absoluten y-Werte der dritten Geraden von den absoluten y-Werten der ersten Grenzkurve bei vorgegebenen x-Werten subtrahiert und entspricht das Vorzeichen dem des Wertes der ersten Grenzkurve und ist durch diese Werte der weitere Verlauf der zweiten Grenzkurve gegeben, so kann eine besonders gute Anpassung der Kontaktfläche am Schienenkopf auch im schienenfußnahen Bereich erreicht werden. Der schienenfußnahe Bereich ist von besonderem Interesse, da das Rad mit seinen Kooperationsflächen in diesem Bereich die größte Umlaufgeschwindigkeit aufweist.

[0017] Weist der Stegteil eine in Schienenlängsrichtung verlaufende Symmetrieebene auf, in welcher die y-Achse des Koordinatensystems liegt, so ist eine symmetrische Ausbildung des Schienenkopfes bedingt, wodurch Schienen gewendet werden können. Weiters ist eine besonders gute Krafteinleitung von dem Rad auf die Schiene und von der Schiene in den Gleisoberbau

gewährleistet.

[0018] Liegt an Stelle der oder zusätzlich zur ersten gekrümmten Profilkurve eine zweite gekrümmte Profilkurve im dritten Quadranten in einer dritten Grenzkurve, insbesondere zwischen der dritten Grenzkurve und einer vierten Grenzkurve, wobei die Werte der dritten Grenzkurve und die der vierten Grenzkurve durch Multiplizieren der x-Werte mit -1 bei identen y-Werten der ersten und der zweiten Grenzkurve erhalten sind und die gekrümmten Profilkurven stetig und monoton sind, so ist eine vollkommen symmetrische Ausbildung der Schienen gewährleistet, die auch bei Wenden der Schiene sicherstellt, daß die Kontaktfläche zum Rad, bezogen auf die Neigung der Schiene, also Neigung der Schiene zur Schienenmitte, optimiert ausgebildet ist.

[0019] Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert.

[0020] Es zeigen:

[0021] Fig. 1 in schematischer Darstellung den Schnitt durch einen Gleisoberbau.

[0022] Fig. 2 den Normalschnitt durch eine Schiene.

[0023] Fig. 3 den Normalschnitt durch eine Schiene im Bereich des Kopfteiles.

[0024] Fig. 4 ein Diagramm von drei Geraden,

[0025] Fig. 5 die äquivalente Konizität in Abhängigkeit von der Spurweite und der Schienenneigung nach dem Stand der Technik und

[0026] Fig. 6 die Abhängigkeit der äquivalenten Konizität von der Spurweite und der Schienenneigung.

[0027] Bei dem in Fig. 1 dargestellten Gleisoberbau sind zwei Schienen 1, 2 auf einer Trägerplatte 3 eines schotterlosen Oberbaues lösbar befestigt. Die Schienen 1, 2 sind zur Gleismitte hin geneigt und liegen auf geneigt ausgebildeten Aufstandsflächen 4 auf. Durch die Neigung der Schienen zueinander kann die Spurweite s , die durch den geringsten Abstand der Schienenköpfe zueinander bestimmt ist, erreicht werden.

[0028] Die in Fig. 2 im Schnitt dargestellte Vignolschiene weist einen Fußteil 5 mit einer Standfläche 6, einen Stegteil 7 und einen Kopfteil 8 auf. Der Kopfteil gliedert sich in einen fußnahen Bereich 9 und einen fußfernen Bereich 10. Der fußferne Bereich des Kopfteiles umschließt die Kontaktfläche 11. Die Schiene weist eine maximale Breite b von 72 mm auf. Durch die Symmetrieebene M wird die Schiene, sowohl bezogen auf den Fuß, den Stegteil als auch den Kopfteil, in zwei spiegelgleiche idente Teile geteilt. Der Schnitt durch die Symmetrieebene M und der Normalebene, durch welche der Schnitt der Schiene erhalten wurde, stellt die y-Koordinate eines rechtwinkligen Koordinatensystems dar. Der Nullpunkt des Koordinatensystems liegt in der Kontaktfläche 11, durch welchen die auf die y-Koordinate normal stehende x-Koordinate geführt ist, welche ebenfalls in der Normalebene zu liegen kommt.

[0029] In Fig. 3 ist der fußferne Bereich 10 eines Kopfteiles der Schiene im Schnitt in dem Koordinatensystem gemäß Fig. 2 dargestellt. Durch die Krümmung U ist die Krümmung einer Standardschiene gemäß UIC 60 wie-

dergegeben, wohingegen durch die Grenzkurven G_1 und G_2 bzw. G_3 und G_4 die beiden Bereiche im IV bzw. III Quadranten angeführt sind, zwischen welchen die erfindungsgemäße Ausbildung einer Kontaktfläche des Schienenkopfes liegt. Die in Fig. 3 dargestellte Ausbildung eines Schienenkopfes ist symmetrisch. Es kann jedoch der Schienenkopf, insbesondere wenn Schienen nachgeschliffen werden sollen, asymmetrisch ausgebildet werden, so daß lediglich jene Kontaktfläche, die zur Gleismitte weist, die erfindungsgemäße Ausbildung besitzt. Die Grenzkurve G_1 ist eine stetige und monotone Krümmung und kann auch bereits die Krümmung der Kontaktfläche sein. Alle anderen Ausbildungen der Krümmung müssen in dem Bereich zwischen den Grenzkurven G_1 und G_2 liegen und zusätzlich noch die Bedingung erfüllen, daß sie stetig und monoton sind. Die Grenzkurve G_1 wird durch drei Teilkreise P_1 , P_2 und P_3 mit den Mittelpunkten M_1 , M_2 und M_3 und den Radien r_1 , r_2 und r_3 erhalten. Die Koordinaten der Kreismittelpunkte sind wie folgt:

$$\begin{aligned} M_1: \quad & x = 0 \\ & y = -1,806 \cdot b = -130,0 \text{ mm} \\ M_2: \quad & x = 9,414 \cdot 10^{-2} \cdot b = 6,778 \text{ mm} \\ & y = -8,379 \cdot 10^{-1} \cdot b = -60,329 \text{ mm} \\ M_3: \quad & x = 2,000 \cdot 10^{-1} \cdot b = 14,403 \text{ mm} \\ & y = -3,209 \cdot 10^{-1} \cdot b = -23,102 \text{ mm} \end{aligned}$$

[0030] Die Radien betragen

$$\begin{aligned} r_1 &= 1,806 \cdot b = 130,0 \text{ mm} \\ r_2 &= 8,333 \cdot 10^{-1} \cdot b = 60,0 \text{ mm} \\ r_3 &= 3,056 \cdot 10^{-1} \cdot b = 22,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

[0031] Die Breite b der Schiene beträgt 72 mm.

[0032] Zu dieser so erhaltenen Grenzkurve G_1 , die auch im Mittelbereich keine ebene Fläche, sondern eine gekrümmte Fläche ist, werden sodann die im Diagramm der Fig. 4 von drei Geraden g_1 , g_2 und g_3 dargestellten Koordinatenwerte x und y addiert.

[0033] Die Gerade g_1 ist in dem ersten Quadranten durch die Gleichung $y = 0,02 x$, die Gerade g_2 durch die Gleichung $y = 0,17 x - 0,0375 \cdot b$ und die dritte Gerade g_3 durch die Gleichung $y = 0,0475 \cdot b$ definiert. Bei symmetrischer Ausbildung des Schienenkopfes liegt ein spiegelsymmetrischer Verlauf der Geraden im zweiten Quadranten II vor. Die Gerade g_1 schneidet die Gerade g_2 , wobei die Werte, die zur Substraktion gelangen, ab dem Schnittpunkt zum Einsatz kommen. Die Gerade g_2 schneidet die Gerade g_3 , wonach die Werte von g_3 zum Einsatz kommen. Wie aus diesem Diagramm ersichtlich, kann der fußnahe Bereich des Kopfteiles beliebig ausgebildet sein.

[0034] Die Profilkurve K_2 im dritten Quadranten III liegt zwischen den Grenzkurven G_3 und G_4 , welche spiegelsymmetrisch zu den Grenzkurven G_1 und G_2 sind. Die x -Werte der Grenzkurven G_3 und G_4 werden durch Multiplizieren der Werte der Grenzkurven G_1 und

G_2 mit -1 erhalten.

[0035] In dem Diagramm gemäß Fig. 5 ist die äquivalente Konizität in Abhängigkeit von der Spurweite eines Gleises, u , zw. einer Schiene UIC 60, wie sie in Fig. 3 mit der Krümmung U angegeben ist, dargestellt. Bei einer Konizität von 0,4 liegt ein Grenzwert vor, der nicht überschritten werden soll. Durch die Linie a_1 ist die äquivalente Konizität mit einem Gleis dargestellt, bei dem die Schienen keine Neigung aufweisen, mit a_2 mit einer Schienenneigung von 1 : 20 und a_3 einer Schienenneigung von 1 : 40. Wie diesem Diagramm zu entnehmen, ist der Grenzwert bei der Schiene ohne Neigung bereits bei einer Spurweite von ca. 1.434 mm, bei einer Schienenneigung von 1 : 40 bei 1.431 mm und bei einer Schienenneigung 1 : 20 bei 1.427,5 mm überschritten.

[0036] Bei der erfindungsgemäßen Ausbildung der Kontaktfläche sind die äquivalenten Konizitätswerte wesentlich besser, u zw. 0,1 bis 0,25, wie Fig. 6 zu entnehmen. Die Linie a_4 gibt das Verhalten einer erfindungsgemäßen Schiene bzw. Gleis wieder, die keine Schienenneigung aufweist, a_5 , die eine Schienenneigung von 1 : 20 und a_6 , die eine Schienenneigung von 1 : 40 aufweist. Der kritische Wert von 0,4 von der äquivalenten Konizität wird bei der Schiene ohne Neigung erst bei einer Spurweite von 1.229 mm erreicht, wohingegen bei den beiden anderen Schienenneigungen, selbst bei einer Spurweite von 1.428 mm, der kritische Wert noch längst nicht erreicht ist.

[0037] Es ist nicht erforderlich, daß die gesamte Schiene eine bestimmte Neigung aufweist, sondern es kann der Schienenkopf, wie in Fig. 3 strichliert dargestellt, geneigt ausgebildet sein, d. h., daß das Koordinatensystem x' und y' geneigt zur Symmetrieebene M angeordnet ist. Die Kontaktfläche 11' entspricht somit der erfindungsgemäßen Ausbildung bei einem symmetrischen Schienenkopf und einer bevorzugten Neigung von 1 : 40.

[0038] Bei der erfindungsgemäßen Ausbildung der Schienen wird erreicht, daß die Berührungsflächen zwischen Rad und Schiene in den fußfernen Bereich verschoben werden, so daß die Relativ-geschwindigkeitsunterschiede in den Berührungsflächen des Rades geringer werden, so daß die Abnutzung sowohl des Rades als auch der Schiene geringer werden. Gleichzeitig werden auch die Berührungsflächen mehr zur Schienenmitte verlagert, wodurch auch ein erhöhtes Stabilitätsverhalten des Fahrzeuges auf der Schiene erreicht wird, so daß die Beanspruchung der einzelnen Konstruktionsteile des Fahrzeuges geringer gehalten werden kann.

Patentansprüche

1. Gleisoberbau mit einem Gleis mit zumindest zwei Schienen (1, 2), die insbesondere zur Gleismitte geneigt sind und jeweils einen Kopf-(8), Steg- (7) und Fußteil (5) mit einer Standfläche (6) aufweisen, wobei die Kopfteile (8) beider Schienen einen, vor-

zugsweise prismatischen, fußnahen Bereich (9) und einen fußfernen Bereich (10) mit der Kontaktfläche (11) zum Rad besitzen, welche Kontaktflächen (11) im Normalschnitt zur Schienenlängsrichtung eine erste und/oder eine zweite gekrümmte Profilkurve (K_1 , K_2) insbesondere mit drei Teilkreisen (P_1 , P_2 , P_3), aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste gekrümmte Profilkurve (K_1) im vierten Quadranten (IV) eines rechtwinkligen Koordinatensystems in einer ersten Grenzkurve (G_1), insbesondere zwischen der ersten Grenzkurve (G_1) und einer zweiten Grenzkurve (G_2), liegt, wobei die erste Grenzkurve (G_1) durch zumindest drei aneinanderschließende Teilkreise (P_1 , P_2 , P_3) gebildet ist, und eine y-Achse des rechtwinkligen Koordinatensystems von unten nach oben verläuft und der Nullpunkt, durch welchen eine x-Achse gelegt ist, dem Schnittpunkt der Kontaktfläche (11) mit der y-Achse entspricht, und der erste Teilkreis (P_1) einen Mittelpunkt (M_1) mit den Koordinaten $x = 0,0$, $y = -1,806 \cdot b$ und einen Radius (r_1) von $1,806 \cdot b$, der zweite Teilkreis (P_2) einen Mittelpunkt (M_2) mit den Koordinaten $x = 9,414 \cdot 10^{-2} \cdot b$, $y = -8,373 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und einen Radius (r_2) von $8,333 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und der dritte Teilkreis (P_3) einen Mittelpunkt (M_3) mit den Koordinaten $x = 2,000 \cdot 10^{-1} \cdot b$, $y = -3,209 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und einen Radius (r_3) von $3,056 \cdot 10^{-1} \cdot b$ aufweist, wobei b den zweifachen größten Normalabstand der ersten gekrümmten Profilkurve (K_1) zur y-Achse darstellt und die zweite Grenzkurve (G_2) durch Subtraktion absoluter y- von den absoluten y-Werten der ersten Grenzkurve (G_1) bei vorgegebenen x-Werten erhalten ist, und das Vorzeichen des Wertes dem der ersten Grenzkurve entspricht, wobei die zu substrahierenden y-Werte durch die absoluten Werte zumindest zweier einander schneidende Geraden (g_1 , g_2) definiert sind, und die erste Gerade (g_1) durch den Nullpunkt geht und durch die Gleichung $y = 0,02 \cdot x$ und anschließend ab dem Schnittpunkt mit einer zweiten Geraden (g_2) durch diese mit der Gleichung $y = -0,17 \cdot x - 0,0375 \cdot b$ gegeben sind, wobei die zweite gekrümmte Profilkurve (K_2) im dritten Quadranten in einer dritten Grenzkurve (G_3), insbesondere zwischen der dritten Grenzkurve (G_3) und einer vierten Grenzkurve (G_4), liegt, wobei die Werte der dritten Grenzkurve (G_3) und die der vierten Grenzkurve (G_4) durch Multiplizieren der x-Werte mit -1 bei identen y-Werten der ersten und der zweiten Grenzkurve (G_1 und G_2) erhalten sind und die gekrümmten Profilkurven stetig und monoton sind.

2. Gleisoberbau mit einem Gleis mit zumindest zwei Schienen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zweite Gerade (g_2) sich mit einer dritten Geraden (g_3) der Gleichung $y = 0,0475 \cdot b$ schneidet und ab diesem Schnittpunkt die absoluten y-Werte der dritten Geraden (g_3) von den abso-

luten y-Werten der ersten Grenzkurve (G_1) bei vorgegebenen x-Werten substrahieren und das Vorzeichen dem des Wertes der ersten Grenzkurve (G_1) entspricht, wobei durch diese Werte der weitere Verlauf der zweiten Grenzkurve (G_2) gegeben ist.

3. Gleisoberbau mit einem Gleis mit zumindest zwei Schienen nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Standfläche (6) der Schiene (1, 2) normal zur Schienenlängsrichtung gesehen und auf die Fahrbahn bezogen eine Neigung von 1 : 38 bis 1 : 42, insbesondere 1 : 40, aufweist.
4. Gleisoberbau nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei der Stegteil (7) eine in Schienenlängsrichtung verlaufende Symmetrieebene (M) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die y-Achse des Koordinatensystems in der Symmetrieebene (M) liegt.
5. Gleisoberbau nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die x-Achse eine Neigung aufweist, die einer Neigung 1 : 38 bis 1 : 42, insbesondere 1 : 40, entspricht.
6. Schiene, insbesondere für einen Gleisoberbau nach einem der Ansprüche 1 bis 5 mit einem Stegteil (7), Fuß- (5) mit einer Standfläche (6) und einem Kopfteil (8) mit einem, vorzugsweise prismatischen fußnahen Bereich (9) und einem fußfernen Bereich (10) mit der Kontaktfläche zum Rad, welche im Normalschnitt zur Schienenlängsrichtung eine erste gekrümmte Profilkurve (K_1), insbesondere mit drei Teilkreisen (P_1 , P_2 , P_3), aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die erste gekrümmte Profilkurve (K_1) im vierten Quadranten (IV) eines rechtwinkligen Koordinatensystems in einer ersten Grenzkurve (G_1), insbesondere zwischen der ersten Grenzkurve (G_1) und einer zweiten Grenzkurve (G_2), liegt, wobei die erste Grenzkurve (G_1) durch zumindest drei aneinanderschließende Teilkreise (P_1 , P_2 , P_3) gebildet ist, und eine y-Achse des rechtwinkligen Koordinatensystems von unten nach oben verläuft und der Nullpunkt, durch welchen eine x-Achse gelegt ist, dem Schnittpunkt der Kontaktfläche (11) mit der y-Achse entspricht, und der erste Teilkreis (P_1) einen Mittelpunkt (M_1) mit den Koordinaten $x = 0,0$, $y = -1,806 \cdot b$ und einen Radius (r_1) von $1,806 \cdot b$, der zweite Teilkreis (P_2) einen Mittelpunkt (M_2) mit den Koordinaten $x = 9,414 \cdot 10^{-2} \cdot b$, $y = -8,373 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und einen Radius (r_2) von $8,333 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und der dritte Teilkreis (P_3) einen Mittelpunkt (M_3) mit den Koordinaten $x = 2,000 \cdot 10^{-1} \cdot b$, $y = -3,209 \cdot 10^{-1} \cdot b$ und einen Radius (r_3) von $3,056 \cdot 10^{-1} \cdot b$ aufweist, wobei b den zweifachen größten Normalabstand der ersten gekrümmten Profilkurve (K_1) zur y-Achse darstellt und die zweite Grenzkurve (G_2) durch Subtraktion der absoluten y- von den abso-

luten y-Werten der ersten Grenzkurve (G_1) bei vorgegebenen x-Werten erhalten ist, und das Vorzeichen des Wertes dem der ersten Grenzkurve (G_1) entspricht, wobei die zu substrahierenden y-Werte durch die absoluten Werte zumindest zweier einander schneidende Geraden (g_1 , g_2) definiert sind, wobei die erste Gerade (g_1) durch den Nullpunkt geht und durch die Gleichung $y = 0,02$ und anschließend ab dem Schnittpunkt mit einer zweiten Geraden (g_2) durch diese mit der Gleichung $y = -0,17 x - 0,0375 \cdot b$ gegeben sind, und die gekrümmte Profilkurve eine stetige und monotone Kurve darstellt.

7. Schiene nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die zweite Gerade (g_2) mit einer dritten Geraden (g_3) der Gleichung $y = 0,0475 b$ schneidet und ab diesem Schnittpunkt die absoluten y-Werte der dritten Geraden (g_3) von den absoluten y-Werten der ersten Grenzkurve (G_1) bei vorgegebenen x-Werten substrahiert und das Vorzeichen dem des Wertes der ersten Grenzkurve (G_1) entspricht und durch diese Werte der weitere Verlauf der zweiten Grenzkurve (G_2) gegeben ist
8. Schiene nach Anspruch 6 oder 7, wobei der Stegteil (7) eine in Schienenlängsrichtung verlaufende Symmetrieebene (M) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die y-Achse des Koordinatensystems in der Symmetrieebene (M) liegt.
9. Schiene nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** an stelle der oder zusätzlich zur ersten gekrümmten Profilkurve (K_1) eine zweite gekrümmte Profilkurve (K_2) im dritten Quadranten (III) in einer dritten Grenzkurve (G_3), insbesondere zwischen der dritten Grenzkurve (G_3), und einer vierten Grenzkurve (G_4) liegt, wobei die Werte der dritten Grenzkurve (G_3) und die der vierten Grenzkurve (G_4) durch Multiplizieren der x-Werte mit -1 bei identen y-Werten der ersten und der zweiten Grenzkurve (G_1 und G_2) erhalten sind und die gekrümmten Profilkurven (K_1 , K_2) stetig und monoton sind.

Claims

1. Track superstructure with a track with at least two rails (1, 2), which in particular are inclined towards the middle of the track and in each case exhibit a head part (8), web part (7) and foot part (5) with a base surface (6), whereby the head parts (8) of both rails have a, preferably prismatic, region (9) nearer to the foot and a region (10) further from the foot with the contact surface (11) for the wheel, which contact surfaces (11) in the normal section to the longitudinal direction of the rail exhibit a first and/or a second curved profile curve (K_1 , K_2) in particular

with three reference circles (P_1 , P_2 , P_3), **characterised in that** the first curved profile curve (K_1) lies in the fourth quadrant (IV) of a rectangular co-ordinate system in a first limiting curve (G_1), in particular between the first limiting curve (G_1) and a second limiting curve (G_2), whereby the first limiting curve (G_1) is formed by at least three contiguous reference circles (P_1 , P_2 , P_3), and a y axis of the rectangular co-ordinate system runs from the bottom upwards and the origin through which an x axis is passed corresponds to the point of intersection of the contact surface (11) with the y axis, and the first reference circle (P_1) has a centre (M_1) with the co-ordinates $x = 0,0$, $y = -1.806 \cdot b$ and a radius (r_1) of $1.806 \cdot b$, the second reference circle (P_2) has a centre (M_2) with the co-ordinates $x = 9.414 \cdot 10^{-2} \cdot b$, $y = -8.373 \cdot 10^{-1} \cdot b$ and a radius (r_2) of $8.333 \cdot 10^{-1} \cdot b$ and the third reference circle (P_3) has a centre (M_3) with the co-ordinates $x = 2.000 \cdot 10^{-1} \cdot b$, $y = -3.209 \cdot 10^{-1} \cdot b$ and a radius (r_3) of $3.056 \cdot 10^{-1} \cdot b$, in which b equals twice the greatest normal distance of the first curved profile curve (K_1) to the y axis and the second limiting curve (G_2) is obtained by subtracting absolute y from the absolute y values of the first limiting curve (G_1) at predetermined x values, and the sign of the value corresponds to that of the first limiting curve, whereby the y values to be subtracted are defined by the absolute values of at least two intersecting straight lines (g_1 , g_2), and the first straight line (g_1) passes through the origin and is defined by the equation $y = 0.02 x$ and then from the point of intersection with the second straight line (g_2) by the latter with the equation $y = -0.17 x - 0.0375 \cdot b$, whereby the second curved profile curve (K_2) lies in the third quadrant in a third limiting curve (G_3), in particular between the third limiting curve (G_3) and a fourth limiting curve (G_4), whereby the values of the third limiting curve (G_3) and those of the fourth limiting curve (G_4) are obtained by multiplying the x values by -1 with identical y values of the first and the second limiting curves (G_1 and G_2) and the curved profile curves are continuous and monotonous.

2. Track superstructure with a track with at least two rails according to claim 1, **characterised in that** the second straight line (g_2) intersects with a third straight line (g_3) with the equation $y = 0.0475 \cdot b$ and from this point of intersection the absolute y values of the third straight line (g_3) are subtracted from the absolute y values of the first limiting curve (G_1) at predetermined x values and the sign corresponds to that of the value of the first limiting curve (G_1), whereby the remainder of the second curve (G_2) is defined by these values.
3. Track superstructure with a track with at least two rails according to claim 1 or 2, **characterised in that** the base surface (6) of the rail (1, 2) viewed

normal to the longitudinal direction of the rail and related to the roadway exhibits an inclination of 1:38 to 1:42, in particular 1:40.

4. Track superstructure according to claim 1, 2 or 3, whereby the web part (7) exhibits a plane of symmetry (M) running in the longitudinal direction of the rail, **characterised in that** the y axis of the co-ordinate system lies in the plane of symmetry (M).
5. Track superstructure according to one of claims 1 to 4, **characterised in that** the x axis exhibits an inclination which corresponds to an inclination of 1:38 to 1:42, in particular 1:40.
6. Rail, in particular for a track superstructure according to one of claims 1 to 5, with a web part (7), foot part (5) with a base surface (6) and a head part (8) with a, preferably prismatic, region (9) nearer the foot and a region (10) further from the foot with the contact surface for the wheel, which in the normal section to the longitudinal direction of the rail exhibits a first curved profile curve (K_1), in particular with three reference circles (P_1 , P_2 , P_3), **characterised in that** the first curved profile curve (K_1) lies in the fourth quadrant (IV) of a rectangular co-ordinate system in a first limiting curve (G_1), in particular between the first limiting curve (G_1) and a second limiting curve (G_2), whereby the first limiting curve (G_1) is formed by at least three contiguous reference circles (P_1 , P_2 , P_3), and a y axis of the rectangular co-ordinate system runs from the bottom upwards and the origin through which an x axis passes, corresponds to the point of intersection of the contact surface (11) with the y axis, and the first reference circle (P_1) exhibits a centre (M_1) with the co-ordinates $x = 0.0$, $y = -1.806 \cdot b$ and a radius (r_1) of $1.806 \cdot b$, the second reference circle (P_2) exhibits a centre (M_2) with the co-ordinates $x = 9.414 \cdot 10^{-2} \cdot b$, $y = -8.373 \cdot 10^{-1} \cdot b$ and a radius (r_2) of $8.333 \cdot 10^{-1} \cdot b$ and the third reference circle (P_3) exhibits a centre (M_3) with the co-ordinates $x = 2.000 \cdot 10^{-1} \cdot b$, $y = -3.209 \cdot 10^{-1} \cdot b$ and a radius (r_3) of $3.056 \cdot 10^{-1} \cdot b$, in which b represents twice the greatest normal distance of the first curved profile curve (K_1) and the y axis and the second limiting curve (G_2) is obtained by subtracting the absolute y values from the absolute y values of the first limiting curve (G_1) at predetermined x values, and the sign of the value corresponds to that of the first limiting curve (G_1), whereby the y values to be subtracted are defined by the absolute values of at least two intersecting straight lines (g_1 , g_2), whereby the first straight line (g_1) passes through the origin and is defined by the equation $y = 0.02 x$ and then from the point of intersection with a second straight line (g_2) by this with the equation $y = -0.17 x - 0.0375 \cdot b$, and the curved profile curve is a continuous and monotonous curve.

7. Rail according to claim 6, **characterised in that** the second straight line (g_2) intersects with a third straight line (g_3) with the equation $y = 0.0475 b$ and from this point of intersection the absolute y values of the third straight line (g_3) are subtracted from the absolute y values of the first limiting curve (G_1) at predetermined x values and the sign corresponds to that of the value of the first limiting curve (G_1) and the remainder of the second limiting curve (G_2) is defined by these values.
8. Rail according to claim 6 or 7, whereby the web part (7) exhibits a plane of symmetry (M) running in the longitudinal direction of the rail, **characterised in that** the y axis of the co-ordinate system lies in the plane of symmetry (M).
9. Rail according to one of claims 6 to 8, **characterised in that** in place of or in addition to the first curved profile curve (K_1), a second curved profile curve (K_2) lies in the third quadrant (III) in a third limiting curve (G_3), in particular between the third limiting curve (G_3) and a fourth limiting curve (G_4), whereby the values of the third limiting curve (G_3) and those of the fourth limiting curve (G_4) are obtained by multiplying the x values by -1 with identical y values of the first and the second limiting curves (G_1 and G_2), and the curved profile curves (K_1 , K_2) are continuous and monotonous.

Revendications

1. Superstructure de voie ferrée comportant une voie avec au moins deux rails (1, 2) qui, en particulier, sont inclinés en direction du milieu de la voie et présentent chacun une partie champignon (8), une partie âme (7) et une partie semelle (5) avec une surface d'appui (6), la partie champignon (8) des deux rails comprenant une zone (9) proche de la semelle, de préférence en forme de prisme, et une zone (10) éloignée de la semelle comprenant la surface de contact (11) avec la roue, laquelle surface de contact (11), en coupe normale à la direction longitudinale du rail, présente une première et/ou une deuxième courbe de profil (K_1 , K_2) curviligne, en particulier avec trois cercles partiels (P_1 , P_2 , P_3), **caractérisée en ce que** la première courbe de profil (K_1) curviligne est située dans le quatrième quadrant (IV) d'un système de coordonnées orthogonal, dans une première courbe limite (G_1), en particulier entre la première courbe limite (G_1) et une deuxième courbe limite (G_2), la première courbe limite (G_1) étant formée d'au moins trois cercles partiels (P_1 , P_2 , P_3) qui se raccordent les uns aux autres, **en ce qu'un** axe y du système de coordonnées orthogonal s'étend du bas vers le haut et le point 0, par lequel passe un axe x, correspond au

- point d'intersection de la surface de contact (11) avec l'axe y, **en ce que** le premier cercle partiel (P_1) a un centre (M_1) ayant pour coordonnées $x=0,0$, $y=-1,806.b$ et un rayon (r_1) de $1,806.b$, le deuxième cercle partiel (P_2) a un centre (M_2) ayant pour coordonnées $x=9,414.10^{-2}.b$, $y=-8,373.10^{-1}.b$ et un rayon (r_2) de $8,333.10^{-1}.b$, et le troisième cercle partiel (P_3) a un centre (M_3) ayant pour coordonnées $x=2,000.10^{-1}.b$, $y=-3,209.10^{-1}.b$ et un rayon (r_3) de $3,056.10^{-1}.b$, b étant égale à deux fois la distance maximale de la première courbe de profil (K_1) curviligne à l'axe y, **en ce que** la deuxième courbe limite (G_2) est obtenue par soustraction de valeurs y absolues des valeurs y absolues de la première courbe limite (G_1) pour des valeurs prédéterminées de x, et que le signe de la valeur correspond à celui de la première courbe limite, les valeurs y à soustraire étant définies par les valeurs absolues d'au moins deux droites (g_1 , g_2) mutuellement sécantes, **en ce que** la première droite (g_1) passe par l'origine et est définie par l'équation $y=0,02x$ et, à partir du point d'intersection avec une deuxième droite (g_2), est donnée par celle-ci, dont l'équation est $y=-0,17x-0,0375.b$, la deuxième courbe de profil (K_2) curviligne étant située dans le troisième quadrant, dans une troisième courbe limite (G_3), en particulier entre la troisième courbe limite (G_3) et une quatrième courbe limite (G_4), les valeurs de la troisième courbe limite (G_3) et celles de la quatrième courbe limite (G_4) étant obtenues par multiplication des valeurs x par -1 pour des valeurs y identiques des première et deuxième courbes limites (G_1 , G_2) et les courbes de profil curvilignes étant constantes et monotones.
2. Superstructure de voie comportant une voie avec au moins deux rails selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la deuxième droite (g_2) est sécante avec une troisième droite (g_3) ayant pour équation $y=0,0475.b$ et à partir de ce point d'intersection les valeurs y absolues de la troisième droite (g_3) sont retranchées des valeurs y absolues de la première courbe limite (G_1) pour des valeurs x données et **en ce que** le signe correspond à celui de la valeur de la première courbe limite (G_1), la suite du tracé de la deuxième courbe limite (G_2) étant déterminée par ces valeurs.
 3. Superstructure de voie comportant une voie avec au moins deux rails selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la surface d'appui (6) du rail (1, 2), vu perpendiculairement à la direction longitudinale du rail et par rapport à la piste de roulement, présente une inclinaison de 1 :38 à 1 :42, en particulier de 1 :40.
 4. Superstructure de voie selon la revendication 1, 2 ou 3, dans laquelle la partie âme (7) présente un plan de symétrie (M) qui s'étend dans la direction longitudinale du rail, **caractérisée en ce que** l'axe y du système de coordonnées est situé dans le plan de symétrie (M).
 5. Superstructure de voie selon une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** l'axe x présente une inclinaison qui correspond à une inclinaison de 1 :38 à 1:42, en particulier de 1 :40.
 6. Rail, destiné en particulier à une superstructure de voie ferrée selon une des revendications 1 à 5, comportant une partie âme (7), une partie semelle (5) avec une surface d'appui (6) et une partie champignon (8) avec une zone (9) proche de la semelle, de préférence en forme de prisme, et une zone (10) éloignée de la semelle comprenant la surface de contact (11) avec la roue, laquelle surface de contact (11), en coupe normale à la direction longitudinale du rail, présente une première courbe de profil (K_1) curviligne, en particulier avec trois cercles partiels (P_1 , P_2 , P_3), **caractérisé en ce que** la première courbe de profil (K_1) curviligne est située dans le quatrième quadrant (IV) d'un système de coordonnées orthogonal, dans une première courbe limite (G_1), en particulier entre la première courbe limite (G_1) et une deuxième courbe limite (G_2), la première courbe limite (G_1) étant formée d'au moins trois cercles partiels (P_1 , P_2 , P_3) qui se raccordent les uns aux autres, **en ce qu'un** axe y du système de coordonnées orthogonal s'étend du bas vers le haut, **en ce que** le point 0, par lequel passe un axe x, correspond au point d'intersection de la surface de contact (11) avec l'axe y, **en ce que** le premier cercle partiel (P_1) a un centre (M_1) ayant pour coordonnées $x=0,0$, $y=-1,806.b$ et un rayon (r_1) de $1,806.b$, le deuxième cercle partiel (P_2) a un centre (M_2) ayant pour coordonnées $x=9,414.10^{-2}.b$, $y=-8,373.10^{-1}.b$ et un rayon (r_2) de $8,333.10^{-1}.b$, et le troisième cercle partiel (P_3) a un centre (M_3) ayant pour coordonnées $x=2,000.10^{-1}.b$, $y=-3,209.10^{-1}.b$ et un rayon (r_3) de $3,056.10^{-1}.b$, b étant égale à deux fois la distance maximale de la première courbe de profil (K_1) curviligne à l'axe y, **en ce que** la deuxième courbe limite (G_2) est obtenue par soustraction de valeurs y absolues des valeurs y absolues de la première courbe limite (G_1) pour des valeurs prédéterminées de x, **en ce que** le signe de la valeur correspond à celui de la première courbe limite, les valeurs y à soustraire étant définies par les valeurs absolues d'au moins deux droites (g_1 , g_2) mutuellement sécantes, la première droite (g_1) passant par l'origine et étant définie par l'équation $y=0,02x$ et à partir du point d'intersection avec une deuxième droite (g_2) est donnée par celle-ci avec l'équation $y=-0,17x-0,0375.b$, et **en ce que** la courbe de profil curviligne est constante et monotone.
 7. Rail selon la revendication 6, **caractérisé en ce**

que la deuxième droite (g_2) est sécante avec une troisième droite (g_3) ayant pour équation $y=0,0475.b$, **en ce qu'**à partir de ce point d'intersection les valeurs y absolues de la troisième droite (g_3) sont retranchées des valeurs y absolues de la première courbe limite (G_1) pour des valeurs x données et **en ce que** le signe correspond à celui de la première courbe limite (G_1) et la suite du tracé de la deuxième courbe limite (G_2) est donnée par ces valeurs.

5

10

8. Rail selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** la partie âme (7) présente un plan de symétrie (M) qui s'étend dans la direction longitudinale du rail, **caractérisée en ce que** l'axe y du système de coordonnées est situé dans le plan de symétrie (M).

15

9. Rail selon une des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce qu'**à la place ou en supplément de la première courbe de profil (K_1) curviligne, une deuxième courbe de profil (K_2) curviligne est située dans le troisième quadrant (III), dans une troisième courbe limite (G_3), en particulier entre la troisième courbe limite (G_3) et une quatrième courbe limite (G_4), les valeurs de la troisième courbe limite (G_3) et celles de la quatrième courbe limite (G_4) étant obtenues par multiplication des valeurs x par -1 pour des valeurs y identiques des première et deuxième courbes limites (G_1 , G_2) et les courbes de profil (K_1 , K_2) curvilignes étant constantes et monotones.

20

25

30

35

40

45

50

55

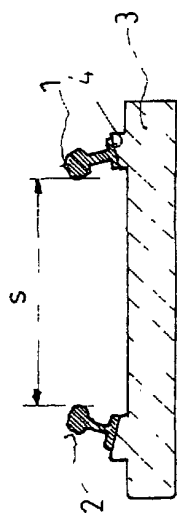


Fig. 1

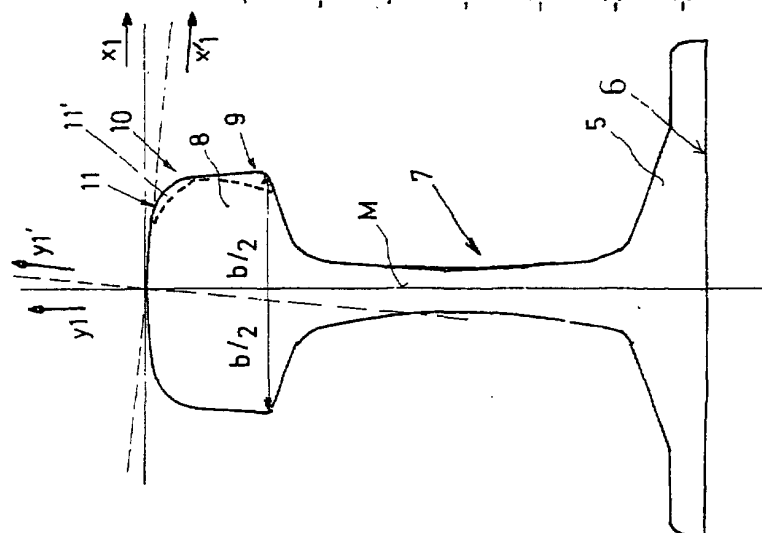


Fig. 2

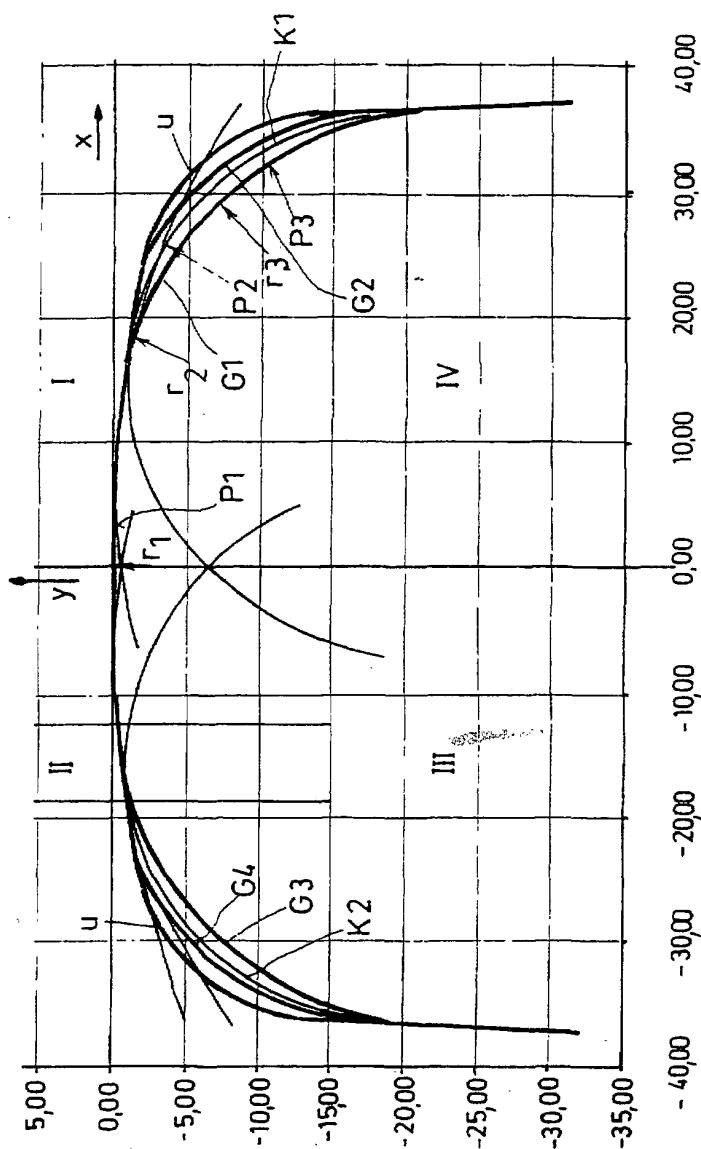


Fig. 3

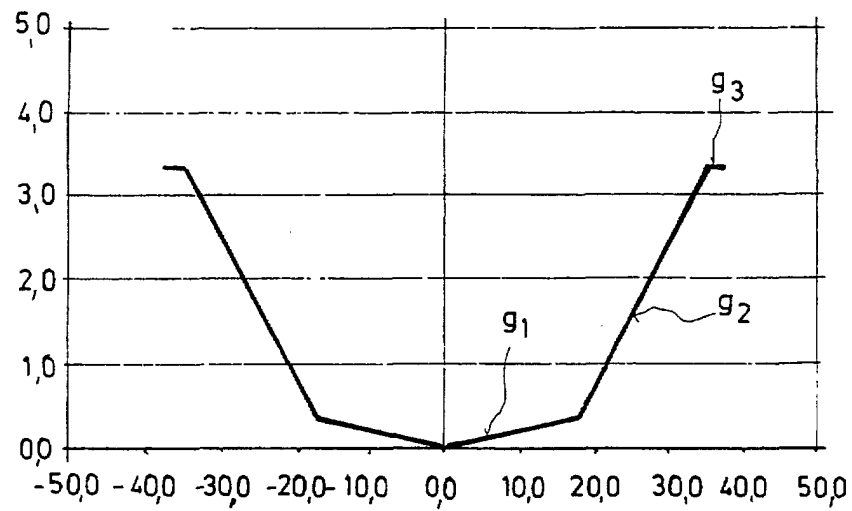


Fig. 4

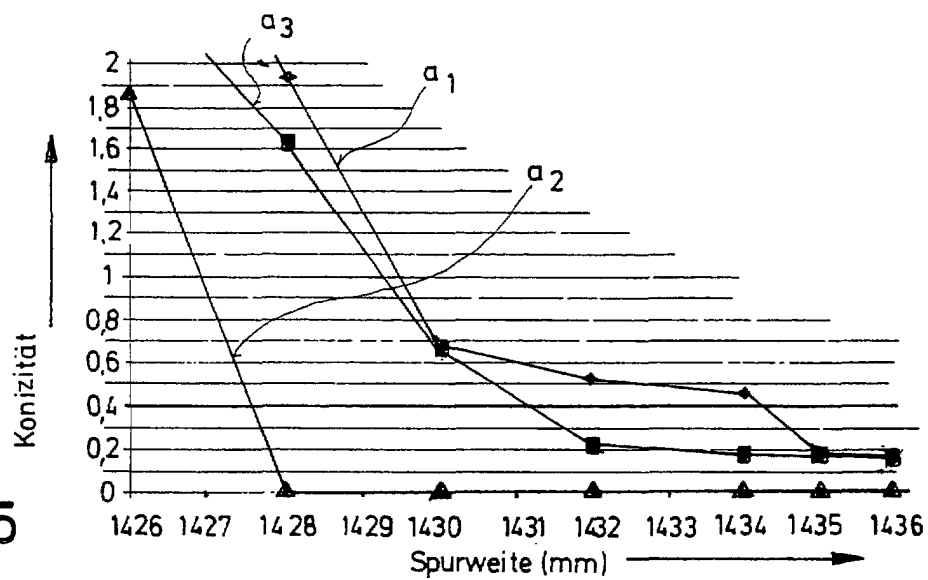


Fig. 5

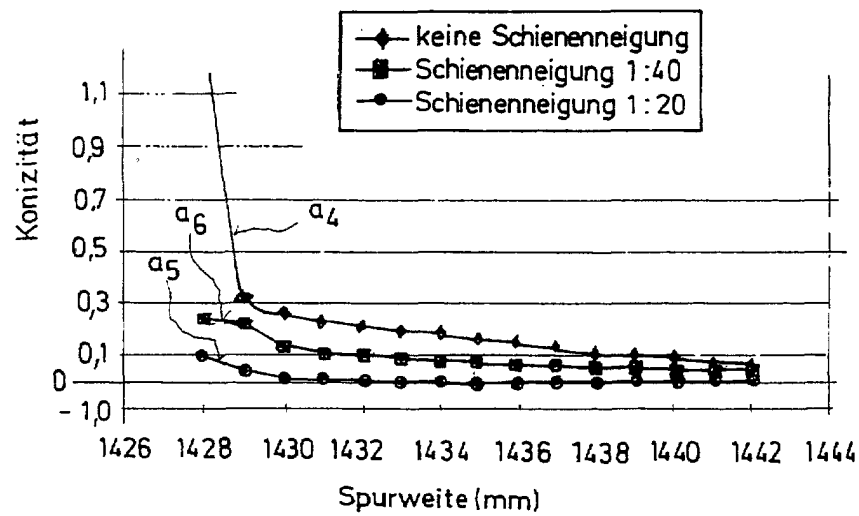


Fig. 6