

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
27. Juni 2024 (27.06.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2024/132718 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
*B60B 17/00* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/085407

(22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Dezember 2023 (12.12.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2022 134 548.3  
22. Dezember 2022 (22.12.2022) DE

(71) Anmelder: **BOCHUMER VEREIN VERFAHRENS-TECHNIK GMBH** [DE/DE]; Alleestr. 70, 44793 Bochum (DE).

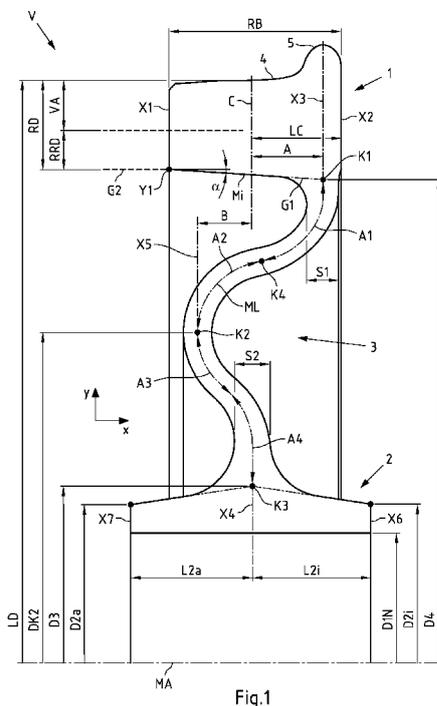
(72) Erfinder: **BITTNER, Andreas**; Rheinstr. 44, 45525 Hattingen (DE). **MURAWA, Franz**; In den Böcken 11a, 44805 Bochum (DE).

(74) Anwalt: **COHAUSZ & FLORACK PATENT- UND RECHTSANWÄLTE PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT MBB**; Bleichstraße 14, 40211 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) Title: SOLID WHEEL HAVING HIGH THERMAL CAPACITY FOR RAIL VEHICLES

(54) Bezeichnung: VOLLRAD MIT HOHER THERMISCHER LEISTUNGSFÄHIGKEIT FÜR SCHIENENFAHRZEUGE



(57) Abstract: The invention relates to a solid wheel (V) having a high thermal capacity for rail vehicles, the solid wheel comprising a radially outer wheel rim (1), a radially inner wheel hub (2) which extends around a central axis (MA) of the solid wheel (V), and a wheel disc (3) which connects the wheel rim (1) to the wheel hub (2), wherein the wheel rim (1) comprises a running surface (4), a wheel flange (5), an outer end face in a first plane (X1) and an inner end face in a second plane (X2), wherein the first plane (X1) and the second plane (X2) are orthogonal to the central axis (MA), wherein the wheel rim (1) has, in the region of its running surface (4), a reference plane (C) which has a running circle diameter (LD) and extends orthogonally to the central axis (MA), wherein the reference plane (C) is shifted outward in parallel relative to the second plane (X2) and the inner end face of the wheel rim (1) by an axial distance (LC), wherein the distance (LC) is preferably 50 mm to 80 mm, wherein the wheel rim (1), the wheel disc (3) and the wheel hub (2) are formed in one piece as a solid wheel (V), and wherein the wheel disc (3) has a median line (ML), the course of which is defined by multiple construction points (K1, K2, K3, K4).

(57) Zusammenfassung: Dargestellt und beschrieben ist ein Vollrad (V) mit hoher thermischer Leistungsfähigkeit für Schienenfahrzeuge, mit einem radial äußeren Radkranz (1), einer radial inneren Radnabe (2), die um eine Mittelachse (MA) des Vollrades (V) herum verläuft, und einer Radscheibe (3), die den Radkranz (1) mit der Radnabe (2) verbindet, wobei der Radkranz (1) eine Lauffläche (4), einen Spurrand (5), eine äußere Seitenfläche in einer ersten Ebene (X1) und eine innere Seitenfläche in einer zweiten Ebene (X2) aufweist, wobei die erste Ebene (X1) und die zweite Ebene (X2) orthogonal zur Mittelachse (MA) verlaufen, wobei der Radkranz (1) im Bereich seiner Lauffläche (4) eine orthogonal zur Mittelachse (MA) verlaufende Bezugsebene (C) mit einem Laufkreisdurchmesser (LD) aufweist, wobei die Bezugsebene (C) relativ zu der zweiten Ebene (X2) und der inneren Seitenfläche des Radkranzes (1) um einen

WO 2024/132718 A1

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,  
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

axialen Abstand (LC) parallel nach außen verschoben ist, wobei der Abstand (LC) vorzugsweise 50 mm bis 80 mm beträgt, wobei der Radkranz (1), die Radscheibe (3) und die Radnabe (2) einstückig als Vollrad (V) ausgebildet sind, und wobei die Radscheibe (3) eine Medianlinie (ML) aufweist, deren Verlauf durch mehrere Konstruktionspunkte (K1, K2, K3, K4) definiert wird.

## **Vollrad mit hoher thermischer Leistungsfähigkeit für Schienenfahrzeuge**

Die Erfindung betrifft ein Vollrad mit hoher thermischer Leistungsfähigkeit für Schienenfahrzeuge, mit: einem radial äußeren Radkranz, einer radial inneren Radnabe, die um eine Mittelachse des Vollrades herum verläuft, und einer Radscheibe, die den Radkranz mit der Radnabe verbindet, wobei der Radkranz eine Lauffläche, einen Spurkranz, eine äußere Seitenfläche in einer ersten Ebene und eine innere Seitenfläche in einer zweiten Ebene aufweist, wobei die erste Ebene und die zweite Ebene orthogonal zur Mittelachse verlaufen, wobei der Radkranz im Bereich seiner Lauffläche eine orthogonal zur Mittelachse verlaufende Bezugsebene mit einem Laufkreisdurchmesser aufweist, wobei die Bezugsebene relativ zu der zweiten Ebene und der inneren Seitenfläche des Radkranzes um einen axialen Abstand parallel nach außen verschoben ist, wobei der Abstand vorzugsweise 50 mm bis 80 mm beträgt, wobei der Radkranz, die Radscheibe und die Radnabe einstückig als Vollrad ausgebildet sind, und wobei die Radscheibe eine Medianlinie aufweist, deren Verlauf durch mehrere Konstruktionspunkte definiert wird.

Bei dem erfindungsgemäßen Vollrad (auch: „Monoblock-Rad“) handelt es sich um ein Vollrad für Schienenfahrzeuge, welches u.a. für einen Einsatz auf dem europäischen Schienennetz gemäß den Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität TSI WAG (Güterwagen) und TSI LOC & PAS (Lokomotiven und Personenwagen) besonders geeignet ist und dessen Produkthanforderungen in der EN 13262 und die zur Zulassung derartiger Räder erforderlichen Anforderungen in der EN 13979-1 beschrieben sind.

Das Haupteinsatzgebiet des Erfindungsgegenstands betrifft Radsätze von Güterwagen, bei denen die Abbremsung überwiegend mit direkt auf den Radlaufflächen wirkenden Bremssohlen erfolgt. Durch die dabei auftretende Reibleistung wird die Radlauffläche

stark erwärmt und es baut sich infolgedessen zwischen Radnabe und Radkranz ein starker Wärmegradient auf.

Steigende Radsatzlasten, höhere Geschwindigkeiten und die Umstellung der  
5 Bremssohlen von Grauguss auf Komposit-Materialien aus akustischen Gründen führen zu immer weiter ansteigenden thermischen Beanspruchungen der Räder. So haben z.B. die in Deutschland seit Ende 2020 gesetzlich vorgeschriebenen K- bzw. LL-Sohlen aus Komposit-Material den großen Vorteil gegenüber Graugusssohlen, dass die Radlaufflächen nicht aufgeraut werden und glatt bleiben und somit die  
10 Geräuschemission eines vorbeifahrenden Güterwagens drastisch gesenkt wird.

Nachteilig ist aber die fehlende und bei Graugussklötzen stattfindende Wärmeabfuhr über die Bremsklötze, d.h. die gesamte Bremsenergie wird jetzt weitestgehend im Radkranz des Rades eingeleitet und dann in erster Linie über Radkranz und  
15 Radscheibe an die umgebende Luft abgegeben.

Die bei der Auslegung der Räder zu berücksichtigenden Bremsenergien, welche speziell die Verhältnisse auf dem europäischen Streckennetz berücksichtigen, werden u.a. durch die EN 13979-1 normativ definiert. So sind Vollräder von Güterwagen mit  
20 920 mm Laufkreisdurchmesser für 45-minütige Dauerbremsungen auszulegen. Dabei beträgt die in Summe anfallende Bremsenergie bei der normativen Auslegung 135 MJ. Diese Bremsenergien führen dann zu mittleren Radkranztemperaturen von ca. 550°C, während auch zum Abschluss dieser Bremsungen die Radnaben sich nur auf ca. 50°C erwärmt haben. Temperaturbedingt will sich der Radkranz ausdehnen, wird aber  
25 aufgrund der bestehenden Temperaturgradienten an der freien Ausdehnung gehindert, da sich die weniger stark erwärmte Radnabe kaum ausdehnt.

Folge davon sind hohe, die Dehngrenze der eingesetzten Radwerkstoffe überschreitende Thermospannungen und daraus resultierende plastische  
30 Verformungsanteile, welche sich beim Abkühlen der Räder dann spannungstechnisch als Eigenspannungen 1. Art ausbilden. So wirken bei einem Schienenrad in Vollrad-

Ausführung (also Monoblock-Ausführung) während einer Dauerbremsung in der Radscheibe aufgrund des sich ausdehnenden Radkranzes in radialer Richtung Zugspannungen während sich im Radkranz in Umfangsrichtung Druckspannungen aufgrund der Ausdehnungsbehinderung durch die vergleichsweise kalte Radscheibe ausbilden. Nach Abschluss der Bremsung erfolgt dann eine Umkehr der Mechanismen des Aufheizprozesses, d.h. jetzt will sich der Radkranz wieder stärker zusammenziehen, wird aber durch die vorher plastifizierte und jetzt praktisch vergrößerte Radscheibe daran gehindert. Folge ist die Ausbildung von Zugeigenspannungen im Radkranz in Umfangsrichtung, während die Radscheibe durch den sich zusammenziehenden Radkranz gestaucht wird. Dieser Stauchvorgang kann in Abhängigkeit von der Gestaltung der Radscheibe zu hohen lokalen Biegebeanspruchungen und damit verbundenen axialen Deformationen radscheibenseitig führen. Derartige axiale Deformationen der Radscheibe, welche im Übrigen in umgekehrter Richtung auch während der Bremsung auftreten, führen zur Veränderung der axialen Lage des Radkranzes gegenüber der Radnabe. Diese sind normativ stark eingeschränkt, da sie zu Veränderungen des Radrücken- und Spurmaßes der Radsätze führen und somit bei Überschreitung der Grenzmaße die sichere Spurführung des Radsatzes im Gleis unmittelbar tangiert wird.

Die einleitend genannten Herausforderungen an die Konstrukteure von klotzbremsbaren Vollrädern haben zu unterschiedlichsten Radscheibenformen, angefangen von geraden über tellerfederartigen Formen bis zu unterschiedlichsten gewellten Formen mit und ohne Sturz geführt (unter Sturz wird der Versatz der Radscheibe zwischen dem Einlauf in Radkranz und Radnabe verstanden). In Europa wurde bereits 1968 mit Einführung des Y25-Drehgestells durch den Internationalen Eisenbahnverband UIC durch dessen Forschungs- und Versuchsamt (ORE) ein Güterwagen-Standardradsatz eingeführt, welcher eine gewellte Radscheibe ohne Sturz aufwies und der ursprünglich für 25 t Radsatzlast geeignet sein sollte. Durch die sturzfremde Radscheibe verhält sich das Rad bei Klotzbremsung auch weitgehend spurmaßstabil, allerdings weist die in der Messkreisebene angeordnete Radscheibe trotz der Wellung eine vergleichsweise hohe radiale Steifigkeit auf und führt dadurch

bei Klotzbremisungen neben hohen örtlichen Spannungen in der Radscheibe mit partiellen Plastifizierungen zu einer starken Ausdehnungsbehinderung des Radkranzes. Folge sind hohe Zugeigenspannungen im Radkranz nach dem Erkalten. Besonders bei Auftreten von Laufflächendefekten wie Thermorisse und dgl. sind diese

5 Zugeigenspannungen hochgradig unerwünscht, da diese zu Rissfortschritt und letztlich zum Versagen der Räder führen können.

Mögliche Verbesserungen dieser Radkonstruktion führten zu verschiedenen, nachfolgend kurz skizzierten Lösungsansätzen.

10

Aus dem Dokument DE 23 62 434 A1 ist seit den 1970er Jahren ein Radsatz für Schienenfahrzeuge bekannt, der eine etwa gerade Radscheibe aufweist. Die Spurmaßstabilität des darin beschriebenen Rades bewegt sich infolge einer ausgeglichenen Beanspruchung der Radscheibe durch die fehlende Wellung auf weiter

15 reduziertem Niveau im Vergleich zum UIC-Standard-Güterwagenrad. Entsprechend sind auch örtlichen Spannungen resp. Dehnungen in der Radscheibe aufgrund der fehlenden Biegeanteile auf einem deutlich niedrigeren Niveau, allerdings wird bei diesem Rad ab einer bestimmten Temperatur die Radscheibe über die gesamte Dicke plastifiziert, was sich neben der Beeinflussung der Tragkraft bei den Rad/Schiene-

20 Kräften auch in erhöhten Zugeigenspannungen des Radkranzes auswirkt.

Aus dem Dokument DE 31 17 572 C2 ist seit den 1980er Jahren ein Vollrad für Schienenfahrzeuge bekannt, welches eine glockenförmige Gestalt aufweist. Auch dieses Rad verfügt über eine sturzfremde Radscheibe, die eine Wellung aufweist, die

25 einer mathematischen Funktion folgt, wobei die Dicke der Radscheibe eine geringe und nahezu konstante Dicke aufweist. Insoweit ist die radiale Steifigkeit dieses Rades verglichen mit den vorgenannten Radausführungen stark reduziert. Allerdings sind durch die Nachweisführung gegen die mechanischen Beanspruchungen nach den in der Zwischenzeit weiterentwickelten Regelwerken die ursprünglich vorgesehenen

30 dünnen Radscheiben heute nicht mehr realisierbar, was sich in höheren radialen

Steifigkeiten der Radscheibe und ungünstigeren Spannungs- und Dehnungsverhalten bei Klotzbremsvorgängen auswirkt.

Aus dem Dokument EP 0 798 136 A1 ist seit den 1990er Jahren eine Radscheibe  
5 bekannt, deren Form annähernd einer halben Wellung des Rades nach DE 31 17 572  
C2 entspricht, wobei die Welltiefe gleichmäßig zu beiden Seiten der Bezugsebene bzw.  
Messkreisebene verteilt ist. Damit weist die Radscheibe einen Sturz gemäß der Tiefe  
der Wellung auf und die Radscheibe ist im Übergang zum Radkranz in Richtung des  
Spurkranzes und im Übergang zur Radnabe in Richtung der äußeren Nabenstirnfläche  
10 orientiert. Infolge des Sturzes der Radscheibe ist bei dieser Konstruktion die radiale  
Elastizität gegenüber der Ausführung nach DE 31 17 572 C2 erhöht, welches sich in  
weiter reduzierten Eigenspannungen im Radkranz besonders im Vergleich zum  
UIC/ORE-Rad auswirken. Allerdings führt die Formgebung der Radscheibe zu  
verstärkten axialen Auslenkungen besonders nach dem Erkalten der Räder sowie zu  
15 erhöhten zyklischen Beanspruchungen bei den im Betrieb auftretenden Rad/Schiene-  
Kräften.

Das Dokument EP 1 225 065 A1 betrifft eine Radscheibe mit einer Wellung ähnlich DE  
31 17 572 A1, wobei das Maximum der Wellung soweit verschoben wurde, dass dies  
20 annähernd mit der durch die äußere Radkranzstirn gebildeten Ebene zusammenfällt  
und der Übergang vom Radkranz in die Radscheibe bzw. von der Radscheibe in die  
Radnabe von der Bezugsebene nach Richtung Radaußenseite, d.h. weiter unter die  
Lauffläche verlagert wurde.

25 In dem Dokument EP 1 440 817 A1 werden zwei Radmodifikationen beschrieben,  
welche sich vom Grundsatz her ebenfalls an die Wellform gemäß DE 31 17 572 A1  
anlehnen, wobei der Bereich des Maximums der Wellung nicht durch eine Krümmung  
gebildet wird sondern durch einen (im Querschnitt) geradlinigen bzw. ebenen  
Abschnitt. Die Radscheibe kann sowohl sturzfrei als auch mit einen gewissen Sturz  
30 ausgestaltet sein, wobei sich der Einlauf der Radscheibe in Radkranz und -nabe an die  
Bezugsebene bzw. Messkreisebene orientiert. Unterscheidungsmerkmal zwischen den

beiden beschriebenen Radkonstruktionen besteht in einem unter einem Winkel verlaufenden Einlauf der Radscheibe in Radkranz und -nabe und alternativ in einem senkrechten Einlauf, d.h. parallel zur Bezugsebene.

- 5 Das Dokument EP 2 046 585 B1 beschreibt ein Güterwagenrad, dessen gewellte Radscheibe sich beidseitig zur Bezugsebene bewegt, indem sich der Wellenberg Richtung Außenseite des Rades und der Einlauf der Radscheibe in Nabe und Radkranz in Richtung Radinnenseite orientiert. Dabei liegt der sich zwischen Radkranzinnendurchmesser und Nabenaußendurchmesser angeordnete Wellenberg in Richtung Radkranz versetzt und die definierten Radien der einzelnen Bereiche der Medianlinie der Radscheibe bestimmen deren Krümmung.
- 10

- Bei der aus dem Dokument EP 2 801 483 A1 bekannten Lösung orientiert sich der Verlauf der Radscheibe vom Prinzip her an EP 0 798 136, wobei der Radius der Mittellinie der Radscheibe zwischen dem Wendepunkt und dem Übergang zur Radnabe kleiner ausgeführt ist, als der Radius im Übergang zum Radkranz. Weiterhin ist der Abstand zwischen der Wellung in Übergang zum Radkranz zur Mittelebene der Wellungen größer als der Wellung im Übergang zur Radnabe.
- 15

- 20 In dem Dokument EP 3 932 690 A1 werden ebenfalls zwei Radvarianten beschrieben, die sich prinzipiell an EP 0 798 136 anlehnen und die sich in erster Linie in der Ausgestaltung des Einlaufs der Radscheibe in den Radkranz unterscheiden. Bei der ersten Ausführung beschreibt der Verlauf der Radscheibe ebenfalls eine halbe Wellung, wobei die Radscheibe auf der Radinnenseite sogar leicht über die innere Radkranzstirnfläche hervorstehen kann. Der Einlauf der Radscheibe in den Radkranz ist dann in der Form gelöst, das dies unter einem Winkel in Richtung der Bezugsebene des Rades erfolgt, während der Einlauf der Radscheibe in die Radnabe parallel zur Bezugsebene verlaufen sollte. Alternativ dazu ist unterhalb des Radkranzes auf der Seite der Lauffläche eine Verstärkung vorgesehen, in welcher die Radscheibe unter
- 25
- 30 dem bereits vorerwähnten Winkel einläuft.

Zwar muss zusammenfassend festgestellt werden, dass die zuvor beschriebenen Konstruktionen bereits Verbesserungen des thermischen Verhaltens gegenüber dem ursprünglichen sogenannten UIC/ORE-Rades aufweisen, jedoch treten abhängig von der jeweiligen Konstruktion und der Höhe der eingeleiteten Bremsenergie immer noch Überschreitungen der Axialauslenkungen wie auch hohe Thermospannungen und daraus resultieren Eigenspannungen auf. Durch die vorliegende Erfindung werden diese Punkte überwunden und es steht damit ein Rad zur Verfügung, welches auch für zukünftige Erhöhungen von Radsatzlasten und Fahrgeschwindigkeiten bei Beibehaltung der Klotzbremse bestens geeignet ist.

10

Vor diesem Hintergrund liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die thermische Leistungsfähigkeit von Monoblock-Rädern über den bisher erreichten Stand hinaus weiter zu erhöhen, ohne die mechanischen Eigenschaften des Rades zu verschlechtern.

15

Diese Aufgabe wird bei einem eingangs beschriebenen Vollrad dadurch gelöst, dass für die Medianlinie und für die Konstruktionspunkte folgende Bedingungen gelten, die kumulativ vorliegen müssen:

a) erster Konstruktionspunkt:

20

– Der erste Konstruktionspunkt ist der Schnittpunkt aus einer orthogonal zur Mittelachse verlaufenden dritten Ebene, die die axiale Lage bestimmt, und einer ersten Geraden, die die radiale Lage bestimmt.

25

– Die dritte Ebene ist relativ zu der Bezugsebene um einen axialen Abstand parallel nach innen verschoben und verläuft durch den Bereich des Spurkranzes.

– Die erste Gerade verläuft durch einen Fußpunkt an der radial inneren und axial äußeren Ecke des Radkranzes und ist gegenüber einer zweiten Gerade, die parallel zu der Mittelachse verläuft, um einen Winkel  $\alpha$  geneigt, der zwischen  $0^\circ$  und  $14^\circ$  beträgt.

30

– Die Medianlinie der Radscheibe verläuft im Bereich des ersten Konstruktionspunktes parallel zur Bezugsebene.

## b) zweiter Konstruktionspunkt:

- Der zweite Konstruktionspunkt ist der Scheitelpunkt der Medianlinie, also der am weitesten axial außen liegende Punkt der Medianlinie.
- Der zweite Konstruktionspunkt ist der Schnittpunkt aus einer orthogonal zur Mittelachse verlaufenden fünften Ebene, die die axiale Lage bestimmt, und einem Durchmesser, der die radiale Lage bestimmt.
- Die fünfte Ebene ist relativ zu der Bezugsebene um einen axialen Abstand parallel nach außen verschoben.

## c) dritter Konstruktionspunkt:

- Der dritte Konstruktionspunkt ist der Schnittpunkt aus einer orthogonal zur Mittelachse verlaufenden vierten Ebene, die die axiale Lage bestimmt, und einem Durchmesser, der die radiale Lage bestimmt.
- Die vierte Ebene liegt zwischen der dritten Ebene und der fünften Ebene und ist parallel zu diesen beiden Ebenen verschoben.

## d) vierter Konstruktionspunkt:

- Der vierte Konstruktionspunkt ist ein Wendepunkt, an dem sich die Krümmungsrichtung der Medianlinie ändert oder ein Punkt auf einer Geraden, angrenzend an deren beiden Enden sich die Krümmungsrichtung der Medianlinie ändert.

Die Erfindung betrifft ein Vollrad mit hoher thermischer Leistungsfähigkeit für Schienenfahrzeuge, mit: einem radial äußeren Radkranz, einer radial inneren Radnabe, die um eine Mittelachse des Vollrades herum verläuft, und einer Radscheibe, die den Radkranz mit der Radnabe verbindet, wobei der Radkranz eine Lauffläche, einen Spurrand, eine äußere Seitenfläche in einer ersten Ebene und eine innere Seitenfläche in einer zweiten Ebene aufweist, wobei die erste Ebene und die zweite Ebene orthogonal zur Mittelachse verlaufen, wobei der Radkranz im Bereich seiner Lauffläche eine orthogonal zur Mittelachse verlaufende Bezugsebene (auch Messkreisebene genannt) mit einem Laufkreisdurchmesser aufweist, wobei die Bezugsebene relativ zu der zweiten Ebene und der inneren Seitenfläche des Radkranzes um einen axialen Abstand parallel nach außen verschoben ist, wobei der

Abstand vorzugsweise 50 mm bis 80 mm beträgt, wobei der Radkranz, die Radscheibe und die Radnabe einstückig als Vollrad ausgebildet sind, und wobei die Radscheibe eine Medianlinie aufweist, deren Verlauf durch mehrere Konstruktionspunkte definiert wird.

5

Erfindungsgemäß ist erkannt worden, dass sich die erfindungsgemäß gestellte Aufgabe bei einem derartigen Vollrad in vorteilhafter Weise lösen lässt, wenn für die Medianlinie und für die Konstruktionspunkte die im kennzeichnenden Teil von Patentanspruch 1 genannten Bedingungen kumulativ erfüllt sind.

10

Die Vorteile des beschriebenen Vollrades zeigen sich bei folgender Bewertung bei einer Klotzbremse mit einer Dauerbremsleistung von 50 kW über 45 min mit Komposit-Bremssohlen. Während sich beim UIC/ORE-Rad mit 920 mm Durchmesser dabei der Radkranz, bezogen auf den Laufkreisdurchmesser in radialer Richtung um 2,0 mm ausdehnen kann, beträgt die radiale Ausdehnung des neuen Vollrades 3,1 mm und bewegt sich dabei bereits in Richtung eines Radkranzes, welcher mit der Radscheibe durch eine geteilte Verbindung gekoppelt ist, welche die radialen Ausdehnungen des Radkranzes unter den Temperatureinflüssen nicht behindert. Bei dieser fiktiven Lösung würde sich der Radkranz radial um 3,9 mm ausdehnen können.

20

Dies hat zur Folge, dass sich im Verhältnis zum UIC-ORE-Rad die Zugeigenspannungen im Radkranz nach Abschluss der Bremsungen auch im abgenutzten Zustand des Radkranzes Werte von maximal ca. 50 N/mm<sup>2</sup> nicht überschreiten bei gleichzeitig äußerst spurmaßstabilem Verhalten. Bei dieser Spannung liegt die zugehörige Spannungsintensität eines möglichen, sicher detektierbaren Anrisses im Bereich des Radkranzes deutlich unterhalb des Thresholdwerts, so dass Risswachstum bei Auftreten derartiger Materialschädigungen verhindert wird.

25

Wie bereits zuvor ausgeführt worden ist, handelt es sich bei dem zweiten Konstruktionspunkt um den Scheitelpunkt der Medianlinie, also um den am weitesten axial außen liegenden Punkt der Medianlinie. Um die axiale Lage dieses

30

Scheitelpunktes genauer zu definieren und insbesondere, um zu verhindern, dass die Radscheibe axial nach außen über die äußere Seitenfläche des Radkranzes hervorsteht, wurden folgende Zusammenhänge ermittelt: Der axiale Abstand B des Scheitelpunkt der Medianlinie von der Bezugsebene C soll sich wie folgt ergeben:

5

$$B = (RB - LC) * 0,3 \text{ bis } 0,9$$

Mit anderen Worten: Die Bezugsebene weist einen axialen Abstand LC zur inneren Seitenfläche des Randkranzes auf; der axiale Abstand zwischen der Bezugsebene und der äußeren Seitenfläche des Radkranzes beträgt daher „RB - LC“. Der Scheitelpunkt der Medianlinie soll aber weniger weit axial nach außen verschoben werden, nämlich nur um 30% bis 90% dieser Strecke (0,3 mal (RB - LC) bis 0,9 mal (RB - LC)). Auf diese Weise ist sichergestellt, dass nicht nur der Scheitelpunkt der Medianlinie, sondern (jedenfalls bei üblichen Dicken der Radscheibe) gar kein Punkt der Radscheibe axial nach außen über die äußere Seitenfläche des Radkranzes hervorsteht. Dies hat den Vorteil, dass die Radscheibe nicht aus dem „Schatten“ des Radkranzes hinausragt, so dass Kollisionen mit Radsatzlagergehäusen, Fahrwerksrahmen und dergleichen verhindert werden.

Nach einer Ausgestaltung des Vollrades ist vorgesehen, dass der Laufkreisdurchmesser im Bereich zwischen 600 mm und 1250 mm, insbesondere zwischen 840 mm und 920 mm liegt. Besonders bevorzugt werden Laufkreisdurchmesser im Bereich von 920 mm. Vollräder mit derartigen Laufkreisdurchmesser sind insbesondere für den Gütertransport geeignet, wo sich die Herausforderung der Verbesserung der thermischen Leistungsfähigkeit wegen des Einsatzes von Komposit-Bremssohlen in besonderer Weise stellt.

Eine weitere Ausbildung des Vollrades sieht vor, dass die Dicke der Radscheibe angrenzend an die Radnabe größer ist als die Dicke der Radscheibe angrenzend an den Radkranz (1), wobei vorzugsweise gilt:  $1,05 * S1 \leq S2 \leq 1,95 * S1$ . Die Radscheibe soll sich also ausgehend von der inneren Radnabe in Richtung des äußeren

30

Radkranzes verjüngen. Eine Radscheibe mit veränderlicher Dicke hat im Gegensatz zu einer Radscheibe mit konstanter Dicke vor allem den Vorteil, die Dicke an die lokal vorliegenden mechanischen Anforderungen anpassen zu können. Die verjüngende Form wird deswegen gewählt, weil die mechanischen Beanspruchungen des Rades in erster Linie aus der am Spurkranz angreifenden Seitenkraft resultieren und dadurch die in der Radscheibe wirksame Biegebeanspruchung im Übergang von der Radscheibe zur Radnabe ihr Maximum aufweist. Zudem kann dadurch die Steifigkeit der Radscheibe in Richtung Radkranz reduziert werden, was der thermischen Ausdehnungsfähigkeit des Radkranzes entgegen kommt und zusätzlich wird das Radgewicht im Sinne des Leichtbaus reduziert.

Der radial äußere Teil der Radscheibe kann weiter ausgestaltet werden, indem die Radscheibe zwischen dem ersten Konstruktionspunkt und dem vierten Konstruktionspunkt einen ersten Abschnitt aufweist, der gekrümmt ist und vorzugsweise durchgehend eine konstante Krümmung aufweist. Der erste Abschnitt kann also abschnittsweise oder vollständig gekrümmt, insbesondere kreisförmig sein. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann vorgesehen sein, dass die Radscheibe zwischen dem vierten Konstruktionspunkt und dem zweiten Konstruktionspunkt einen zweiten Abschnitt aufweist, der gekrümmt ist und vorzugsweise durchgehend eine konstante Krümmung aufweist. Auch der zweite Abschnitt kann also abschnittsweise oder vollständig gekrümmt, insbesondere kreisförmig sein. Bei einer gekrümmten Ausgestaltung des ersten und des zweiten Abschnitts kann vorgesehen sein, dass der erste Abschnitt und der zweite Abschnitt entgegengesetzte Krümmungsrichtungen aufweisen. Die entgegengesetzten Krümmungen können in einem (Wende-)Punkt ineinander übergehen; es kann aber auch vorgesehen sein, dass zwischen den entgegengesetzten Krümmungen eine durch den vierten Konstruktionspunkt laufende Gerade vorgesehen ist, die parallel zur Mittelachse oder unter einem Winkel dazu verläuft. Eine Gerade kann erforderlich sein, wenn es sich um Räder mit besonders großem Laufkreisdurchmesser handelt. Durch entgegengesetzte Krümmungsrichtungen ergibt sich ein S-förmiger Verlauf mit einem Wechsel von einer „Linkskurve“ in eine „Rechtskurve“ (oder umgekehrt). Durch eine derartige

Gestaltung lassen sich die radiale Steifigkeit sowie das thermische Ausdehnungsverhalten der Radscheibe besonders vorteilhaft einstellen. Weiterhin treten bei dieser Formgebung vorzugsweise Biegebeanspruchungen in der Radscheibe auf im Gegensatz zu dominierenden Normalspannungsanteilen in geraden Radscheibenformen. Damit werden sonst mögliche Vollplastifizierungen ganzer Radscheibenbereiche verhindert und es tritt nur partielles Plastifizieren auf.

Der radial innere Teil der Radscheibe kann weiter ausgestaltet werden, indem die Radscheibe zwischen dem zweiten Konstruktionspunkt und dem dritten Konstruktionspunkt einen dritten Abschnitt, der an den zweiten Konstruktionspunkt angrenzt, und einen vierten Abschnitt, der an den dritten Konstruktionspunkt angrenzt, aufweist, die entgegengesetzte Krümmungsrichtungen aufweisen. Auch hier wurden die bereits zuvor genannten Vorteile und Eigenschaften von entgegengesetzten Krümmungsrichtungen erkannt und genutzt. Hierzu wird weiter vorgeschlagen, dass der dritte Abschnitt gekrümmt ist und vorzugsweise durchgehend eine konstante Krümmung aufweist. Auch der dritte Abschnitt kann also abschnittsweise oder vollständig kreisförmig sein. Im Hinblick auf den vierten Abschnitt wird hingegen vorgeschlagen, dass der vierte Abschnitt wenigstens abschnittsweise gekrümmt ist und/oder wenigstens abschnittsweise gerade ist. Der vierte Abschnitt muss also nicht vollständig gekrümmt sein und insbesondere keine konstante Krümmung aufweisen; er kann hingegen sogar abschnittsweise gerade sein, insbesondere in dem an die Radnabe angrenzenden Bereich, also im „Einlauf“ in die Radnabe. Hierdurch kann der Übergang zwischen Radscheibe und Radnabe in der gewünschten Weise gestaltet werden. Im Bereich der Radnabe ist eine möglichst hohe radiale Steifigkeit erwünscht, um einen ausreichend „festen“ Haftverband zwischen Rad und Welle zu erzielen. Insoweit verhalten sich z.B. stärker geneigt in die Radnabe einlaufende Radscheibenverläufe kontraproduktiv.

Nach einer weiteren Ausgestaltung des Vollrads ist vorgesehen, dass der Radkranz zwischen dem Fußpunkt und dem Übergang in den ersten Abschnitt der Radscheibe eine innere Mantelfläche aufweist, die teilweise oder vollständig entlang der ersten

Geraden verläuft. Ein weitgehend gerader Verlauf der inneren Mantelfläche ist besonders einfach herstellbar und bietet eine besonders hohe thermische und mechanische Belastbarkeit, was beispielsweise für den Einsatz im schweren Güterverkehr wegen der dort auftretenden hohen Radsatzlasten vorteilhaft ist.

5

Gemäß einer alternativen Ausgestaltung des Vollrads ist vorgesehen, dass der Radkranz zwischen dem Fußpunkt und dem Übergang in den ersten Abschnitt der Radscheibe eine innere Mantelfläche aufweist, die eine Hinterschneidung aufweist, die vorzugsweise eine radiale Tiefe von wenigstens 3 mm aufweist. Durch eine radial nach außen (in Richtung der Lauffläche) gewölbte, ringförmig umlaufende Hinterschneidung kann eine Gewichtsreduzierung erreicht werden, also eine Leichtbauvariante des Vollrads erhalten werden. Dies hat Vorteile im Bereich des Reisezugverkehrs, wo eher niedrige Radsatzlasten auftreten, aber besondere Anforderungen an Leichtbau und Schalldämpfung speziell bei schnellfahrenden Zügen bestehen. Das Potential der Gewichtseinsparung einer derartigen Hinterschneidung ist abhängig von den Radabmessungen und den spezifizierten Radsatzbeanspruchungen. Beispielsweise kann bei einem Monoblockrad mit 920 mm Laufkreisdurchmesser bei 20 t Radsatzlast das Radgewicht im Neuzustand um bis zu etwa 15 kg bzw. um etwa 4 % abgesenkt werden.

10  
15  
20

Zu dieser Ausgestaltung des Vollrads wird weiter vorgeschlagen, dass die Hinterschneidung mehrere Abschnitte aufweist, insbesondere einen ersten Radius, einen zweiten Radius und eine dazwischen angeordnete dritte Gerade. Durch die Radien können gleichmäßige Übergänge an den beiden Enden der Hinterschneidung erreicht werden, was zu einem optimierten Spannungsverlauf (verringerte Kerbwirkung) führt.

25

Nach einer weiteren Ausgestaltung des Vollrads ist schließlich vorgesehen, dass die innere Mantelfläche einen Ansatz mit einer axialen Breite aufweist, wobei vorzugsweise gilt:  $RB1 = (0,15 \text{ bis } 0,5) * (RB - LC)$ . Indem zusätzlich zu der Hinterschneidung – insbesondere neben der Hinterschneidung – auch ein versteifend

30

wirkender Ansatz mit gegenüber der Hinterschneidung vergrößerter Materialstärke vorgesehen ist, werden ausreichend gute mechanische Eigenschaften sichergestellt. Der Ansatz steigert insbesondere das Widerstandsmoment des Radkranzes, was vor allem bei Radkräften im äußeren Laufflächenbereich und/oder bei Seitenkräften, die  
5 (z.B. beim Befahren von Weichen) in Richtung des Radrückens angreifen, spannungsreduzierend wirkt. Zudem kann der Ansatz, insbesondere wenn er zylindrisch ausgeführt ist, die Anbringung von Schalldämpfungseinrichtungen bzw. Absorbern erleichtern. Wegen der im Vergleich zur Hinterschneidung größeren  
10 Materialstärke des Ansatzes können dort montierte Schalldämpfungseinrichtungen bzw. Absorber sogar besonders breit ausgeführt werden und über die Breite des Ansatzes hinaus über die Hinterschneidung ragen. Dies erlaubt den Einsatz besonders leistungsfähiger Schalldämpfungseinrichtungen bzw. Absorber.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand einer Zeichnung näher erläutert, die lediglich  
15 ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel darstellt. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1: eine erste Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Vollrads in geschnittener Ansicht; und

20 Fig. 2 eine zweite Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Vollrads in geschnittener Ansicht.

Fig. 1 zeigt eine erste Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Vollrads V in geschnittener Ansicht. Das Vollrad V weist zunächst einen radial äußeren Radkranz 1  
25 auf. Die radiale Richtung ist in Fig. 1 durch die (als Pfeil dargestellte) Koordinate y gekennzeichnet, wobei die positive y-Richtung radial nach außen gerichtet ist, während die negative y-Richtung radial nach innen (also in Richtung einer Radmittelachse MA) gerichtet ist. Die (ebenfalls als Pfeil dargestellte) Koordinate x kennzeichnet hingegen die axiale Richtung, wobei die positive x-Richtung axial nach  
30 innen (also in Richtung der Mitte des Radsatzes bzw. in Richtung des

gegenüberliegenden Vollrades) gerichtet ist, während die negative x-Richtung axial nach außen gerichtet ist.

Das Vollrad V weist zudem eine radial innere Radnabe 2 auf sowie eine Radscheibe 3, die den Radkranz 1 mit der Radnabe 2 verbindet. Der Radkranz 1 weist eine Lauffläche 4 und einen Spurkranz 5 auf. Die Lauffläche 4 läuft auf der Schiene ab und kann gleichzeitig als Bremsfläche für eine Reibungsbremse dienen. Der Spurkranz 5 dient hingegen der Übertragung von axialen Radführungskräften. Der Radkranz 1, die Radscheibe 3 und die Radnabe 2 sind einstückig ausgebildet, weshalb derartige Räder - im Gegensatz zu mehrteiligen Rädern - auch als „Vollrad“ oder „Monoblockrad“ bezeichnet werden. Die Radscheibe 3 weist eine Medianlinie ML auf, deren Verlauf durch mehrere Konstruktionspunkte K1, K2, K2, K4 definiert wird.

Der Radkranz 1 weist eine axial äußere Seitenfläche in einer ersten Ebene X1 und eine axial innere Seitenfläche in einer zweiten Ebene X2 auf. Zwischen der äußeren Seitenfläche (bzw. der ersten Ebene X1) und der inneren Seitenfläche (bzw. der zweiten Ebene X2) des Radkranzes 1 befindet sich eine als Messkreisebene definierte Bezugsebene C des Vollrades V. In der Bezugsebene C wird ein Laufkreisdurchmesser LD gemessen. Zudem dient die Bezugsebene C als Ausgangspunkt für unterschiedliche Radprofile, die je nach anzuwendender Norm bzw. anzuwendendem Standard gelten. Aus diesen Normen bzw. Standards leiten sich die für die sichere Spurführung im Schienennetz maßgeblichen Quermaße des Radsatzes ab. Beispielsweise entsteht zwischen der inneren Seitenfläche (bzw. der zweiten Ebene X2) des Radkranzes 1 und der Bezugsebene C ein Abstand LC, der beispielsweise 70 mm betragen kann (Technischen Spezifikation Interoperabilität für das Eisenbahnsystem in der Europäischen Union für die Teilsysteme Fahrzeuge – Güterwagen sowie Lokomotiven und Personenwagen – einheitlich für die Spurweiten 1435, 1524, 1600 und 1668 mm). Bei Bahnen außerhalb dieses Betreiberkreises sind die dort geltenden Standards anzuwenden. Der Radkranz 1 weist eine radiale Dicke RD auf, die sich zusammensetzt aus einem Verschleißanteil VA und der Restradkranzdicke RRD, welche im Betriebseinsatz aus Festigkeitsgründen nicht unterschritten werden darf ( $RD = VA +$

RDD). Der Radkranz 1 weist zudem eine axiale Breite RB auf, die vorzugsweise im Bereich zwischen 120 mm und 150 mm liegt und insbesondere 135 mm betragen kann.

- 5 Die Radnabe 2 stellt die sichere Verbindung des Vollrades V mit der (in Fig. 1 nicht dargestellten) Radsatzwelle her. Sie wird im Regelfall auf einen Wellensitz mit einem Übermaß kalt aufgedrückt oder warm aufgeschraubt. Die Radnabe 2 weist einen Bohrungsdurchmesser D1N auf, der bestimmt wird durch den Dauerfestigkeitsnachweis für den Wellensitz, welcher sich aus den geltenden Normen, in Europa nach der EN 13103-1, ergibt. Das Übermaß zwischen Radnabe 2 und Wellensitz ist abhängig von den auftretenden Belastungen des Radsatzes wie Bremsmomente, Kurzschlussmomente, den Lateralkräften zwischen Rad und Schiene, den Prozessparametern bei der Montage und den Temperaturgradienten innerhalb des Rades sowie zwischen Rad und Welle und liegt vorzugsweise zwischen 0,75 %  
10 und 2,5 %.

Die Radnabe 2 weist einen axial äußeren Nabenaußendurchmesser D2a und einen axial inneren Nabenaußendurchmesser D2i auf. Für diese gilt:

20 
$$1,14 * D1N \leq D2a \text{ bzw. } D2i \leq 1,55 * D1N.$$

- Der Einlauf der Medianlinie ML der Radscheibe 3 in den Radkranz 1 verläuft parallel zur Bezugsebene C in einer dazu gedachten dritten Ebene X3 im axialen Abstand A. Diese dritte Ebene X3 ist so zu bestimmen, dass die gesamte Dicke S1 der Radscheibe 3 sich im Bereich des Eintritts in den Radkranz 1 innerhalb des Bereiches des Spurkranzes 5 befindet (dies soll jedenfalls für ein Rad mit einem Spurkranz im Neuzustand gelten). Der Schnittpunkt dieser dritten Ebene X3 mit dem Radkranzinnendurchmesser D4 ergibt den ersten Konstruktionspunkt K1 der Radscheibe 3. Dabei ergibt sich der Radkranzinnendurchmesser D4 aus einem Fußpunkt Y1 des Radkranzes 1 und einer ersten Geraden G1, die unter einem Winkel  $\alpha$  zwischen 0° und 14° (nach innen) zu einer axial (also parallel zur Radmittelachse  
30

MA) verlaufenden zweiten Geraden G2 verläuft. Der Radkranz 1 weist eine innere Mantelfläche Mi auf, die bei der ersten Ausgestaltung des Vollrads V (Fig. 1) nahezu vollständig entlang der ersten Geraden G1 verläuft.

5 Die ab dem ersten Konstruktionspunkt K1 in Richtung der Radnabe 2 verlaufende Radscheibe 3 beschreibt mit ihrer Medianlinie ML einen „Wellenberg“, der in axialer Richtung nach außen gerichtet ist. Dieser Wellenberg beginnt – beginnend am Radkranz 1 - mit einem gekrümmt (z.B. kreisförmig) ansteigenden ersten Abschnitt A1 bis zum vierten Konstruktionspunkt K4 (der mathematisch gesehen einen  
10 „Wendepunkt“ darstellt, an dem sich die Krümmungsrichtung ändert; alternativ hierzu kann der vierte Konstruktionspunkt Teil einer Geraden sein, deren beiden Enden an entgegengesetzte Krümmungen angrenzen) gefolgt von einem gekrümmt (z.B. kreisförmig) abflachenden zweiten Abschnitt A2 mit dem zweiten Konstruktionspunkt K2 als Scheitelpunkt des Wellenbergs. Darauf folgt – weiter in  
15 Richtung der Radnabe 2 – ein gekrümmt (z.B. kreisförmig) absteigender dritter Abschnitt A3 und ein jedenfalls abschnittsweise gekrümmter abflachender vierter Abschnitt A4 mit einem tangentialen Übergang in eine parallel zur Bezugsebene C verlaufende vierte Ebene X4 mit dem dritten Konstruktionspunkt K3 als Endpunkt der Radscheibe 3, durch den der Einlauf in die Radnabe 2 definiert wird.

20

Der dritte Konstruktionspunkt K3 ist ein Schnittpunkt mit einem Nabendurchmesser D3, der gebildet wird nach der Beziehung:

$$D3 = \text{Maximalwert } (D2a, D2i) + \text{Minimalwert } (L2a, L2i) * 0,15 \text{ bis } 0,6$$

25

Dabei entspricht L2a dem axialen Abstand zwischen einer (axial äußeren) Nabenaußenstirnfläche in einer siebten Ebene X7 und der vierten Ebene X4 und L2i entspricht dem axialen Abstand zwischen einer (axial inneren) Nabeninnenstirnfläche in einer sechsten Ebene X6 und der vierten Ebene X4. Der Abstand der vierten Ebene X4 liegt in x-Richtung vorzugsweise zwischen der dritten Ebene X3 (erster  
30 Konstruktionspunkt K1) und der fünften Ebene X5 (zweiter Konstruktionspunkt K2).

Der zweite Konstruktionspunkt K2 der Radscheibe 3 wird gebildet aus dem Schnittpunkt zwischen dem zweiten Konstruktionspunkt K2 der Medianlinie ML und der parallel zur Bezugsebene C verlaufenden fünften Ebene X5, wobei gilt:

5

$$DK2 = 0,35 \text{ bis } 0,6 * (D4 - D3) + D3$$

Der axiale Abstand B dieser fünften Ebene X5 von der Bezugsebene C ergibt sich wie folgt:

10

$$B = (RB - LC) * 0,3 \text{ bis } 0,9$$

Die Bestimmung der Dicke der Radscheibe 3 erfolgt auf der Grundlage numerischer Nachweisrechnungen und hat neben den thermischen Beanspruchungen besonders auch die zyklischen Beanspruchungen aufgrund der Rad/Schiene-Kräfte zu berücksichtigen. Diesem Umstand wird damit Rechnung getragen, dass der Verlauf der Radscheibe 3 entsprechend der Medianlinie ML zwischen den Konstruktionspunkten K3 und K4 in Richtung Radkranz 1 verjüngend ausgebildet ist, wobei für das Verhältnis der Dicke S1 (angrenzend an den Radkranz 1) und der Dicke S2 (angrenzend an die Radnabe 2) gilt:

20

$$1,05 * S1 \leq S2 \leq 1,95 * S1$$

Der Übergang von der Radscheibe 3 in die Radnabe 2 und von der Radscheibe 3 in den Radkranz 1 erfolgt durch tangential die Radnabenaußenflächen bzw. Radkranzinnenflächen mit der Radscheibe verbindenden Radien bzw. Ellipsenübergänge.

25

Fig. 2 zeigt eine zweite Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Vollrads V' in geschnittener Ansicht. Die bereits im Zusammenhang mit Fig. 1 verwendeten Bezugszeichen werden in Fig. 2 in entsprechender Weise verwendet. Der wesentliche

30

Unterschied zwischen der zweiten – in Fig. 2 gezeigten – Ausgestaltung des Vollrads V' und der ersten – in Fig. 1 gezeigten – Ausgestaltung des Vollrads V liegt in der Gestaltung der radial innen liegenden Seite des Radkranzes 1, insbesondere in dem Verlauf der inneren Mantelfläche Mi. Die innere Mantelfläche Mi erstreckt sich von dem Fußpunkt Y1 bis zu dem Übergang in den ersten Abschnitt A1 der Radscheibe 3.

Im Gegensatz zu der ersten Ausgestaltung des Vollrads V (Fig. 1), bei der die innere Mantelfläche Mi nahezu vollständig entlang der ersten Geraden G1 verläuft, weist die innere Mantelfläche Mi bei der zweiten Ausgestaltung des Vollrads V' (Fig. 2) einen Ansatz AN und eine Hinterschneidung H auf.

Der Ansatz AN erstreckt sich von dem Fußpunkt Y1 in axialer Richtung zu einem äußeren zweiten Fußpunkt Y2 und weist eine axiale Breite RB1 auf. Der Ansatz AN kann (wie in Fig. 2 gezeigt) entlang der Geraden G2 verlaufen, also parallel zur Radmittelachse MA. Hierdurch ergibt sich eine zylindrische Form des Ansatzes AN, was beispielsweise die Befestigung von Schalldämpfungssystemen bzw. Absorbern vereinfachen kann. Alternativ hierzu (und anders als in Fig. 2 gezeigt) kann der Ansatz AN aber auch geneigt verlaufen, beispielsweise entlang der ersten Geraden G1, die unter einem Winkel  $\alpha$  zwischen  $0^\circ$  und  $14^\circ$  (nach innen) zu der axial (also parallel zur Radmittelachse MA) verlaufenden zweiten Geraden G2 verläuft.

Die Hinterschneidung H erstreckt sich von dem äußeren zweiten Fußpunkt Y2 zu einem inneren dritten Fußpunkt Y3. Ausgehend von der Geraden G1 weist die Hinterschneidung H eine radiale Tiefe T auf (orthogonal zur Geraden G1 gemessen). Die Hinterschneidung H kann mehrere unterschiedliche Abschnitte umfassen, beispielsweise einen ersten Radius R1 (angrenzend an den dritten Fußpunkt Y3, der durch den Schnittpunkt des ersten Radius R1 mit der ersten Gerade G1 gebildet wird), einen zweiten Radius R2 (angrenzend an den zweiten Fußpunkt Y2) und eine dazwischen angeordnete dritte Gerade G3. Alternativ hierzu (und anders als in Fig. 2 gezeigt) kann zwischen dem ersten Radius R1 und dem zweiten Radius R2 auch eine Ellipse oder ein Korbogen angeordnet sein. Die dritte Gerade G3 kann unter einem

Winkel  $\alpha_1$  zwischen  $0^\circ$  und  $14^\circ$  (nach innen) zu der axial (also parallel zur Radmittelachse MA) verlaufenden zweiten Geraden G2 verlaufen.

5 Durch die radial nach außen (in Richtung der Lauffläche 4) gewölbte Form der Hinterschneidung H wird eine Gewichtsreduzierung erreicht, wodurch sich eine verringerte Restradkranzdicke RRD1 ergibt, die vorzugsweise wenigstens 12 mm beträgt. Eine ausreichende Steifigkeit wird insbesondere durch den Ansatz AN sichergestellt. Bei dem in Fig. 2 gezeigten Vollrad V' handelt es sich demnach um eine Leichtbauvariante des in Fig. 1 gezeigten Vollrads V.

**Bezugszeichenliste:**

	1:	Radkranz
	2:	Radnabe
5	3:	Radscheibe
	4:	Lauffläche
	5:	Spurkranz
	A:	axialer Abstand (zwischen Bezugsebene C und dritter Ebene X3)
10	A1:	erster Abschnitt (der Medianlinie ML / der Radscheibe 3)
	A2:	zweiter Abschnitt (der Medianlinie ML / der Radscheibe 3)
	A3:	dritter Abschnitt (der Medianlinie ML / der Radscheibe 3)
	A4:	vierter Abschnitt (der Medianlinie ML / der Radscheibe 3)
	AN:	Ansatz
15	C:	Bezugsebene (des Vollrades V, V')
	D1N:	Bohrungsdurchmesser (der Radnabe 2)
	D2a:	äußerer Nabenaußendurchmesser
	D2i:	innerer Nabenaußendurchmesser
	D3:	Nabendurchmesser (des Konstruktionspunktes K3)
20	D4:	Radkranzinnendurchmesser
	G1:	erste Gerade
	G2:	zweite Gerade
	G3:	dritte Gerade
	H:	Hinterschneidung
25	K1:	erster Konstruktionspunkt
	K2:	zweiter Konstruktionspunkt
	K3:	dritter Konstruktionspunkt
	K4:	vierter Konstruktionspunkt
	L2a:	Abstand (vierte Ebene X4 – siebte Ebene X7)
30	L2i:	Abstand (vierte Ebene X4 – sechste Ebene X6)
	LC:	axialer Abstand (zwischen Bezugsebene C und innerer Seitenfläche X2)

	LD:	Laufkreisdurchmesser
	MA:	Mittelachse (des Vollrades V, V')
	Mi:	innere Mantelfläche (des Radkranzes 1)
	ML:	Medianlinie (der Radscheibe 3)
5	R1:	erster Radius (der Hinterschneidung H)
	R2:	zweiter Radius (der Hinterschneidung H)
	RB:	Radkranzbreite (axial)
	RB1:	axiale Breite (des Ansatzes AN)
	RD:	Radkranzdicke (radial)
10	RRD:	Restradkranzdicke (radial)
	RRD1:	verringerte Restradkranzdicke (radial)
	S1:	Dicke der Radscheibe 3 (angrenzend an den Radkranz 1)
	S2:	Dicke der Radscheibe 3 (angrenzend an die Radnabe 2)
	T:	Tiefe (der Hinterschneidung H)
15	V, V':	Vollrad
	VA:	Verschleißanteil
	x:	axiale Richtung
	X1:	erste Ebene (axial äußere Seitenfläche des Radkranzes 1)
20	X2:	zweite Ebene (axial innere Seitenfläche des Radkranzes 1)
	X3:	dritte Ebene (Einlaufebene Medianlinie ML in Radkranz 1)
	X4:	vierte Ebene (Einlaufebene Medianlinie ML in Radnabe 2)
	X5:	fünfte Ebene (Scheitelpunktebene)
	X6:	sechste Ebene (Nabeninnenstirnfläche)
25	X7:	siebte Ebene (Nabenaußenstirnfläche)
	y:	radiale Richtung
	Y1:	Fußpunkt (des Radkranzes 1)
	Y2:	zweiter Fußpunkt (des Radkranzes 1)
	Y3:	dritter Fußpunkt (des Radkranzes 1)
30		
	$\alpha$ :	Winkel (der Geraden G1)

$\alpha_1$ : Winkel (der Geraden G3)

## P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vollrad (V, V') mit hoher thermischer Leistungsfähigkeit für Schienenfahrzeuge, mit:
- einem radial äußeren Radkranz (1),
  - 5 – einer radial inneren Radnabe (2), die um eine Mittelachse (MA) des Vollrades (V) herum verläuft, und
  - einer Radscheibe (3), die den Radkranz (1) mit der Radnabe (2) verbindet,
  - wobei der Radkranz (1) eine Lauffläche (4), einen Spurkranz (5), eine äußere Seitenfläche in einer ersten Ebene (X1) und eine innere Seitenfläche in einer
  - 10 – zweiten Ebene (X2) aufweist,
  - wobei die ersten Ebene (X1) und die zweite Ebene (X2) orthogonal zur Mittelachse (MA) verlaufen,
  - wobei der Radkranz (1) im Bereich seiner Lauffläche (4) eine orthogonal zur Mittelachse (MA) verlaufende Bezugsebene (C) mit einem
  - 15 – Laufkreisdurchmesser (LD) aufweist,
  - wobei die Bezugsebene (C) relativ zu der zweiten Ebene (X2) und der inneren Seitenfläche des Radkranzes (1) um einen axialen Abstand (LC) parallel nach außen verschoben ist, wobei der Abstand (LC) vorzugsweise 50 mm bis 80 mm beträgt,
  - 20 – wobei der Radkranz (1), die Radscheibe (3) und die Radnabe (2) einstückig als Vollrad (V) ausgebildet sind, und
  - wobei die Radscheibe (3) eine Medianlinie (ML) aufweist, deren Verlauf durch mehrere Konstruktionspunkte (K1, K2, K3, K4) definiert wird,
- d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, d a s s
- 25 für die Medianlinie (ML) und für die Konstruktionspunkte (K1, K2, K3, K4) folgende Bedingungen gelten:
- a) erster Konstruktionspunkt (K1):

- Der erste Konstruktionspunkt (K1) ist der Schnittpunkt aus einer orthogonal zur Mittelachse (MA) verlaufenden dritten Ebene (X3), die die axiale Lage bestimmt, und einer ersten Geraden (G1), die die radiale Lage bestimmt.
- 5 – Die dritte Ebene (X3) ist relativ zu der Bezugsebene (C) um einen axialen Abstand (A) parallel nach innen verschoben und verläuft durch den Bereich des Spurkranzes (5).
- Die erste Gerade (G1) verläuft durch einen Fußpunkt (Y1) an der radial inneren und axial äußeren Ecke des Radkranzes (1) und ist gegenüber  
10 einer zweiten Gerade (G2), die parallel zu der Mittelachse (MA) verläuft, um einen Winkel ( $\alpha$ ) geneigt, der zwischen  $0^\circ$  und  $14^\circ$  beträgt.
- Die Medianlinie (ML) der Radscheibe (3) verläuft im Bereich des ersten Konstruktionspunktes (K1) parallel zur Bezugsebene (C).
- b) zweiter Konstruktionspunkt (K2):
- 15 – Der zweite Konstruktionspunkt (K2) ist der Scheitelpunkt der Medianlinie (ML), also der am weitesten axial außen liegende Punkt der Medianlinie (ML).
- Der zweite Konstruktionspunkt (K2) ist der Schnittpunkt aus einer  
20 orthogonal zur Mittelachse (MA) verlaufenden fünften Ebene (X5), die die axiale Lage bestimmt, und einem Durchmesser (DK2), der die radiale Lage bestimmt.
- Die fünfte Ebene (X5) ist relativ zu der Bezugsebene (C) um einen axialen Abstand (B) parallel nach außen verschoben.
- c) dritter Konstruktionspunkt (K3):
- 25 – Der dritte Konstruktionspunkt (K3) ist der Schnittpunkt aus einer orthogonal zur Mittelachse (MA) verlaufenden vierten Ebene (X4), die die axiale Lage bestimmt, und einem Durchmesser (D3), der die radiale Lage bestimmt.
- Die vierte Ebene (X4) liegt zwischen der dritten Ebene (X3) und der  
30 fünften Ebene (X5) und ist parallel zu diesen beiden Ebenen verschoben.
- d) vierter Konstruktionspunkt (K4):

- Der vierte Konstruktionspunkt (K4) ist ein Wendepunkt, an dem sich die Krümmungsrichtung der Medianlinie (ML) ändert oder ein Punkt auf einer Geraden, angrenzend an deren beiden Enden sich die Krümmungsrichtung der Medianlinie (ML) ändert.

5

2. Vollrad (V, V') nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Laufkreisdurchmesser (LD) im Bereich zwischen 600 mm und 1250 mm, insbesondere zwischen 840 mm und 920 mm liegt.

10

3. Vollrad (V, V') nach Patentanspruch 1 oder Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke (S2) der Radscheibe (3) angrenzend an die Radnabe (2) größer ist als die Dicke (S1) der Radscheibe (3) angrenzend an den Radkranz (1), wobei vorzugsweise gilt:  $1,05 * S1 \leq S2 \leq 1,95 * S1$ .

15

4. Vollrad (V, V') nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Radscheibe (3) zwischen dem ersten Konstruktionspunkt (K1) und dem vierten Konstruktionspunkt (K4) einen ersten Abschnitt (A1) aufweist, der gekrümmt ist und vorzugsweise durchgehend eine konstante Krümmung aufweist.

20

5. Vollrad (V, V') nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Radscheibe (3) zwischen dem vierten Konstruktionspunkt (K4) und dem zweiten Konstruktionspunkt (K2) einen zweiten Abschnitt (A2) aufweist, der gekrümmt ist und vorzugsweise durchgehend eine konstante Krümmung aufweist.

25

30

6. Vollrad (V, V') nach Patentanspruch 4 oder 5,

dadurch gekennzeichnet, dass  
der erste Abschnitt (A1) und der zweite Abschnitt (A2) entgegengesetzte  
Krümmungsrichtungen aufweisen.

- 5 7. Vollrad (V, V') nach einem der Patentansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Radscheibe (3) zwischen dem zweiten Konstruktionspunkt (K2) und dem  
dritten Konstruktionspunkt (K3) einen dritten Abschnitt (A3), der an den  
zweiten Konstruktionspunkt (K2) angrenzt, und einen vierten Abschnitt (A4), der  
10 an den dritten Konstruktionspunkt (K3) angrenzt, aufweist, die entgegengesetzte  
Krümmungsrichtungen aufweisen.
8. Vollrad (V, V') nach Patentanspruch 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
15 der dritte Abschnitt (A3) gekrümmt ist und vorzugsweise durchgehend eine  
konstante Krümmung aufweist.
9. Vollrad (V, V') nach Patentanspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
20 der vierte Abschnitt (A4) wenigstens abschnittsweise gekrümmt ist und/oder  
wenigstens abschnittsweise gerade ist.
10. Vollrad (V) nach einem der Patentansprüche 1 bis 9,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
25 der Radkranz (1) zwischen dem Fußpunkt (Y1) und dem Übergang in den ersten  
Abschnitt (A1) der Radscheibe (3) eine innere Mantelfläche (Mi) aufweist, die  
teilweise oder vollständig entlang der ersten Geraden (G1) verläuft.
11. Vollrad (V') nach einem der Patentansprüche 1 bis 9,  
30 dadurch gekennzeichnet, dass

der Radkranz (1) zwischen dem Fußpunkt (Y1) und dem Übergang in den ersten Abschnitt (A1) der Radscheibe (3) eine innere Mantelfläche (Mi) aufweist, die eine Hinterschneidung (H) aufweist, die vorzugsweise eine radiale Tiefe (T) von wenigstens 3 mm aufweist.

5

12. Vollrad (V') nach Patentanspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die Hinterschneidung (H) mehrere Abschnitte aufweist, insbesondere einen  
ersten Radius (R1), einen zweiten Radius (R2) und eine dazwischen angeordnete  
10 dritte Gerade (G3).

10

13. Vollrad (V') nach Patentanspruch 11 oder 12,  
dadurch gekennzeichnet, dass  
die innere Mantelfläche (Mi) einen Ansatz (AN) mit einer axialen Breite (RB1)  
15 aufweist, wobei vorzugsweise gilt:  $RB1 = (0,15 \text{ bis } 0,5) * (RB - LC)$ .

15

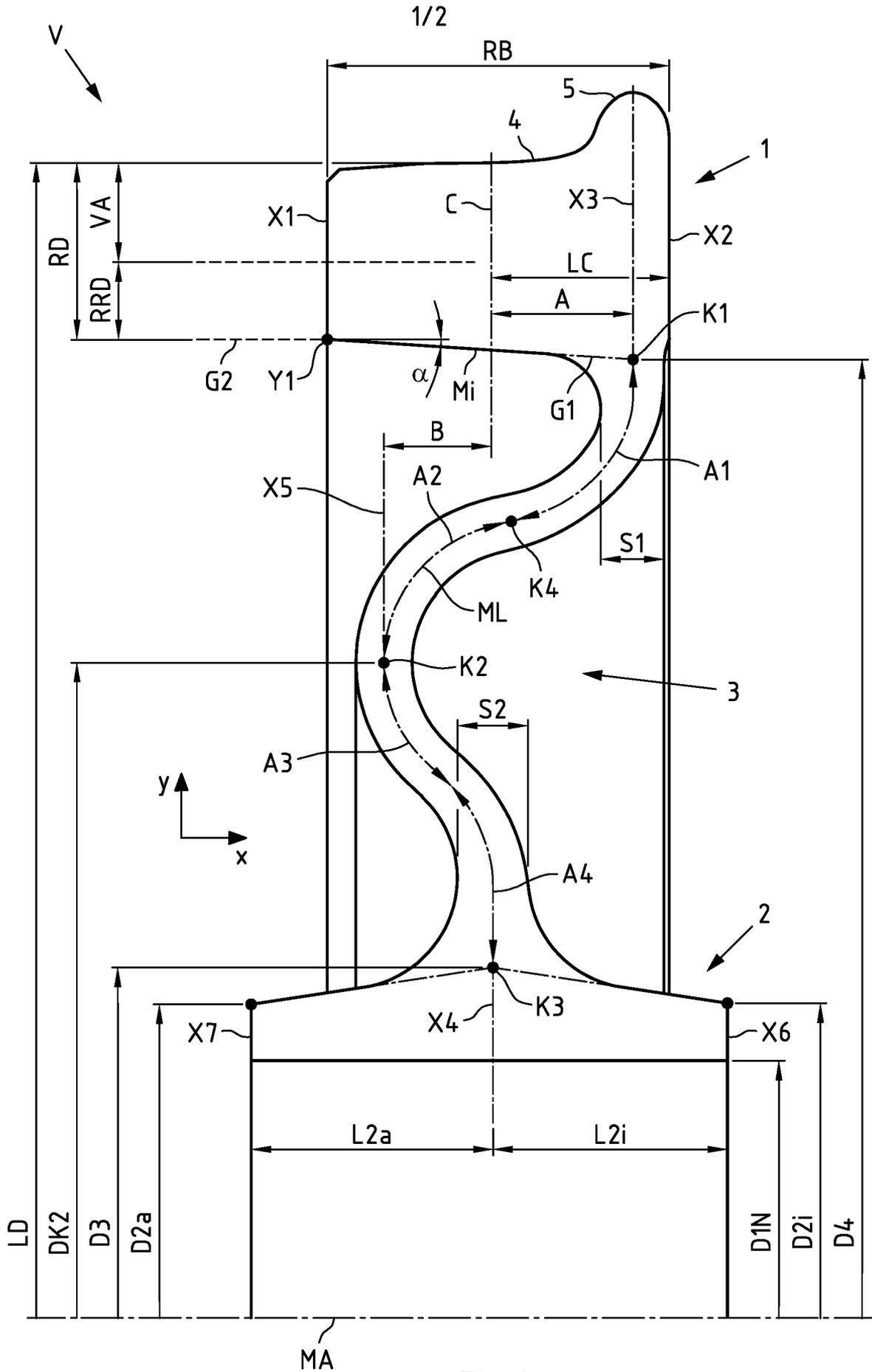


Fig.1

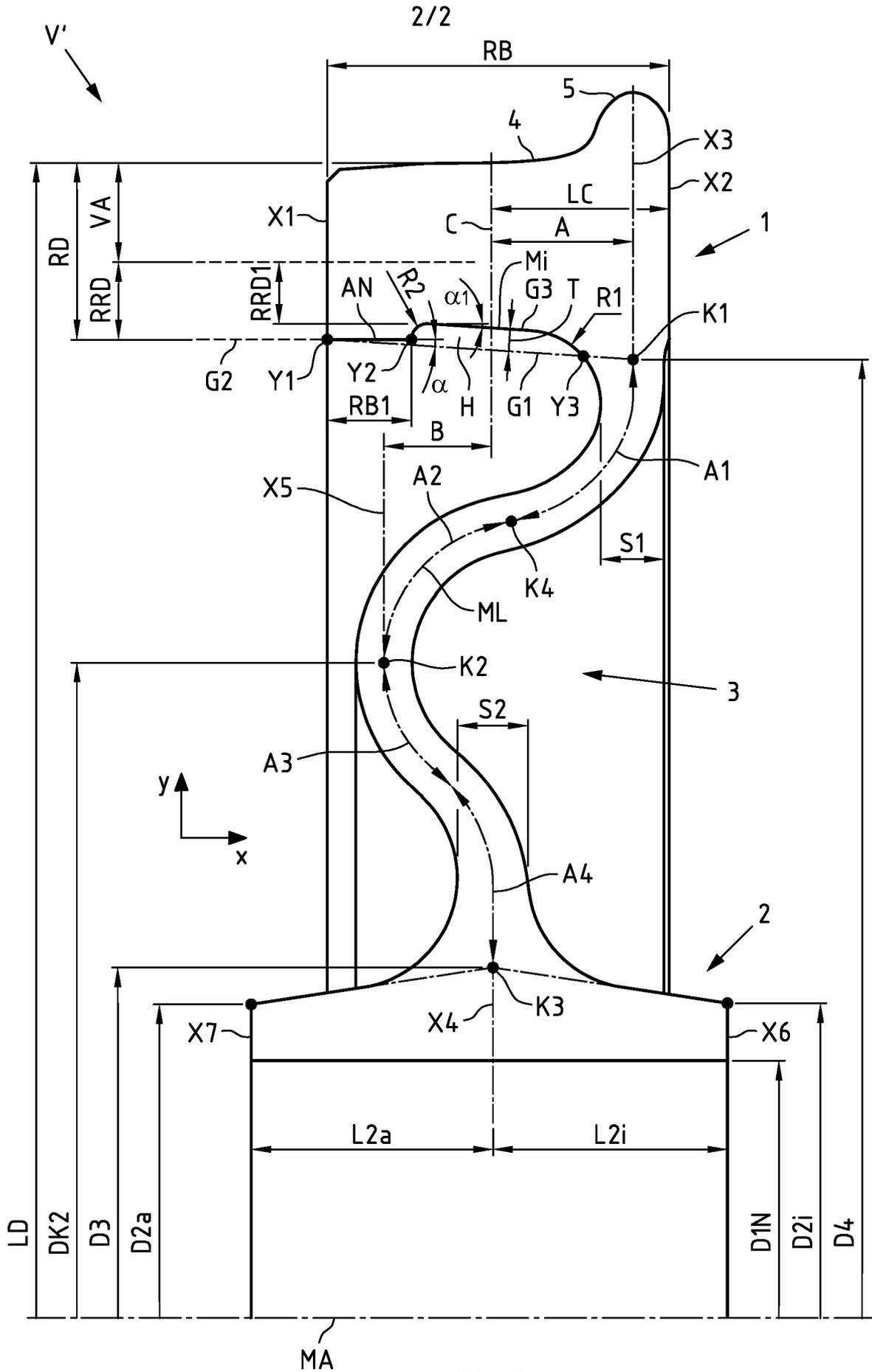


Fig.2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2023/085407**

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <b>B60B 17/00</b> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B60B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 3117572 C2 (ILSENBURG RADSATZFAB [DD]) 19 March 1987 (1987-03-19) cited in the application column 1, line 42 - column 2, line 65; figure 1	1-13
A	EP 2801483 A1 (OPEN JOINT STOCK COMPANY INTERPIPE NIZHNEDNEPROVSKY TUBE ROLLING PLANT) 12 November 2014 (2014-11-12) cited in the application paragraphs [0039] - [0048]; figure 1	1-13
A	DE 2635608 A1 (RANGER ERICH) 09 February 1978 (1978-02-09) page 1, line 5 - page 8, line 3; figure 1	1-13
A	DE 2726871 A1 (SCHWAEBISCHE HUETTENWERKE GMBH) 04 January 1979 (1979-01-04) the whole document	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>19 March 2024</b>		Date of mailing of the international search report <b>28 March 2024</b>
Name and mailing address of the ISA/EP <b>European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the)</b> Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer <b>Schreck, Mathias</b>  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2023/085407**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	3117572	C2	19 March 1987	CS	237424	B1	15 August 1985
				DD	159501	A3	16 March 1983
				DE	3117572	A1	09 September 1982
				FR	2485993	A1	08 January 1982
				PL	231995	A1	05 July 1982
				SE	441910	B	18 November 1985
				SU	1139647	A1	15 February 1985
EP	2801483	A1	12 November 2014	EP	2801483	A1	12 November 2014
				WO	2013103327	A1	11 July 2013
DE	2635608	A1	09 February 1978	NONE			
DE	2726871	A1	04 January 1979	NONE			

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>		
INV. <b>B60B17/00</b>		
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole ) <b>B60B</b>		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) <b>EPO-Internal</b>		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
<b>A</b>	<b>DE 31 17 572 C2 (ILSENBURG RADSATZFAB [DD]) 19. März 1987 (1987-03-19) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeile 42 - Spalte 2, Zeile 65; Abbildung 1</b> -----	<b>1-13</b>
<b>A</b>	<b>EP 2 801 483 A1 (OPEN JOINT STOCK COMPANY INTERPIPE NIZHNEDNEPROVSKY TUBE ROLLING PLANT) 12. November 2014 (2014-11-12) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0039] - [0048]; Abbildung 1</b> -----	<b>1-13</b>
<b>A</b>	<b>DE 26 35 608 A1 (RANGER ERICH) 9. Februar 1978 (1978-02-09) Seite 1, Zeile 5 - Seite 8, Zeile 3; Abbildung 1</b> -----	<b>1-13</b>
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
<b>19. März 2024</b>		<b>28/03/2024</b>
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  <b>Schreck, Mathias</b>

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
<b>A</b>	<b>DE 27 26 871 A1 (SCHWAEBISCHE HUETTENWERKE GMBH) 4. Januar 1979 (1979-01-04) das ganze Dokument</b> -----	<b>1-13</b>

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

**PCT/EP2023/085407**

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
<b>DE 3117572</b>	<b>C2</b>	<b>19-03-1987</b>	<b>CS 237424 B1</b>	<b>15-08-1985</b>
			<b>DD 159501 A3</b>	<b>16-03-1983</b>
			<b>DE 3117572 A1</b>	<b>09-09-1982</b>
			<b>FR 2485993 A1</b>	<b>08-01-1982</b>
			<b>PL 231995 A1</b>	<b>05-07-1982</b>
			<b>SE 441910 B</b>	<b>18-11-1985</b>
			<b>SU 1139647 A1</b>	<b>15-02-1985</b>
-----				
<b>EP 2801483</b>	<b>A1</b>	<b>12-11-2014</b>	<b>EP 2801483 A1</b>	<b>12-11-2014</b>
			<b>WO 2013103327 A1</b>	<b>11-07-2013</b>
-----				
<b>DE 2635608</b>	<b>A1</b>	<b>09-02-1978</b>	<b>KEINE</b>	
-----				
<b>DE 2726871</b>	<b>A1</b>	<b>04-01-1979</b>	<b>KEINE</b>	
-----				