

(19)



(11)

**EP 3 676 449 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**03.05.2023 Patentblatt 2023/18**

(21) Anmeldenummer: **18740136.9**

(22) Anmeldetag: **03.07.2018**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**E01B 3/28 (2006.01) B61L 23/04 (2006.01)**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**E01B 3/28; B61L 23/042; E01B 35/12**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2018/067898**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2019/042629 (07.03.2019 Gazette 2019/10)**

(54) **BETONSCHWELLE FÜR EINEN EISENBAHNFABRWEG**

CONCRETE SLEEPER FOR A RAILWAY TRACK

TRAVERSE EN BÉTON ARMÉ POUR VOIE FERRÉE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **31.08.2017 DE 102017120071**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.07.2020 Patentblatt 2020/28**

(73) Patentinhaber: **PCM RAIL.ONE AG  
92318 Neumarkt (DE)**

(72) Erfinder: **SÁNCHEZ PÉREZ, Maria Ángeles  
92348 Berg (DE)**

(74) Vertreter: **Dr. Gassner & Partner mbB  
Wetterkreuz 3  
91058 Erlangen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 3 844 663 DE-A1-102010 009 754**

**EP 3 676 449 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Betonschwelle für einen Eisenbahnfahrweg, mit einem Betonkörper und einer einen Sensor aufweisenden Messeinrichtung zum Erfassen von während des Betriebs auf die Betonschwelle einwirkenden Lasten und/oder Verformungen.

**[0002]** Für die Auslegung von Betonschwellen existieren Dimensionierungsrichtlinien, die auf Erfahrungswerten beruhen. Darin sind vergleichsweise große Sicherheitsfaktoren berücksichtigt. Die Dimensionierung von Betonschwellen ist allerdings mit gewissen Unsicherheiten behaftet, da die tatsächlichen, im Betrieb auftretenden Belastungen unbekannt sind. Während des Betriebs sind die Betonschwellen sowohl Druckbelastungen als auch Biegebelastungen ausgesetzt. Betonschwellen müssen so dimensioniert werden, dass über die geplante Lebensdauer keine Rissbildung und kein Bruch auftritt.

**[0003]** In der Vergangenheit sind bereits verschiedene Versuche unternommen worden, um die während des Betriebs auftretenden Lasten zu erfassen.

**[0004]** In der DE 40 23 745 A1 wird eine Schwelle vorgeschlagen, die zweiteilig ausgebildet ist und einen trogartigen Grundkörper aufweist, in dem ein Messkolben vertikal beweglich gelagert ist. Die Oberseite des Messkolbens dient als Auflage für eine Schiene. Zwischen dem Grundkörper und dem Messkolben befindet sich im Inneren der Betonschwelle ein Drucksensor. Beim Befahren der Betonschwelle durch ein Schienenfahrzeug können die momentan auftretenden Vertikalkräfte erfasst werden.

**[0005]** In der EP 2 602 169 A1 wird eine Betonschwelle vorgeschlagen, die fest eingebaute Messeinrichtungen aufweist. Die Messeinrichtungen befinden sich im Inneren der Betonschwelle.

**[0006]** Die DE 38 44 663 A1 schlägt eine Schwelle für einen Eisenbahnfahrweg vor, die integrierte faseroptische Sensoren aufweist, um Druck- und Biegebeanspruchungen zu erfassen.

**[0007]** In der DE 10 2010 009 754 A1 wird eine Schwelle vorgeschlagen, die einen lösbar befestigbaren Infrarot-Sensor besitzt. Der Infrarot-Sensor dient zur Überwachung der Temperatur von Schienenfahrzeugkomponenten.

**[0008]** Die herkömmlichen Betonschwellen mit fest eingebauten Messaufnehmern ermöglichen eine zuverlässige Erfassung der während des Betriebs auftretenden Belastungen. Allerdings sind derartige, mit Messeinrichtungen ausgerüstete Betonschwellen vergleichsweise teuer, weshalb in der Praxis nur eine geringe Anzahl von Betonschwellen damit ausgerüstet werden kann.

**[0009]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Betonschwelle anzugeben, mit der die Erfassung von während des Betriebs auftretenden Lasten einfacher und flexibler durchgeführt werden kann.

**[0010]** Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einer Betonschwelle der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, dass sie wenigstens eine durch ein fest und

integral mit dem Betonkörper der Betonschwelle verbundenes Hohlprofil gebildete Ausnehmung aufweist, in der die Messeinrichtung entnehmbar einsetzbar oder eingesetzt ist, wobei das Hohlprofil eine exakte Anlagefläche für die Messeinrichtung bildet und auf die Betonschwelle einwirkende Lasten unmittelbar über das Hohlprofil auf die Messeinrichtung übertragbar sind.

**[0011]** Im Gegensatz zu den beschriebenen herkömmlichen Betonschwellen, bei denen die Messeinrichtung fest eingebaut, insbesondere im Inneren vergossen ist, ermöglicht die erfindungsgemäße Betonschwelle das bedarfsweise Einbringen der Messeinrichtung, wenn tatsächlich eine Messung durchgeführt werden soll. Sofern keine Messung durchzuführen ist, kann die Betonschwelle wie eine herkömmliche Betonschwelle, die keine Messeinrichtung aufweist, benutzt werden. Auf diese Weise können entlang eines Schienenfahrwegs beliebig viele erfindungsgemäße Betonschwellen eingebaut werden, die für die Aufnahme einer Messeinrichtung vorbereitet und geeignet sind. Bei Bedarf werden dann ein oder mehrere erfindungsgemäße Betonschwellen mit der Messeinrichtung versehen. Dazu wird die Messeinrichtung in die jeweilige Aufnahme der Betonschwelle eingesetzt. Auf diese Weise können unterschiedliche Abschnitte der Schienenfahrbahn untersucht werden. Durch die Erfindung ergibt sich der Vorteil, dass lediglich eine einzige Messeinrichtung oder gegebenenfalls mehrere Messeinrichtungen erforderlich sind, die nicht dauerhaft installiert werden und zur Durchführung einer Messung an einer gewünschten Position installiert werden. Da die Messeinrichtung bzw. die mehreren Messeinrichtungen jedoch exakt an einer bestimmten Stelle des Schienenfahrwerks eingebaut werden können, um eine Messung durchzuführen, ist eine effiziente Nutzung möglich. Im Gegensatz dazu ermöglichen die erwähnten herkömmlichen Betonschwellen jeweils nur eine Messung an dem Einbauort der entsprechenden Betonschwelle. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass die Erfassung von während des Betriebs auftretenden Lasten einfach, flexibel, zielgerichtet und kostengünstig durchgeführt werden kann.

**[0012]** Bei der erfindungsgemäßen Betonschwelle ist die Ausnehmung durch ein Hohlprofil gebildet, das integral mit dem Beton verbunden ist. Das Hohlprofil kann beispielsweise ein Metallprofil sein, insbesondere ein Stahlprofil oder ein Aluminiumprofil. Das Hohlprofil bildet eine exakte Anlagefläche für die Messeinrichtung, sodass Messungen genau und reproduzierbar durchgeführt werden können. Das Hohlprofil ist fest mit dem Betonkörper der Betonschwelle verbunden, sodass auf die Betonschwelle einwirkende Lasten unmittelbar über das Hohlprofil auf die Messeinrichtung übertragen werden. Ein als Metallprofil ausgebildetes Hohlprofil weist einen höheren Elastizitätsmodul als der ihn umgebende Beton auf. Durch das Hohlprofil wird die durch die Ausnehmung in dem Betonkörper hervorgerufene Verringerung der Steifigkeit näherungsweise kompensiert. Das Hohlprofil ist so ausgelegt, dass sich die erfindungsgemäße Beton-

schwelle näherungsweise wie eine herkömmliche, keine Ausnehmung aufweisende Betonschwelle verhält. Die Durchführung einer Messung mittels der erfindungsgemäßen Betonschwelle ermöglicht somit eine realistische Erfassung der auf herkömmliche Betonschwellen einwirkenden Belastungen während des Betriebs der Schienenfahrbahn.

**[0013]** Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Hohlprofil der erfindungsgemäßen Betonschwelle einen rechteckigen oder quadratischen oder runden Querschnitt aufweist. Derartige Hohlprofile sind kommerziell erhältlich. Vorzugsweise ist der Querschnitt rechteckig oder quadratisch. Ein rechteckiger oder quadratischer Querschnitt weist eine obere und eine untere Innenfläche auf, die einander gegenüberliegen. Diese Flächen können benutzt werden, um die Messeinrichtung exakt an einer gewünschten Position so anzuordnen, dass die auftretenden Lasten von der Betonschwelle über das Hohlprofil auf die Messeinrichtung übertragen werden.

**[0014]** Es liegt auch im Rahmen der Erfindung, dass der Sensor der Messeinrichtung in einem Sensorgehäuse aufgenommen ist, das in die Ausnehmung einsetzbar oder eingesetzt ist. Der Sensor der Messeinrichtung kann somit entweder direkt in das Hohlprofil eingesetzt werden, alternativ kann der Sensor in einem Sensorgehäuse aufgenommen sein. Das Sensorgehäuse schützt die Messeinrichtung vor Umwelteinflüssen und gewährleistet eine hohe Qualität der erfassten Messdaten. Das Sensorgehäuse ist allerdings optional. Sofern die Messeinrichtung ohne Sensorgehäuse benutzt wird, kann die Ausnehmung, insbesondere das Hohlprofil am freien Ende verschlossen werden, beispielsweise durch einen Stopfen, eine Klappe, einen Deckel oder dergleichen.

**[0015]** In diesem Zusammenhang kann es vorgesehen sein, dass der Sensor mittels einer Klemmvorrichtung formschlüssig und/oder kraftschlüssig in der Ausnehmung befestigbar oder befestigt ist. Sofern ein Sensorgehäuse vorgesehen ist, in dem der Sensor aufgenommen ist, kann es alternativ vorgesehen sein, dass das Sensorgehäuse mittels einer Klemmvorrichtung formschlüssig und/oder kraftschlüssig in der Ausnehmung befestigbar oder befestigt ist. Sofern die Ausnehmung durch ein Hohlprofil gebildet ist, wird der Sensor bzw. das Sensorgehäuse mittels der Klemmvorrichtung in dem Hohlprofil formschlüssig und/oder kraftschlüssig befestigt. Durch die formschlüssige bzw. kraftschlüssige Befestigung wird sichergestellt, dass die im Betrieb auftretenden Lasten, insbesondere Vertikalkräfte, auf die Messeinrichtung übertragen werden, sodass eine genaue messtechnische Erfassung der Lasten möglich ist. Die kraftschlüssige Befestigung kann auch durch einen Magneten erfolgen.

**[0016]** Eine bevorzugte Variante der erfindungsgemäßen Betonschwelle sieht vor, dass die Klemmvorrichtung in die Ausnehmung einsetzbar ist und sich einerseits an einer Innenfläche der Ausnehmung und andererseits an einer Außenfläche des Sensorgehäuses abstützt. Die

Klemmvorrichtung kann somit in die Ausnehmung, gegebenenfalls in das Hohlprofil, eingesetzt und dort verspannt werden.

**[0017]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Betonschwelle kann die Klemmvorrichtung eine erste Klemmplatte aufweisen, die mit einer zweiten Klemmplatte derart zusammenwirkt, dass durch eine Längsverschiebung der beiden aufeinander liegenden Klemmplatten relativ zueinander deren Gesamtdicke einstellbar ist. Die erste und/oder die zweite Klemmplatte ist dazu so geformt, dass sich bei einer Längsverschiebung der beiden Klemmplatten die gewünschte Dickenänderung ergibt. Vorzugsweise umfasst die Betonschwelle die erste Klemmplatte und die zweite Klemmplatte. Optional kann eine der Klemmplatten fest mit der Messeinrichtung verbunden sein. Eine der Klemmplatten kann somit auch als eine Außenseite der Messeinrichtung ausgebildet sein. Bei dieser Variante ist eine Klemmplatte einstückig mit der Messeinrichtung verbunden.

**[0018]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Betonschwelle kann die erste Klemmplatte eine Gewindebohrung aufweisen und die zweite Klemmplatte kann mittels einer die Gewindebohrung durchsetzenden Schraube längsverschiebbar sein. Somit kann durch Drehen der Schraube die erforderliche Längsverschiebung einer Klemmplatte bewirkt werden, wodurch die andere Klemmplatte verschoben wird, damit sich die Gesamtdicke der beiden Klemmplatten ändert. Durch Vergrößern der Gesamtdicke können die beiden Klemmplatten in der Ausnehmung, insbesondere in dem Hohlprofil, verklemmt werden. Eine der Klemmplatten stützt sich dabei an einer Innenseite der Ausnehmung, insbesondere an der Innenseite des Hohlprofils ab. Die andere Klemmplatte stützt sich an der Messeinrichtung, gegebenenfalls an einem Sensorgehäuse ab. Eine gegenüberliegende Seite der Messeinrichtung, gegebenenfalls des Sensorgehäuses, stützt sich an einer gegenüberliegenden Seite der Ausnehmung, insbesondere des Hohlprofils, ab.

**[0019]** Mit besonderem Vorteil kann es bei der erfindungsgemäßen Betonschwelle vorgesehen sein, dass die Klemmplatten jeweils ein Rampenprofil aufweisen, wobei die beiden Rampenprofile zumindest näherungsweise gegengleich zueinander ausgebildet sind. Ein Rampenprofil weist eine oder mehrere schräge Flächen auf. Die Klemmplatten können auch ein Sägezahnprofil mit mehreren schrägen Flächen aufweisen. Im einfachsten Fall könnten die beiden Klemmplatten auch als Keilprofile ausgebildet sein, sodass bei einer Relativverschiebung zueinander in Längsrichtung die benötigte Änderung der Gesamtdicke bewirkt wird, wodurch die Klemmung erzielt wird.

**[0020]** Sofern der Sensor der Messeinrichtung in einem Sensorgehäuse aufgenommen ist, kann das Sensorgehäuse vorzugsweise als Rohr ausgebildet sein. Das Rohr kann vorzugsweise einen runden oder einen eckigen Querschnitt aufweisen.

**[0021]** Eine Variante der erfindungsgemäßen Betonschwelle sieht vor, dass die Ausnehmung als Durchgangsöffnung ausgebildet ist. Die Durchgangsöffnung kann von dem Hohlprofil durchsetzt sein. Die Durchgangsöffnung erstreckt sich vorzugsweise in Längsrichtung der Betonschwelle. In der Durchgangsöffnung kann ein Anschlag für die Messeinrichtung, gegebenenfalls auch zwei Anschläge, vorhanden sein. Auf diese Weise ist es einfach möglich, die Messeinrichtung exakt an einer bestimmten Position in Längsrichtung in die Ausnehmung einzusetzen und dort mittels der Klemmvorrichtung zu arretieren. Wenn die Ausnehmung als Durchgangsöffnung ausgebildet ist, kann eine erste Messeinrichtung ausgehend von einem Ende und eine zweite Messeinrichtung von dem gegenüberliegenden Ende ausgehend eingesetzt werden.

**[0022]** Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Betonschwelle kann sie zwei oder mehr Ausnehmungen aufweisen, die sich vorzugsweise in Längsrichtung von beiden Enden nach innen erstrecken. Insbesondere können die Ausnehmungen so positioniert sein, dass die Messeinrichtungen unterhalb der Schienenaufgaben der Betonschwelle positionierbar sind. Alternativ kann eine Messeinrichtung in der Schwellenmitte, vorzugsweise in der Nähe der Oberseite der Schwelle, angeordnet sein.

**[0023]** Bei der erfindungsgemäßen Betonschwelle kann es vorgesehen sein, dass der Sensor als Lasersensor ausgebildet ist, der einen Laserlicht emittierenden Sender und einen Empfänger aufweist, die voneinander beabstandet angeordnet sind, wobei der Lasersensor dazu ausgebildet ist, eine durch eine auf die Betonschwelle einwirkende Last und/oder eine Verformung zu erfassen. Der Lasersensor umfasst eine Messstrecke, die zwischen dem Sensor und dem Empfänger gebildet ist. Der Sender und der Empfänger sind aufeinander ausgerichtet, sodass das Laserlicht auf eine bestimmte Position des Empfängers auftrifft. Sofern der Sensor eine Belastung, insbesondere ein Vertikalkraft, erfährt, bewirkt diese Kraft, dass auf die Messeinrichtung eine Biegebelastung ausgeübt wird und das Laserlicht an einer anderen Position auf den Empfänger auftrifft. Diese Abweichung wird von dem Sensor erfasst. Die Abweichung ist abhängig von der auf die Betonschwelle einwirkenden Last. Dementsprechend kann durch die Auswertung des Sensorsignals die auftretende Last erfasst und charakterisiert werden.

**[0024]** Bei der erfindungsgemäßen Betonschwelle wird es bevorzugt, dass die Messeinrichtung so in der Ausnehmung positioniert ist, dass sich der Sensor zumindest näherungsweise unterhalb einer Schienenaufgabe fläche oder im Bereich der Schwellenmitte befindet. Gegebenenfalls können sich unter beiden Schienenaufgaben flächen entsprechende Sensoren befinden.

**[0025]** Gemäß einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Betonschwelle kann es vorgesehen sein, dass sie einen weiteren Sensor aufweist, der an der Oberfläche oder zumindest in der Nähe der Oberfläche der Be-

tonschwelle, in deren mittleren Bereich, angeordnet ist. Bei diesem Sensor kann es sich um einen Kraftsensor oder um einen Sensor zum Erfassen einer Zug- oder Druckbelastung handeln.

**[0026]** Daneben betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Erfassen von während des Betriebs auf einer Betonschwelle für einen Eisenbahnfahrweg einwirkenden Lasten und/oder Verformungen.

**[0027]** Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass eine eine Ausnehmung für eine Messeinrichtung ausweisende Betonschwelle der beschriebenen Art verwendet wird, und die Messeinrichtung entnehmbar in der Ausnehmung eingesetzt ist.

**[0028]** Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens können vorab die folgenden Schritte durchgeführt werden: Positionieren wenigstens eines Kraftsensors bei mehreren Betonschwellen zum Erfassen von Stützpunktkräften, Feststellen, welche Betonschwelle die maßgebende, insbesondere die größte, Belastung erfährt, und Einsetzen der Messeinrichtung in diejenige Betonschwelle mit der größten Belastung.

**[0029]** In der Praxis hat es sich herausgestellt, dass mehrere Betonschwellen, die nah beieinander, beispielsweise benachbart zueinander, angeordnet sind, unterschiedliche Belastungen erfahren. Ein Grund dafür liegt in der unterschiedlichen Bettung der einzelnen Betonschwellen bei einem Schotterunterbau. Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, diejenige Betonschwelle zu identifizieren, die die maßgebende, insbesondere die größte, Belastung erfährt. Anschließend wird die Messeinrichtung in diejenige Betonschwelle eingesetzt, bei der die größte Belastung auftritt. Durch das erfindungsgemäße Verfahren kann somit festgestellt werden, an welcher Position innerhalb eines bestimmten Abschnitts einer Schienenfahrbahn die Messung am zweckmäßigsten vorgenommen werden kann.

**[0030]** Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen erläutert. Die Zeichnungen sind schematische Darstellungen und zeigen:

- Fig. 1 eine geschnittene Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Betonschwelle,
- Fig. 2 eine dem gegenüber um 90 Grad gedrehte Ansicht in Längsrichtung,
- Fig. 3 eine vergrößerte Ansicht der linken Hälfte von Fig. 1,
- Fig. 4 eine geschnittene Seitenansicht eines Sensorgehäuses,
- Fig. 5 eine Draufsicht des in Fig. 4 gezeigten Sensorgehäuses,
- Fig. 6 eine Ansicht des Profils des Sensorgehäuses,
- Fig. 7 eine Seitenansicht einer ersten Klemmplatte, die in Fig. 7 gezeigte Klemmplatte in einer Ansicht von unten,
- Fig. 8 eine Seitenansicht einer zweiten Klemmplatte,

- Fig. 10 eine Draufsicht der in Fig. 9 gezeigten zweiten Klemmplatte, und  
 Fig. 11 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0031]** Fig. 1 ist eine Seitenansicht einer Betonschwelle 1, Fig. 2 ist eine demgegenüber um 90 Grad gedrehte Ansicht der Betonschwelle 1 in Längsrichtung. Die Betonschwelle 1 umfasst einen quaderförmigen Grundkörper 2 aus Beton. An beiden Enden der Betonschwelle 1 sind Schwellenblöcke 4 ausgebildet, in diesem Bereich weist die Betonschwelle 1 eine erhöhte Oberseite 5 mit einer Schienenauflage 6 auf.

**[0032]** In Fig. 2 erkennt man, dass die Betonschwelle 1 für mehrere Spannstäbe 7 vorgesehen ist. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind insgesamt sechs Spannstäbe 7 vorgesehen, die Anzahl der Spannstäbe wird in Abhängigkeit der zu erwartenden Lasten festgelegt und kann variieren.

**[0033]** Im unteren Teil des Grundkörpers 2 der Betonschwelle 1 befindet sich eine Ausnehmung 8. In diesem Ausführungsbeispiel wird die Ausnehmung 8 durch ein Hohlprofil 9 gebildet. Das Hohlprofil 9 besteht aus einer Stahllegierung und besitzt einen Rechteckquerschnitt. Das Hohlprofil 9 ist so in dem Grundkörper 2 angeordnet, dass die längeren Rechteckseiten in Vertikalrichtung ausgerichtet sind. Das Hohlprofil 9 wird bei der Herstellung des Grundkörpers 2 der Betonschwelle 1 vergossen, wodurch es fest mit dem Grundkörper 2 verbunden ist.

**[0034]** In der Seitenansicht von Fig. 1 erkennt man, dass die durch das Hohlprofil 9 gebildete Ausnehmung 8 als Durchgangsöffnung ausgebildet ist und sich somit von einem Ende der Betonschwelle 1 bis zum entgegengesetzten Ende erstreckt.

**[0035]** Die Ausnehmung 8 ist dazu ausgebildet, eine Messeinrichtung aufzunehmen. Durch die Ausgestaltung des Hohlprofils 9 als Durchgangsöffnung kann von beiden Enden der Betonschwelle 1 eine Messeinrichtung in das Hohlprofil 9 eingesetzt werden. Die Messeinrichtung wird nur bei Bedarf eingesetzt, sofern keine Messung vorgenommen werden soll, ist die Ausnehmung 8 leer bzw. hohl. Zum Schutz vor Umwelteinflüssen kann die Ausnehmung 8 mit einem Stopfen oder einem Deckel verschlossen werden.

**[0036]** In Fig. 1 ist dargestellt, dass in die Ausnehmung 8 zwei Messeinrichtungen eingesetzt sind. Unterhalb jeder Schienenauflage 6 befindet sich jeweils eine Messeinrichtung.

**[0037]** Nachfolgend wird auf Fig. 3 Bezug genommen, die eine vergrößerte Ansicht der linken Hälfte von Fig. 1 zeigt. Die Messeinrichtung 10 umfasst ein Sensorgehäuse 11. Das Sensorgehäuse 11 ist als Einschubrohr ausgebildet und nimmt den Sensor 12 in seinem Inneren auf.

**[0038]** Fig. 4 ist eine geschnittene Seitenansicht und zeigt das als Einschubrohr ausgebildete Sensorgehäuse 11 mit dem darin angeordneten Sensor 12.

**[0039]** Fig. 5 ist eine Draufsicht des Sensorgehäuses

11 und Fig. 6 ist eine Ansicht des Sensorgehäuses 11 in Längsrichtung. In Fig. 6 erkennt man, dass das Sensorgehäuse 11 an seiner Oberseite mehrere Öffnungen 13 aufweist. In diesem Ausführungsbeispiel sind zwei sich in Längsrichtung erstreckende Öffnungen 13 vorgesehen, zusätzlich sind zwei kleinere Öffnungen 14 vorhanden, die eine ovale Kontur aufweisen.

**[0040]** Die Größe, Position und Anzahl der Öffnungen 13, 14 ist so gewählt, dass die durch die Ausnehmung 8 in dem Grundkörper 2 der Betonschwelle 1 verursachte Verringerung der Steifigkeit durch das Sensorgehäuse 11 zumindest näherungsweise ausgeglichen wird.

**[0041]** Das quadratische Profil des Sensorgehäuses 11 ist so gewählt, dass das als Einschubrohr ausgebildete Sensorgehäuse 11 in das Hohlprofil 9 einsetzbar ist, wie in den Figuren 1 und 3 gezeigt ist.

**[0042]** In diesem Ausführungsbeispiel ist der Sensor 12 als Lasersensor ausgebildet. Der Lasersensor umfasst - wie in Fig. 4 gezeigt ist -, einen Sender 15 und einen davon beabstandeten Empfänger 16. Zwischen dem Sender 15 und dem Empfänger 16 ist eine Messstrecke gebildet. Der Sender 15 sendet Laserlicht aus, das auf den Empfänger 16 auftrifft. Der Sender 15 und der Empfänger 16 sind so aufeinander abgestimmt, dass das Laserlicht auf eine bestimmte Stelle des Empfängers 16 auftrifft. In Fig. 1 erkennt man, dass sich der Sensor 12 im eingebauten Zustand exakt unterhalb einer Schienenauflage 6 befindet. Wenn die Betonschwelle 1 von einem Schienenfahrzeug überfahren wird, wird die Vertikalkraft über die Schiene auf die Schienenauflagen in den Grundkörper 2 der Betonschwelle 1 übertragen.

**[0043]** Diese Vertikalkraft verursacht eine auf das Sensorgehäuse 11 wirkende Biegebelastung. Diese zwischen dem Sender 15 und dem Empfänger 16 auftretende Biegebelastung führt dazu, dass das von dem Sender 15 ausgesendete Laserlicht an einer anderen Stelle auf dem Empfänger 16 auftritt. Ein von dem Lasersensor geliefertes Messsignal ist ein Maß für die Biegebelastung. Das Messsignal gibt die Abweichung zwischen der Position, auf die das Laserlicht ohne Belastung auftritt und der Position, an der das Laserlicht bei einer Belastung durch ein Schienenfahrzeug auftritt an. Dementsprechend kann durch die Erfassung und Auswertung des von dem Sensor 12 gelieferten Messsignals auf die Größe und den zeitlichen Verlauf einer auftretenden Belastung geschlossen werden.

**[0044]** Um ein genaues Messsignal zu erhalten, ist es erforderlich, dass das Sensorgehäuse 11 formschlüssig und/oder kraftschlüssig mit der Ausnehmung 8 bzw. dem die Ausnehmung 8 bildenden Hohlprofil 9 gekoppelt ist. In diesem Fall werden die durch das die Betonschwelle 1 überfahrende Schienenfahrzeug erzeugten Lasten auf das Sensorgehäuse 11 und den Sensor 12 übertragen. Wesentlich ist somit, dass das Sensorgehäuse 11 fest in der Betonschwelle 1 aufgenommen ist.

**[0045]** Das den Sensor 12 aufnehmende Sensorgehäuse 11 ist mittels einer Klemmvorrichtung formschlüssig und/oder kraftschlüssig in der Ausnehmung 8 befestigt.

tigt. Die Klemmvorrichtung ist in die Ausnehmung 8 einsetzbar und umfasst eine erste Klemmplatte 17, die in Fig. 7 in einer Seitenansicht und in Fig. 8 in einer Ansicht von unten dargestellt ist. An einem Ende, das im montierten Zustand das äußere Ende der Klemmplatte 17 bildet, weist die Klemmplatte 17 einen um 90 Grad abgewinkelten Endabschnitt 18 auf, der mit einer Gewindebohrung 19 versehen ist. Die Klemmplatte 17 weist ein Rampenprofil 20 auf. Insgesamt sind - wie in den Figuren 7 und 8 zu sehen ist - zwei mit dem Rampenprofil 20 versehene Abschnitte vorhanden. Ein erster Abschnitt befindet sich näherungsweise in der Mitte der ersten Klemmplatte 17, ein zweiter Abschnitt befindet sich an dem inneren Ende der Klemmplatte 17. Das Rampenprofil umfasst in diesem Ausführungsbeispiel eine bzw. zwei Rampen 21, die sich ausgehend von dem plattenförmigen Grundkörper der Klemmplatte 17 schräg nach unten erstrecken. Die Richtungsangabe "unten" bezieht sich dabei auf den Montagezustand. Die in den Figuren 7 und 8 gezeigten, das Rampenprofil aufweisenden Abschnitte sind lediglich beispielhaft zu verstehen. Ein Rampenprofil kann alternativ auch aus einer anderen Anzahl von einzelnen Rampen bestehen und die Rampen können einen anderen Neigungswinkel besitzen. Wesentlich ist jedoch, dass sich die Rampe 21 ausgehend von dem Grundkörper der Klemmplatte 17 nach unten und nach innen erstreckt.

**[0046]** Die in den Figuren 7 und 8 gezeigte erste Klemmplatte 17 wirkt mit einer zweiten Klemmplatte 22 zusammen, die in den Figuren 9 und 10 gezeigt ist. Fig. 9 ist eine Seitenansicht und zeigt die zweite Klemmplatte 22 im montierten Zustand, Fig. 10 ist eine Draufsicht auf die zweite Klemmplatte 22.

**[0047]** Die zweite Klemmplatte 22 weist an ihrem äußeren Ende einen um 90 Grad abgewinkelten Abschnitt 23 auf. Der abgewinkelte Abschnitt 23 weist ein Sackloch 24 auf. Die zweite Klemmplatte 22 weist ein Rampenprofil 25 auf, das an zwei Abschnitten ausgebildet ist. Die Positionen der das Rampenprofil 25 aufweisenden Abschnitte entsprechen denjenigen der ersten Klemmplatte 17. In Fig. 9 ist die zweite Klemmplatte im Einbauzustand dargestellt, das Rampenprofil 25 weist nach oben. Das Rampenprofil 25 umfasst eine oder zwei zur horizontalen Achse geneigten Rampen 26. Eine Rampe 26 erstreckt sich von dem Grundkörper 2 der zweiten Klemmplatte 22 nach oben und nach außen, bezogen auf den Einbauzustand. Die Richtungsangabe "außen" bezeichnet dabei ein axiales Ende der Betonschwelle 1.

**[0048]** Die erste Klemmplatte 17 und die zweite Klemmplatte 22 bilden gemeinsam eine Klemmvorrichtung 27. In Fig. 3 ist die Klemmvorrichtung 27 im montierten Zustand, d. h. in der Betonschwelle 1, dargestellt. Die Klemmvorrichtung 27 wird montiert, indem die erste Klemmplatte 17 und die zweite Klemmplatte 22 so aufeinander gelegt werden, dass sich die jeweiligen Rampenprofile 20, 25 gegenüberliegen. Die beiden Rampenprofile 20, 25 sind näherungsweise gegengleich zueinander ausgebildet. Demnach liegen sich die schrägen

Rampen 21, 26 der beiden Klemmplatten 17, 22 jeweils gegenüber. Die Klemmvorrichtung 27 wird - wie in Fig. 3 gezeigt ist - auf der Oberseite des Sensorgehäuses 11 positioniert und gemeinsam mit dem Sensorgehäuse 11 in das Hohlprofil 9 eingesetzt. Die Dicke der zweiteiligen Klemmvorrichtung 27 und die Dicke des Sensorgehäuses 11 ist so an die lichte Höhe des Hohlprofils 9 angepasst, dass die Klemmvorrichtung gemeinsam mit dem Sensorgehäuse 11 von außen in die Ausnehmung 8 bzw. das Hohlprofil 9 des Grundkörpers 2 der Betonschwelle 1 eingeschoben werden kann. Anschließend erfolgt die Klemmung des Sensorgehäuses 11 mittels der Klemmvorrichtung 27. Dazu wird eine Schraube in die Gewindebohrung 19 des abgewinkelten Abschnitts 18 der ersten Klemmplatte 17 geschraubt. Durch Drehen der Schraube gelangt deren äußeres Ende in das Sackloch 24 des abgewinkelten Abschnitts 23 der zweiten Klemmplatte 22. Durch Drehen der Schraube wird die zweite Klemmplatte 22 relativ zur ersten Klemmplatte 17 in Längsrichtung verschoben. Die zweite Klemmplatte 22 wird in das Innere der Ausnehmung 8 verschoben. Die einander gegenüberliegenden und einander berührenden Rampen 21, 26 der beiden Klemmplatten 17, 22 gleiten aufeinander, wodurch sich deren Gesamtdicke erhöht. Die Schraube wird solange gedreht, bis die Oberseite der ersten Klemmplatte 17 die obere Innenfläche des Hohlprofils 9 berührt. Auf diese Weise klemmt die Klemmvorrichtung 27 das Sensorgehäuse in dem Hohlprofil 9 fest.

**[0049]** In Fig. 3 ist erkennbar, dass sich die die Klemmung bewirkenden Rampenprofile 20, 25 jeweils an der Stelle befinden, an der sich auch der Sender 15 und der Empfänger 16 des Lasersensors befinden. Mittels der Klemmvorrichtung 27 wird somit die das Sensorgehäuse 11 und den Sensor 12 umfassende Messeinrichtung 10 formschlüssig und/oder kraftschlüssig mit dem Grundkörper 2 der Betonschwelle 1 verbunden. Um die Messeinrichtung 10 nach der Durchführung einer Messung wieder zu entnehmen, wird die Schraube in die umgekehrte Richtung gedreht, dadurch sind die beiden Klemmplatten 17, 22 wieder in Längsrichtung verschiebbar, sodass sie gemeinsam mit dem Sensorgehäuse 11 aus der Ausnehmung 8 entfernt werden können.

**[0050]** Die Betonschwelle 1 kann optional einen weiteren, dritten Sensor aufweisen, der auf der Oberseite der Betonschwelle, in der Mitte angebracht ist. Ein derartiger (nicht gezeigter) Sensor dient zum Erfassen einer Zug- oder Druckbelastung.

**[0051]** Fig. 11 zeigt ein Verfahren zum Erfassen von während des Betriebs auf eine Betonschwelle eines Eisenbahnfahrwegs einwirkenden Lasten und/oder Verformungen. In Fig. 11 ist eine Anordnung mit einer Mehrzahl von Betonschwellen 1 dargestellt. Jede der Betonschwellen 1 entspricht der zuvor beschriebenen Betonschwelle und weist Kraftsensoren 28, 29 auf die zum Erfassen von Stützpunktkräften ausgebildet sind und an der Oberseite der Betonschwelle 1 in einer Zwischenlage unterhalb der Schienen 30 angeordnet sind. Durch Lösen von Schie-

nenbefestigungen und Positionieren der Kraftsensoren in eine speziell dafür ausgebildete Zwischenlage können die Kraftsensoren 28, 29 auch nachträglich installiert werden. Die Kraftsensoren 28, 29 erfassen Vertikalkräfte, die beim Befahren des Eisenbahnfahrwegs auftreten. Der Einfachheit halber sind in Fig. 11 lediglich bei einer Betonschwelle die Kraftsensoren dargestellt. In dem mehrere benachbarte oder in einem bestimmten Bereich verlegte Betonschwellen mit den Kraftsensoren versehen werden, kann festgestellt werden, welche Betonschwelle die größte Belastung erfährt. Unterschiede können sich beispielsweise durch den Zustand des Unterbaus ergeben, insbesondere bei Schotterstrecken. Nachdem festgestellt worden ist, welche der mehreren Betonschwellen 1 die größte Belastung erfährt, wird in die identifizierte Betonschwelle die Messeinrichtung 10 eingesetzt. Anschließend werden mittels der Messeinrichtung 10 - wie zuvor beschrieben - die während des Betriebs einwirkenden Lasten und/oder Verformungen ermittelt.

#### Bezugszeichenliste

#### [0052]

- 1 Betonschwelle
- 2 Grundkörper
- 4 Schwellenblock
- 5 Oberseite
- 6 Schienenauflage
- 7 Spannstab
- 8 Ausnehmung
- 9 Hohlprofil
- 10 Messeinrichtung
- 11 Sensorgehäuse
- 12 Sensor
- 13 Öffnung
- 14 Öffnung
- 15 Sender
- 16 Empfänger
- 17 Klemmplatte
- 18 Abschnitt
- 19 Gewindebohrung
- 20 Rampenprofil
- 21 Rampe
- 22 Klemmplatte
- 23 Abschnitt
- 24 Sackloch
- 25 Rampenprofil
- 26 Rampen
- 27 Klemmvorrichtung
- 28 Sensor
- 29 Auswerteeinrichtung

#### Patentansprüche

1. Betonschwelle (1) für einen Eisenbahnfahrweg, mit

einem Betonkörper und einer einen Sensor (12) aufweisenden Messeinrichtung (10) zum Erfassen von während des Betriebs auf die Betonschwelle (1) einwirkenden Lasten und/oder Verformungen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Betonschwelle (1) wenigstens eine durch ein fest und integral mit dem Betonkörper der Betonschwelle (1) verbundenes Hohlprofil (9) gebildete Ausnehmung (8) aufweist, in die die Messeinrichtung (10) entnehmbar einsetzbar oder eingesetzt ist, wobei das Hohlprofil (9) eine exakte Anlagefläche für die Messeinrichtung (10) bildet und auf die Betonschwelle (1) einwirkende Lasten unmittelbar über das Hohlprofil (9) auf die Messeinrichtung (10) übertragen sind.

2. Betonschwelle (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich das Hohlprofil (9) in Längsrichtung des Betonkörpers erstreckt.

3. Betonschwelle (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hohlprofil (9) einen rechteckigen oder quadratischen oder runden Querschnitt aufweist.

4. Betonschwelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (12) der Messeinrichtung (10) in einem Sensorgehäuse (11) aufgenommen ist, das in die Ausnehmung (8) einsetzbar oder eingesetzt ist.

5. Betonschwelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (12), gegebenenfalls das Sensorgehäuse (11), mittels einer Klemmvorrichtung (27) formschlüssig und/oder kraftschlüssig in der Ausnehmung (8) befestigbar oder befestigt ist.

6. Betonschwelle (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klemmvorrichtung (27) in die Ausnehmung (8) einsetzbar ist und sich einerseits an einer Innenfläche der Ausnehmung (8) und andererseits an einer Außenfläche des Sensorgehäuses (11) abstützt.

7. Betonschwelle (1) nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klemmvorrichtung (28) eine erste Klemmplatte (17) aufweist, die mit einer zweiten Klemmplatte (22) derart zusammenwirkt, dass durch eine Längsverschiebung der beiden aufeinander liegenden Klemmplatten (17, 22) relativ zueinander deren Gesamtdicke einstellbar ist.

8. Betonschwelle (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Klemmplatte (17) eine Gewindebohrung (19) aufweist und die zweite Klemmplatte (22) mittels einer die Gewindebohrung (19) durchsetzenden Schraube längsverschiebbar ist.

9. Betonschwelle (1) nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klemmplatten (17, 22) jeweils ein Rampenprofil (25) oder ein Sägezahnprofil aufweisen, wobei die beiden Rampenprofile (25) vorzugsweise zumindest näherungsweise gegengleich zueinander ausgebildet sind. 5
10. Betonschwelle (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sensorgehäuse (11) als Rohr ausgebildet ist und vorzugsweise einen runden oder eckigen Querschnitt aufweist. 10
11. Betonschwelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ausnehmung (8) als Durchgangsöffnung ausgebildet ist. 15
12. Betonschwelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie zwei oder mehr Ausnehmungen (8) aufweist, die sich vorzugsweise in Längsrichtung von beiden Enden nach innen erstrecken. 20
13. Betonschwelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Sensor (12) als Lasersensor ausgebildet ist, der einen Laserlicht emittierenden Sender (15) und einen Empfänger (16) aufweist, die voneinander beabstandet angeordnet sind, wobei der Lasersensor dazu ausgebildet ist, eine durch eine auf die Betonschwelle (1) einwirkende Last und/oder eine Verformung zu erfassen. 25
14. Betonschwelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Messeinrichtung (10) so in der Ausnehmung (8) positioniert ist, dass sich der Sensor (12) zumindest näherungsweise unterhalb einer Schienenauffläche oder im Bereich der Schwellenmitte befindet. 30
15. Betonschwelle (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie einen weiteren Sensor, insbesondere einen Kraftsensor, aufweist, der auf der Oberfläche der Betonschwelle (1), insbesondere in einer Zwischenlage, angeordnet ist. 35
16. Verfahren zum Erfassen von während des Betriebs auf eine Betonschwelle (1) eines Eisenbahnhafwegs einwirkenden Lasten und/oder Verformungen, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Ausnehmung (8) für eine Messeinrichtung (10) aufweisende Betonschwelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15 verwendet wird und die Messeinrichtung (10) entnehmbar in der Ausnehmung (8) eingesetzt ist. 40
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** vorab die folgenden Schritte durch-

geführt werden:

- Positionieren wenigstens eines Kraftsensors bei mehreren Betonschwellen (1) zum Erfassen von Stützpunktkräften,
- Feststellen, welche Betonschwelle (1) die maßgebende, insbesondere die größte, Belastung erfährt, und
- Einsetzen der Messeinrichtung (10) in diejenige Betonschwelle (1) mit der größten Belastung.

## Claims

1. Concrete sleeper (1) for a railroad track, with a concrete body and a measuring device (10) having a sensor (12) for detecting loads and/or deformations acting on the concrete sleeper (1) during operation, **characterized in that** the concrete sleeper (1) has at least one recess (8) formed by a hollow profile (9) firmly and integrally connected to the concrete body of the concrete sleeper (1), into which the measuring device (10) can be removably inserted or in which it is inserted, the hollow profile (9) forming an exact contact surface for the measuring device (10) and loads acting on the concrete sleeper (1) being able to be transmitted directly via the hollow profile (9) to the measuring device (10). 45
2. Concrete sleeper (1) according to claim 1, **characterized in that** the hollow profile (9) extends in the longitudinal direction of the concrete body. 50
3. Concrete sleeper (1) according to claim 2, **characterized in that** the hollow profile (9) has a rectangular or square or round cross-section. 55
4. Concrete sleeper (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sensor (12) of the measuring device (10) is accommodated in a sensor housing (11) which can be inserted or is inserted into the recess (8).
5. Concrete sleeper (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sensor (12), optionally the sensor housing (11), can be or is fastened in the recess (8) by means of a clamping device (27) in a form-fitting and/or force-fitting manner.
6. Concrete sleeper (1) according to claim 5, **characterized in that** the clamping device (27) can be inserted into the recess (8) and is supported on one side on an inner surface of the recess (8) and on the other side on an outer surface of the sensor housing (11).
7. Concrete sleeper (1) according to claim 5 or 6, **characterized in that** the clamping device (28) has a first



clamping plate (17) which cooperates with a second clamping plate (22) in such a way that the total thickness of the two clamping plates (17, 22) lying one on top of each other can be adjusted by a longitudinal displacement of the two clamping plates (17, 22) relative to one another.

8. Concrete sleeper (1) according to claim 7, **characterized in that** the first clamping plate (17) has a threaded bore (19) and the second clamping plate (22) is longitudinally displaceable by means of a screw passing through the threaded bore (19).
9. Concrete sleeper (1) according to claim 7 or 8, **characterized in that** the clamping plates (17, 22) each have a ramp profile (25) or a sawtooth profile, the two ramp profiles (25) preferably being formed at least approximately with opposite shapes to each other.
10. Concrete sleeper (1) according to one of claims 4 to 9, **characterized in that** the sensor housing (11) is designed as a tube and preferably has a round or angular cross section.
11. Concrete sleeper (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the recess (8) is designed as a through opening.
12. Concrete sleeper (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** it has two or more recesses (8) which preferably extend longitudinally inwards from both ends.
13. Concrete sleeper (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sensor (12) is designed as a laser sensor which has a laser light-emitting transmitter (15) and a receiver (16) which are arranged at a distance from one another, the laser sensor being designed to detect a load acting on the concrete sleeper (1) and/or a deformation.
14. Concrete sleeper (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the measuring device (10) is positioned in the recess (8) in such a way that the sensor (12) is located at least approximately below a rail support surface or in the region of the sleeper center.
15. Concrete sleeper (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** it has a further sensor, in particular a force sensor, which is arranged on the surface of the concrete sleeper (1), in particular in an intermediate layer.
16. Method for detecting loads and/or deformations acting during operation on a concrete sleeper (1) of a railroad track, **characterized in that** a concrete

sleeper (1) having a recess (8) for a measuring device (10) according to one of claims 1 to 15 is used and the measuring device (10) is inserted removably in the recess (8).

17. Method according to claim 16, **characterized in that** the following steps are carried out beforehand:

- positioning at least one force sensor at a plurality of concrete sleepers (1) to detect support point forces,
- determining which concrete sleeper (1) experiences the significant, in particular the highest, load, and
- inserting the measuring device (10) into the concrete sleeper (1) with the highest load.

## Revendications

1. Traverse en béton armé (1) pour voie ferrée, comprenant un corps en béton et un dispositif de mesure (10) pourvu d'un capteur (12) et destiné à la détection de charges et/ou déformations agissant sur la traverse en béton armé (1) durant le fonctionnement, **caractérisée en ce que** la traverse en béton armé (1) présente au moins un évidement (8) formé par un profilé creux (9) relié à demeure et d'un seul tenant au corps en béton de la traverse en béton armé (1), évidement dans lequel le dispositif de mesure (10) peut être placé de manière amovible ou est inséré, **en ce que** le profilé creux (9) forme une surface d'appui exacte pour le dispositif de mesure (10) et des charges agissant sur la traverse en béton armé (1) sont transmissibles directement par l'intermédiaire du profilé creux (9) sur le dispositif de mesure (10).
2. Traverse en béton armé (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le profilé creux (9) s'étend dans le sens de la longueur du corps en béton.
3. Traverse en béton armé (1) selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** le profilé creux (9) présente une section transversale rectangulaire ou carrée ou ronde.
4. Traverse en béton armé (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le capteur (12) du dispositif de mesure (10) est logé dans un boîtier de capteur (11) qui peut être placé ou est inséré dans l'évidement (8).
5. Traverse en béton armé (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le capteur (12), le cas échéant le boîtier de capteur (11), peut être fixé ou est fixé par complémentarité de forme et/ou par adhérence dans l'évidement (8) au moyen d'un dispositif de serrage (27).

6. Traverse en béton armé (1) selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** le dispositif de serrage (27) peut être inséré dans l'évidement (8) et repose d'une part sur une surface intérieure de l'évidement (8) et d'autre part sur une surface extérieure du boîtier de capteur (11).
7. Traverse en béton armé (1) selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que** le dispositif de serrage (28) comporte un premier crapaud (17) qui concourt avec un second crapaud (22) de telle sorte que leur épaisseur totale est réglable par un déplacement longitudinal des deux crapauds (17, 22) superposés l'un par rapport à l'autre.
8. Traverse en béton armé (1) selon la revendication 7, **caractérisée en ce que** le premier crapaud (17) comporte un trou taraudé (19) et le second crapaud (22) peut être déplacé en longueur au moyen d'une vis traversant le trou taraudé (19).
9. Traverse en béton armé (1) selon la revendication 7 ou 8, **caractérisée en ce que** les crapauds (17, 22) comportent chacun un profil de rampe (25) ou un profil en dents de scie, **en ce que** les deux profils de rampe (25) sont réalisés de préférence au moins approximativement à l'opposé l'un de l'autre.
10. Traverse en béton armé (1) selon l'une des revendications 4 à 9, **caractérisée en ce que** le boîtier de capteur (11) est réalisé sous forme de tube et présente une section transversale de préférence ronde ou polygonale.
11. Traverse en béton armé (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'évidement (8) est réalisé sous forme d'ouverture de passage.
12. Traverse en béton armé (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte deux ou plusieurs évidements (8), qui s'étendent vers l'intérieur de préférence dans le sens de la longueur à partir des deux extrémités.
13. Traverse en béton armé (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le capteur (12) est réalisé sous forme de capteur laser qui comporte un émetteur (15) émettant de la lumière laser et un récepteur (16) qui sont espacés l'un de l'autre, **en ce que** le capteur laser est conçu pour détecter une charge et/ou une déformation agissant sur la traverse en béton armé (1).
14. Traverse en béton armé (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de mesure (10) est positionné dans l'évidement (8) de manière à ce que le capteur (12) se trouve au moins approximativement au-dessous d'une surface d'appui des rails ou dans la zone du centre de la traverse.
15. Traverse en béton armé (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'elle** comporte un autre capteur, en particulier un capteur de force, qui est disposé sur la surface de la traverse en béton armé (1), en particulier dans une semelle.
16. Procédé de détection de charges et/ou déformations agissant sur une traverse en béton armé (1) d'une voie ferrée durant le fonctionnement, **caractérisé en ce qu'une** traverse en béton armé (1) comportant un évidement (8) pour un dispositif de mesure (10) est utilisé selon l'une des revendications 1 à 15 et le dispositif de mesure (10) est inséré de manière amovible dans l'évidement (8).
17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé en ce que** les étapes suivantes sont préalablement effectuées :
- positionnement d'au moins un capteur de force pour plusieurs traverses en béton armé (1) pour la détection de forces de point d'appui,
  - détermination de la traverse en béton armé (1) qui subit la charge déterminante, en particulier la plus importante, et
  - insertion du dispositif de mesure (10) dans la traverse en béton armé (1) présentant la charge la plus importante.

Fig. 1

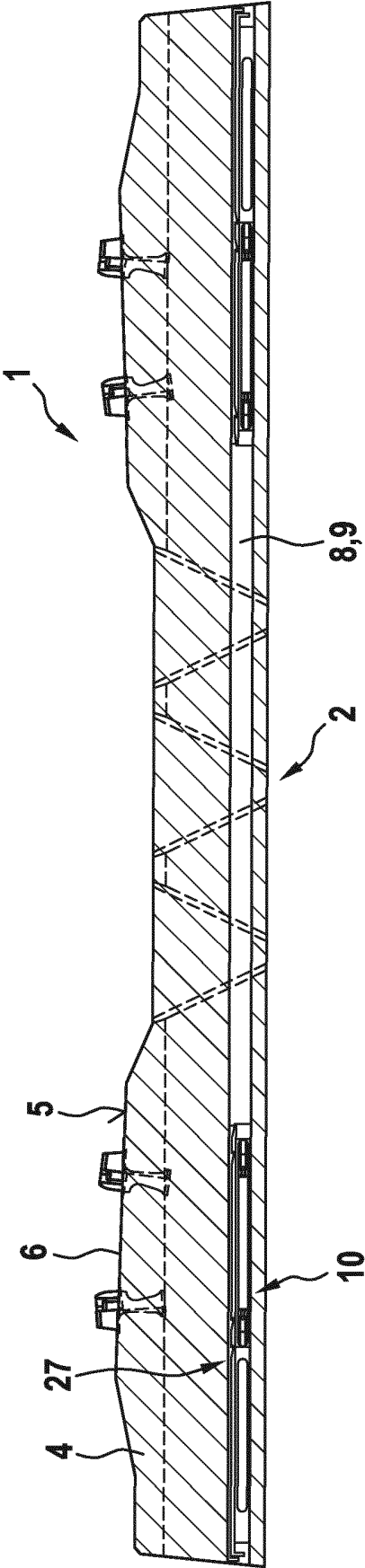


Fig. 2

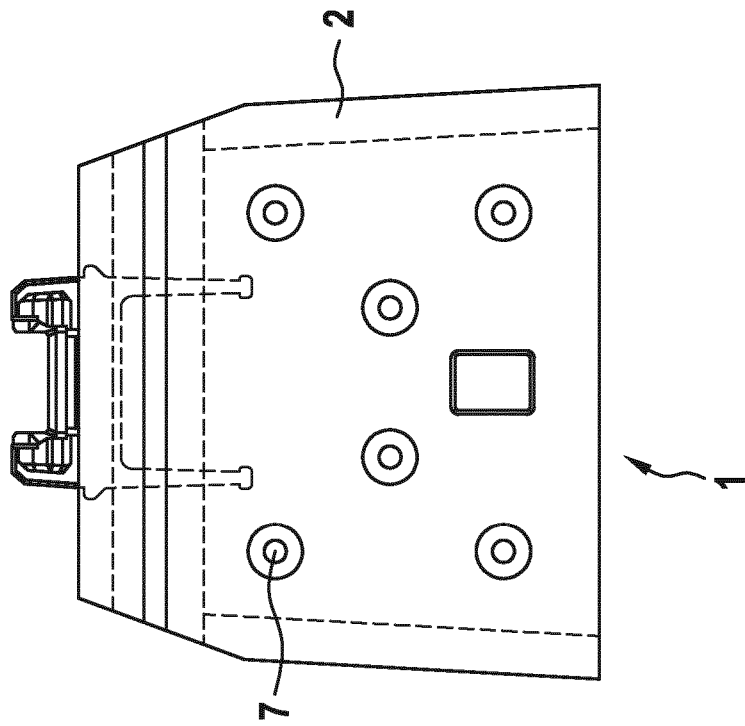


Fig. 3

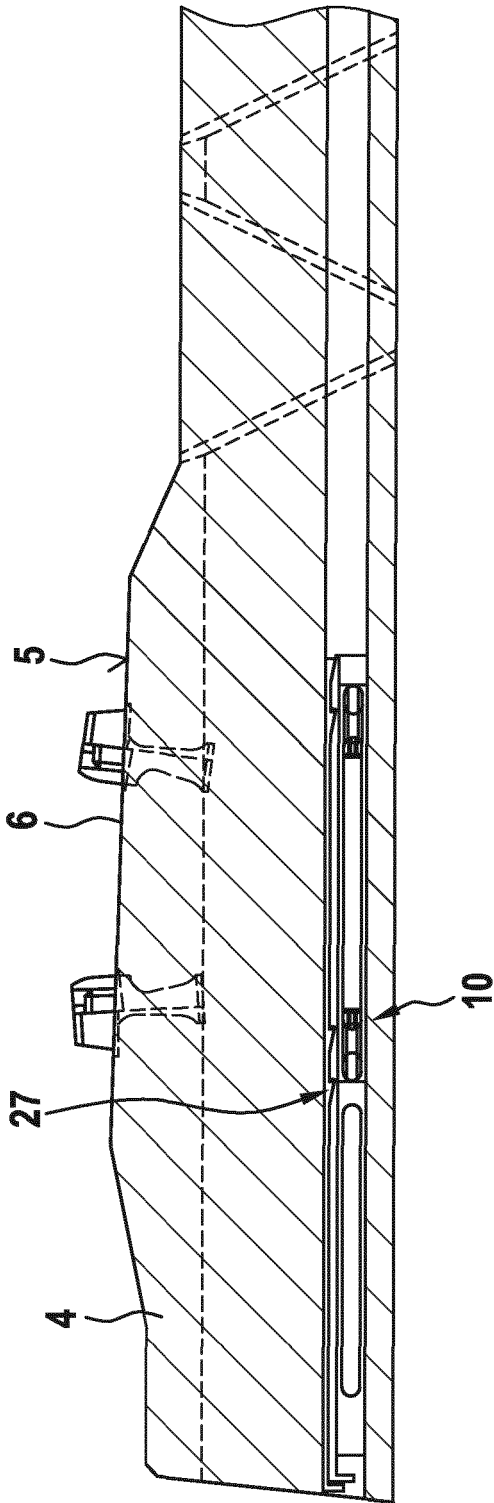


Fig. 4

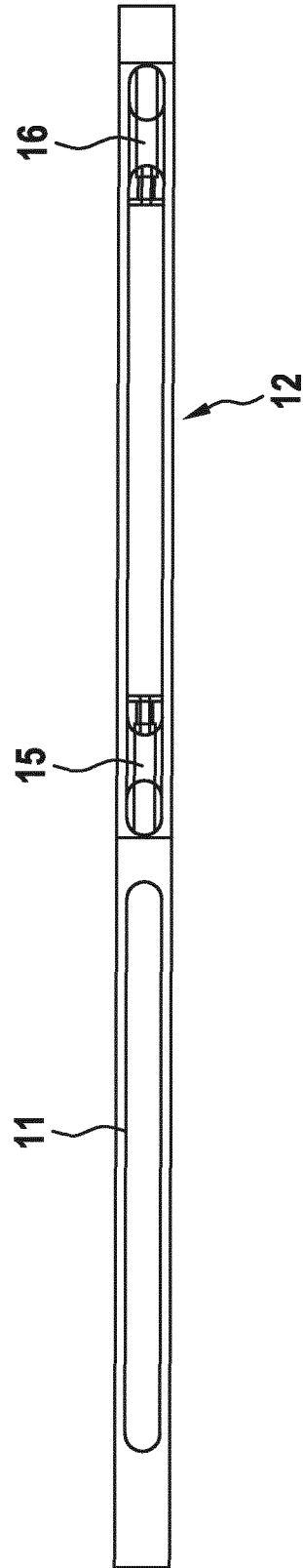


Fig. 5

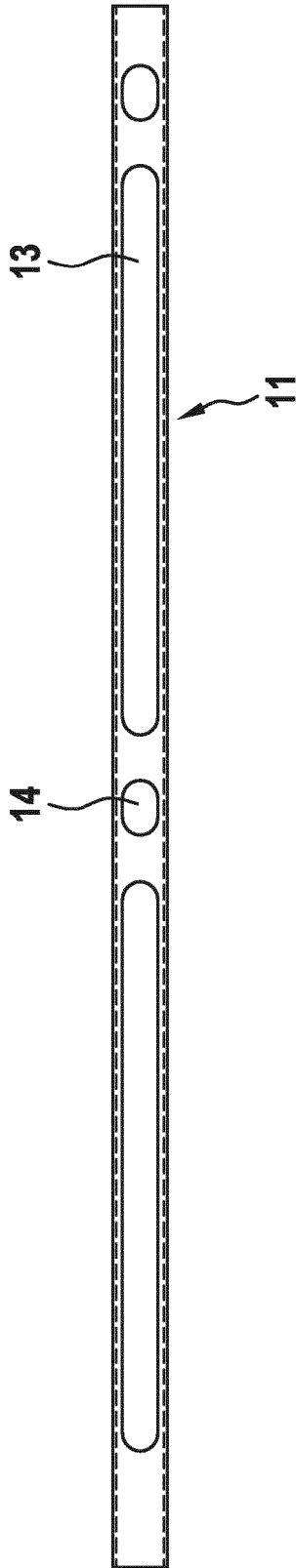


Fig. 6

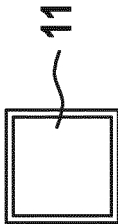


Fig. 7

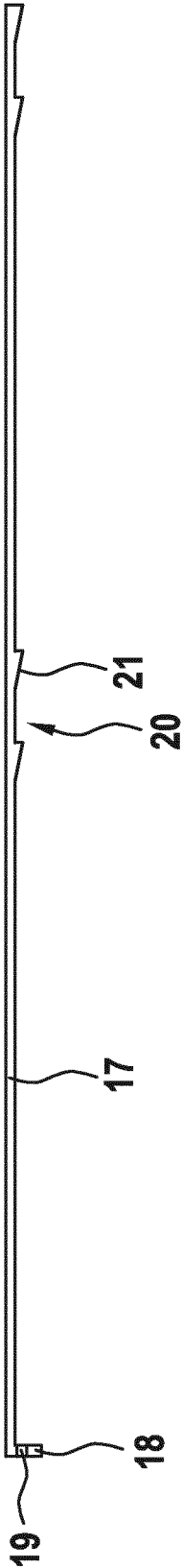


Fig. 8

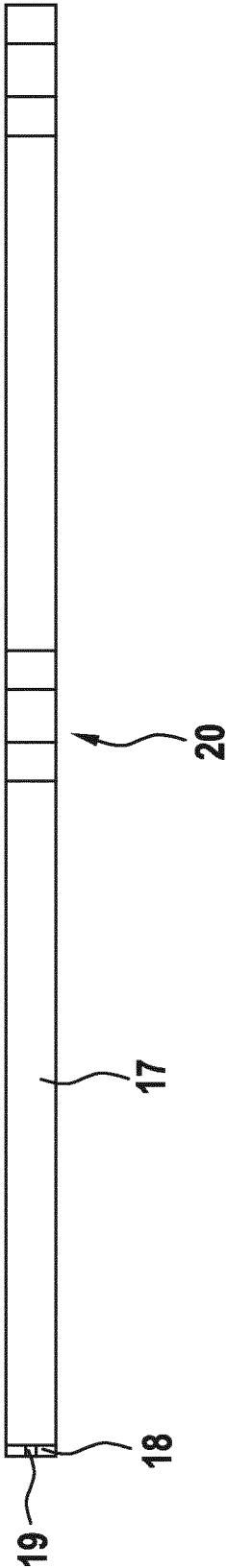


Fig. 9

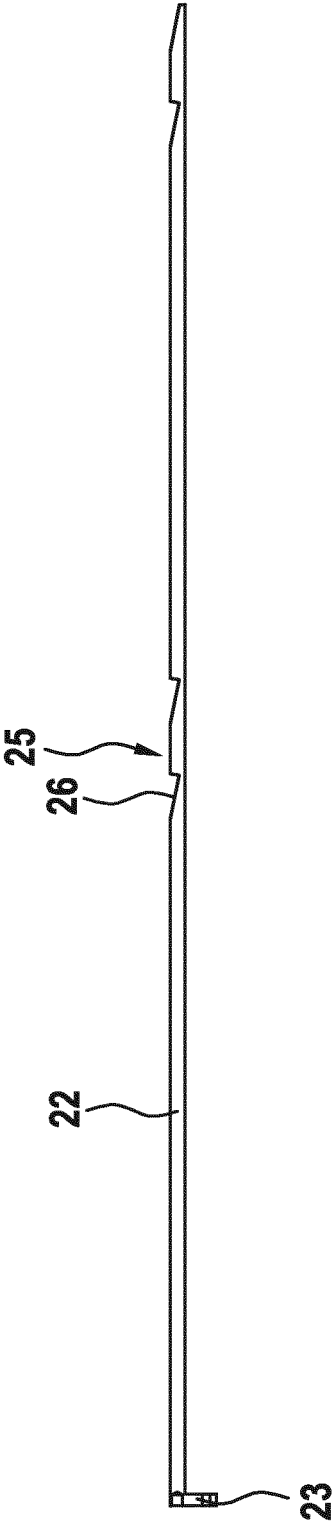
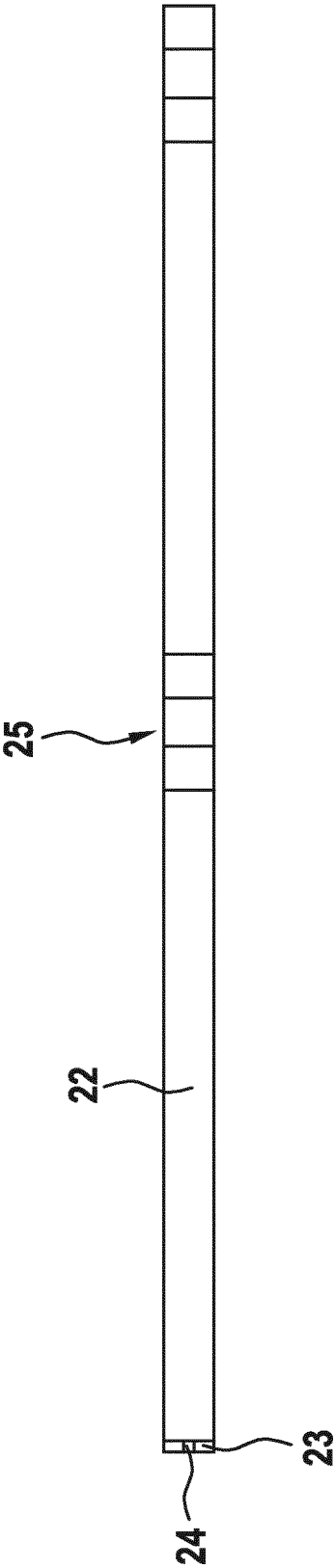


Fig. 10





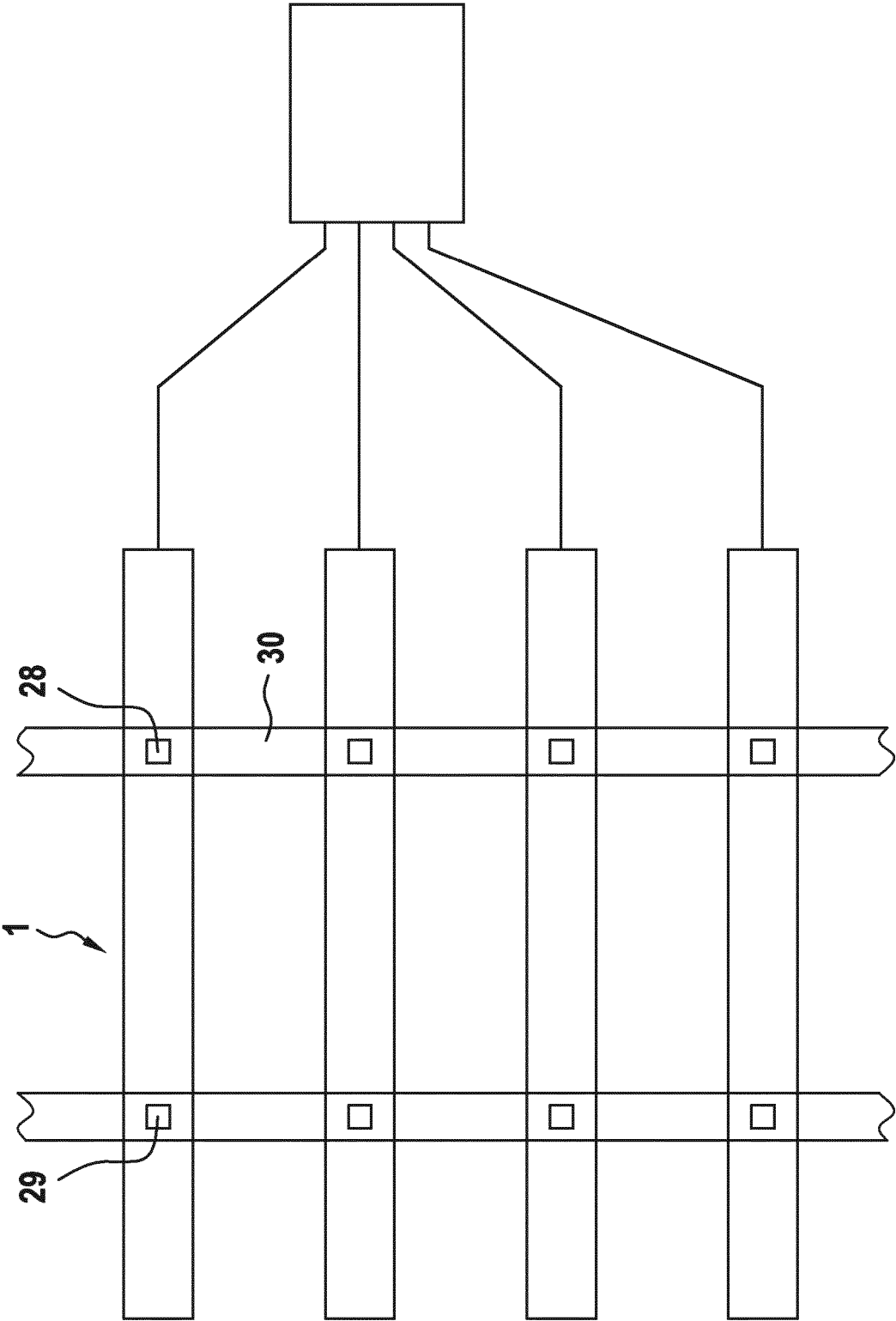


Fig. 11

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 4023745 A1 [0004]
- EP 2602169 A1 [0005]
- DE 3844663 A1 [0006]
- DE 102010009754 A1 [0007]