



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2022 Patentblatt 2022/44

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
E01B 3/46 (2006.01) E01B 19/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22168985.4**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
E01B 3/46; E01B 19/003; E01B 2204/01

(22) Anmeldetag: **20.04.2022**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Stephanides, Johannes**
1200 Wien (AT)

(72) Erfinder: **Stephanides, Johannes**
1200 Wien (AT)

(74) Vertreter: **Berger, Stefan**
Peter-Jordan-Straße 32-34/17
1190 Wien (AT)

(30) Priorität: **28.04.2021 AT 832021**

(54) **SCHIENENSCHWELLE, VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES GLEISOBERBAUS UND VERWENDUNG VON SCHIENENSCHWELLE**

(57) Schienenschwelle (2) zur Verlegung auf einem Gleisbett (1), wobei die Schienenschwelle (2) einen Schwellenkörper (3) der eine Oberseite (4) mit zumindest einer Schienenbefestigungseinrichtung (5), durch die eine Schienenerstreckungsrichtung (R) definiert ist, eine Unterseite (6) und - sich zwischen der Oberseite (4) und der Unterseite (6) erstreckende - Seitenflächen (7) aufweist, wobei an zumindest einer Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) eine Dämpfungseinrichtung angebracht ist, wobei die zumindest eine Dämpfungseinrichtung eine Schubdämpfungseinrichtung (8) zur Dämpfung von Schwingungen des Schwellenkörpers (3) quer zur Schienenerstreckungsrichtung (R) zumindest im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz ist, wobei die Schubdämpfungseinrichtung (8) durch zumindest ein Schubdämpfungselement (9) gebildet ist, das mit einer Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) fest verbunden ist und das eine Gleisbettankopplungsfläche (13) an der dem Schwellenkörper (3) abgewandten Seite und eine schubbelastische Schicht (11) zwischen der Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) und der Gleisbettankopplungsfläche (13) zur Dämpfung von Schubschwingungen zwischen dem Schwellenkörper (3) und der Gleisbettankopplungsfläche (13) umfasst.

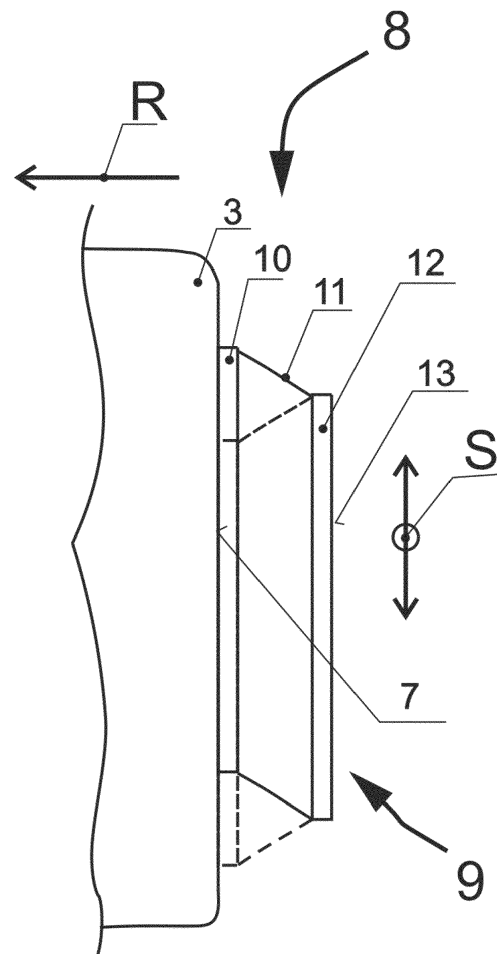


Fig.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Schienenschwelle gemäß dem Oberbegriff des Anspruch 1. Die Erfindung betrifft auch einen Gleisoberbau, ein Verfahren zur Herstellung eines Gleisoberbaues und die Verwendung von Schienenschwellen zur Dämpfung von Schwingungen des Schwellenkörpers quer zur Schienenerstreckungsrichtung zumindest im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Schwellen zur Verlegung auf einem Schotterbett bekannt, die an ihrer Unterseite eine mit dem Schwellenkörper fest verbundene elastische Unterlage aufweisen. Durch diese Unterlage soll eine bessere Verteilung der Lasten und die Dämpfung von Schwingungen in der Schwellenüberfahrfrequenz erreicht werden, wodurch sich die Gleislagequalität über einen längeren Zeitraum erhalten lässt und damit die LCC verbessert wird.

[0003] Die Unterlage weist jedoch den Nachteil auf, dass deren schwingungsdämpfende Funktion aufgrund des - entsprechend dem Stand der Eisenbahntechnik begrenzten - Gesamt-Bettungsmoduls von $C > 0,05 \text{ N/mm}^3$ begrenzt ist. In diesem Zusammenhang sollte eine bestimmte Steifigkeit der Unterlage unterhalb der Schwellen nicht unterschritten werden. Eine Unterschreitung der Steifigkeit führt zu einer Verschlechterung der Gleislagequalität bzw. Hohllagen und damit hohen Lebensdauerkosten in einer unwirtschaftlich kurzen Zeit. Überdies führt eine zu weiche Unterlage auch in der Geraden und insbesondere in engen Bögen zu einer Verminderung des Querverschiebestandes des Gleisrostes mit Auswirkungen auf die Stabilität des Gleisrostes und der Gefahr von Gleisverwerfungen.

[0004] Weiters ist bekannt, dass die Dämpfungseigenschaften einer parallel zum Flächennormalvektor vertikal beanspruchten elastischen Schicht sehr begrenzt sind und insbesondere im höherfrequenten Bereich gar nicht existent sind, da in diesem Frequenzbereich die Dämpfung Null ist. Aufgrund der Anforderungen hinsichtlich Steifigkeit der Unterlage sind das elastische Volumen und damit auch der vertikale Federweg und damit die Dämpfung parallel zum Flächennormalvektor durch die elastische Unterlage begrenzt, sowie insbesondere im höherfrequenten Bereich von 100 bis 250 Hz überhaupt nicht vorhanden.

[0005] Weiters ist bekannt, dass die Besohlung der Schwellen bzw. die mit der Schwelle fest verbundene Unterlage dazu führt, dass die Auflagefläche der - ansonsten punktförmigen - Kontaktstellen zwischen der Schwellenunterseite und den einzelnen Schottersteinen vergrößert wird, da sich die Schottersteine in die Unterlage drücken. Dadurch wird die tatsächliche Auflagerfläche des Schotters von ca. 5 bis 8 % zumindest auf ca. 30 bis 35% (wobei 100% der Fläche der Schwellenunterseite entspricht) an der Unterseite der Schwelle erhöht. Die verbesserte Dämpfung der Schienenschwingungen bei der Überfahrt (Überfahrfrequenz) ergibt sich

im Wesentlichen aufgrund der besseren Verteilung der Lasten auf ein größeres Schottervolumen durch elastische Unterlagen der Schwellen.

[0006] Ein sich dabei stellendes Problem betrifft den Schutz der schwingungsdämpfenden Unterlage unter gleichzeitiger Beibehaltung eines guten Halts für die Schwelle, um eine ausreichende Stabilität der Schwelle gegen Querverschiebung im Schotter sicherzustellen, insbesondere für Hochgeschwindigkeitsstrecken und für enge Bögen. Diese Schwellenstabilität ist entscheidend, um eine hohe Zuverlässigkeit des durch die Schwellen getragenen Bahngleises gegen Querverschiebung innerhalb gewisser Grenzen zu gewährleisten und auf diese Weise jede Verformung bzw. Gleisverwerfung des Bahngleises aufgrund einer fehlenden Stabilität des Gleisrostes durch zumindest eine Schwelle auszuschließen. In diesem Zusammenhang soll also die Steifigkeit der Unterlage in Abhängigkeit der Gesamtbettungssteifigkeit einen bestimmten Wert nicht unterschreiten.

[0007] Ein weiteres Problem betrifft das Auftreten von grenzzykelartigen, insbesondere durch den Rad-Schiene-Kontakt und den torsionsweichen Radsatz induzierten Schlupfwellenschwingungen, mit einem longitudinalen, vertikalen und lateralen Orbit der Schienen- und Schwellenschwingung, insbesondere in engen Bögen im Frequenzbereich von ca. 100 bis 250 Hz. Es ist aus Messungen und Publikationen bekannt, dass diese höherfrequenten Schwingungen der Schiene im engen Bogen vereinfacht als Schwebung aus Überfahrfrequenz und den Eigenfrequenzen des Oberbaues dargestellt werden kann. Diese Schwingungen im Frequenzbereich von ca. 100 bis 250 Hz sind im Wesentlichen auch als ungedämpft zu betrachten.

[0008] Diese Schlupfwellenschwingungen führen nicht nur zur Verschlechterung der Gleislagequalität und Gleissetzungen sondern insbesondere auch zur Musterbildung (Schlupfwellen) an der Schienenoberfläche, insbesondere durch Veränderung der Rauigkeiten und der Materialeigenschaften an der Schienenoberfläche, sowie durch Abrieb des Schienenmaterials bei Schlupfkraftsättigung und durch die damit verbundene Relativbewegung zwischen Rad und Schiene, insbesondere an der Innenschiene des Bogens. Als Folge dieser Musterbildung kommt es zu einer massiven Gleislageverschlechterung und Hohllagen der Schwellen mit gravierend nachteiligen Auswirkungen auf die LCC und die jährlichen Instandhaltungskosten.

[0009] Ein weiteres Problem im Hochgeschwindigkeitsbereich betrifft das Auftreten von grenzzykelartigen Schwingungen mit einem im Wesentlichen ausgeprägten longitudinalen, vertikalen Orbit der Schienenschwingung besondere auf Strecken mit einer Geschwindigkeit über 140 km/h im Frequenzbereich von ca. 100 bis 250 Hz. Es ist aus Messungen und Publikationen bekannt, dass diese höherfrequenten Schwingungen der Schiene im Geschwindigkeitsbereich über 140 km/h im vereinfacht als Frequenznachbarschaft bzw. Resonanz aus Überfahrfrequenz und den Eigenfrequenzen des Ober-

baues dargestellt werden kann. Auch diese Schwingungen in diesem Frequenzbereich sind entsprechend dem Stand der Technik ungedämpft.

[0010] Auch diese Schwingungen führen nicht nur zur Verschlechterung der Gleislagequalität und Gleissetzungen bei einem Schottergleis, sondern insbesondere bei allen Oberbauarten auch zur Musterbildung an der Schienenoberfläche, insbesondere durch Veränderung der Rauigkeiten und des Materials selbst an der Schienenoberfläche, sowie durch Abrieb des Schienenmaterials bei Schlupfkraftsättigung und durch die damit verbundene Relativbewegungen zwischen Rad und Schiene, insbesondere an beiden Schienen der Schnellfahrstrecken. Als Folge kommt es zu einer massiven Gleislageverschlechterung mit gravierenden Auswirkungen auf die LCC und die jährlichen Instandhaltungskosten.

[0011] Die WO2012123481A1 betrifft eine Vorrichtung zur Schwingungsdämpfung und zur Veränderung der longitudinalen Steifigkeit, insbesondere zur Dämpfung von Longitudinalschwingungen von Schienen, wobei die Vorrichtung zwischen einer Schiene und einer Schwelle zumindest eine an der Schwelle anliegende Dämpfungseinlage aus einem elastisch verformbaren Material und darüber eine formfeste Halteplatte aufweist, über welcher der Schienenfuß angeordnet ist, wobei die elastische Dämpfungseinlage in Schienenlängsrichtung eine Erstreckung aufweist, die größer ist als das entsprechende Maß der Schienenauftragfläche in Schienenlängsrichtung.

[0012] Aus der EP1279769B1 ist eine Stützeinrichtung für die Schienen eines auf Schotter verlegten Bahngleises bekannt. Die Schwellen ruhen jeweils auf einer schwingungsdämpfenden elastischen Unterlage. Ein Trog aus einem relativ steifen Material umgibt die Grundseite und die Seitenflächen der elastischen Unterlage und wenigstens den unteren Abschnitt der Seitenflächen der Schwelle. Zusätzlich weist die Stützeinrichtung eine Verteilplatte aus relativ steifem Material auf, die dazu bestimmt ist die Lastverteilung der Unterlage zu verbessern.

[0013] Die EP0569867A1 offenbart im Zusammenhang mit einer Schienenanordnung, dass auf der Unterseite der Schwellen eine elastische Unterlage angeordnet ist, die im Wesentlichen aus zwei Schichten besteht, wobei die der Unterseite der Schwellen zugewandte Schicht ein elastomerer Werkstoff ist, während die vom Schotterbett umgebene Schicht ein Vliesstoff ist. Die Vliesstoffschicht kann in Form eines Schwellenschuhes ausgebildet sein.

[0014] Die DE102009000316A1 offenbart einen Schwellenschuh für Querschwellen von schotterlosen Eisenbahngleissystemen. Der Schwellenschuh ist ausgelegt, die Querschwelle zumindest teilweise aufzunehmen und weist hierfür einen Bodenabschnitt und einen Wandabschnitt auf. Der Bodenabschnitt ist mit dem Wandabschnitt verbunden oder in einem Stück ausgebildet, wodurch auch eine Kopplung zwischen Bodenabschnitt und Wandabschnitt gegeben ist. Die Dämpfung

von Schwingungen ist daher grundsätzlich begrenzt.

[0015] Die EP0440597B1 offenbart Betonschwellen, die an ihren mit dem Schotterbett beaufschlagten Flächen zumindest eine weichelastische Beschichtung aufweisen, die mit gummielastischen Materialien aufgebaut ist und zumindest teilweise mit der Oberfläche der Betonschwelle adhäsiv verbunden ist. Die Beschichtung erstreckt sich durchgängig, d.h. die seitlichen Abschnitte sind mit dem unteren Abschnitt der Beschichtung aus einem Stück ausgebildet, wodurch sämtliche Abschnitte auch hinsichtlich ihrer Dynamik aneinander gekoppelt sind. Zwar wird in dieser Druckschrift erwähnt, dass durch die weichelastische Beschichtung der Betonschwellen die Kraftübertragung zwischen Rad und Schotterbett gedämpft erfolgt, so dass insbesondere hochfrequente Schwingungen, die zu einer vorzeitigen unerwünschten Setzung des Schotterbettes führen, nur mit geringeren Kraftspitzen weitergegeben werden, jedoch wird hier völlig außer Acht gelassen, dass weichelastische Schichten die Anforderungen hinsichtlich Steifigkeit der Unterlage nicht erfüllen können, wodurch weder ausreichende Stabilität noch ein Hintanhalten von Querverschiebung und Verformung des Bahngleises gewährleistet ist. Die eingangs erwähnten grenzzykelartigen Schwingungen im Frequenzbereich von ca. 100 bis 250 Hz, können durch diese Vorrichtung nicht gedämpft werden. Zudem ist die behauptete Erhöhung der Lebensdauer des Schotterbettes mit dem Vorsehen einer weichelastischen Schicht nicht vereinbar.

[0016] Die US20080083835A1 offenbart einen Schwellenschuh, welcher eine starre Schale umfasst, welcher den unteren Bereich der Schwelle umgibt. Zwischen dem Boden der starren Schale und der Unterseite des Schwellenkörpers ist eine elastische Sohlenplatte angeordnet. Zusätzlich sind innerhalb der starren Schale seitliche elastische Pads angeordnet. Die Anbindung an die feste Fahrbahn erfolgt ausschließlich über die starre Schale. Somit sind die Sohlenplatte und die seitlichen Pads durch bzw. innerhalb der Schale dynamisch aneinander gekoppelt. Zwar wird eine akustische Dämpfung behauptet (s. Fig. 5 dieser US20080083835A1), jedoch können die mechanischen Auswirkungen der eingangs beschriebenen grenzzykelartigen Schwingungen (Musterbildung an der Schienenoberfläche, Schlupfwellen, Abrieb, etc.) mit einer solchen Vorrichtung jedoch nicht hintangehalten werden. Zudem weist diese Art der Schienenbesohlung einen komplizierten und daher kostenintensiven Aufbau auf und ist die Verwendung in einem Schotterbett gänzlich ungeeignet.

[0017] Den bekannten Lösungen haftet der Nachteil an, dass nicht nur die Stabilität des Oberbaues unzureichend gewährleistet ist, sondern auch Schäden an der Schienenoberfläche nicht verhindert werden können.

[0018] Der Erfindung liegt die Idee zugrunde, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und eine Schienenschwelle bereitzustellen, mit der einerseits nachhaltig die Gleislagequalität erhalten bleibt, Gleislageseetzungen vermieden werden und die Stabilität des

Oberbaus verbessert wird und andererseits durch höherfrequente Schwingungen verursachte Schäden an der Schienenoberfläche (Musterbildung, Schlupfwellen, Abrieb, etc.) effizient hintangehalten werden können. Die Schienenschwelle soll sich zudem durch einen einfachen und kostengünstigen Aufbau auszeichnen.

[0019] Dieses Ziel wird mit einer Schienenschwelle gemäß Anspruch 1 erreicht.

[0020] Bei der Erfindung handelt es sich somit um eine Schienenschwelle zur Verlegung auf einem Gleisbett, insbesondere einem Schotterbett oder einem festen Gleisbett, wobei die Schienenschwelle einen - vorzugsweise bewehrten - Schwellenkörper, insbesondere Betonkörper, der eine Oberseite mit zumindest einer Schienenbefestigungseinrichtung, durch die eine Schienenerstreckungsrichtung definiert ist, eine Unterseite und - sich zwischen der Oberseite und der Unterseite erstreckende - Seitenflächen aufweist, wobei an zumindest einer Seitenfläche des Schwellenkörpers - vorzugsweise an zwei gegenüberliegenden Seitenflächen jeweils - eine Dämpfungseinrichtung angebracht ist. Die zumindest eine Dämpfungseinrichtung ist eine Schubdämpfungseinrichtung zur Dämpfung von Schwingungen des Schwellenkörpers quer (insbesondere im Wesentlichen senkrecht) zur Schienenerstreckungsrichtung zumindest im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz, bevorzugt zumindest im Frequenzbereich von 100Hz bis 250Hz, wobei die Schubdämpfungseinrichtung durch zumindest ein - vorzugsweise plattenförmiges - Schubdämpfungselement gebildet ist, das mit einer Seitenfläche des Schwellenkörpers fest verbunden ist und das eine Gleisbettankopplungsfläche an der dem Schwellenkörper abgewandten Seite und eine schubelastische Schicht zwischen der Seitenfläche des Schwellenkörpers und der Gleisbettankopplungsfläche zur Dämpfung von Schubschwingungen zwischen dem Schwellenkörper und der Gleisbettankopplungsfläche umfasst.

[0021] Die Schienenschwelle kann auch als Grenzzylinder-Dämpfungsvorrichtung oder Oberbau-Grenzzylinder-Dämpfer bezeichnet werden und eignet sich für alle Elementtypen der Trassierung des Oberbaues für Schienenfahrzeuge.

[0022] Die Schienenerstreckungsrichtung ist jene Richtung, entlang der sich der Schienenstrang - am Ort der jeweiligen Schwelle - erstreckt. Die Schienenerstreckungsrichtung entspricht somit im Wesentlichen auch der Fahrtrichtung. Durch die Schienenbefestigungseinrichtung am Schwellenkörper ist die Schienenerstreckungsrichtung im Bereich einer Schwelle bereits vorgegeben.

[0023] Unter Schwingungen quer zur Schienenerstreckungsrichtung sind somit Schwingungen bzw. Schwingungskomponenten zu verstehen, deren Schwingungsrichtung in einer Ebene, die quer, insbesondere im Wesentlichen senkrecht, zur Schienenerstreckungsrichtung steht, liegt (auch Querebene genannt). Somit umfassen Schwingungen quer zur Schienenerstreckungsrichtung auch vertikale Schwingungen (d.h. in Richtung von der

Oberseite zur Unterseite der Schwelle) und laterale Schwingungen (d.h. in Richtung von einer Stirnseite zur gegenüberliegenden Stirnseite der Schwelle) sowie sämtliche Schwingungsmodi, welche sich aus einer Überlagerung dieser Schwingungen ergeben.

[0024] Die Seitenflächen verbinden jeweils die Oberseite mit der Unterseite einer Schwelle. Üblicherweise umfassen die Seitenflächen die Längsseitenflächen (erstrecken sich quer zur Schienenerstreckungsrichtung) und Stirnseitenflächen (erstrecken sich parallel zur Schienenerstreckungsrichtung). Sowohl auf Längsseitenflächen als auch auf Stirnseitenflächen kann eine erfindungsgemäße Schubdämpfungseinrichtung angebracht sein.

[0025] In einer Ausführungsform ist somit zumindest eine Schubdämpfungseinrichtung an einer Längs-Seitenfläche bzw. an einer sich quer zur Schienenerstreckungsrichtung erstreckenden Seitenfläche des Schwellenkörpers angebracht.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform ist zumindest eine Schubdämpfungseinrichtung an einer Stirn-Seitenfläche bzw. an einer sich parallel zur Schienenerstreckungsrichtung erstreckenden Seitenfläche des Schwellenkörpers angebracht.

[0027] Die Schwelle selbst kann verschiedene Form aufweisen und z.B. als Längsblockschwelle, Blockschwelle, Rahmenschwelle (insbesondere für eine feste Fahrbahn) oder Weichenschwelle ausgebildet sein. Die Schwelle kann, wenn sie z.B. nur eine Schiene des Schienenpaares trägt (wie dies oftmals bei einer festen Fahrbahn der Fall ist), auch nur eine Schienenbefestigungseinrichtung aufweisen. Bei Längsblockschwellen, die sich unter beiden Schienen des Schienenpaares erstrecken, werden - sofern es sich nicht um Spezialschwellen, wie Weichenschwellen handelt - üblicherweise zwei Schienenbefestigungseinrichtungen vorhanden sein. In jedem Fall handelt es sich bei den Längsseitenflächen um jene Seiten der Schwelle, die sich quer zur Schienenerstreckungsrichtung erstrecken.

[0028] Der Schwellenkörper wird vorzugsweise ein stahlbewehrter Betonkörper sein, jedoch wären grundsätzlich auch andere starre Körper aus anderen schweren Materialien möglich.

[0029] Unter einem Schubdämpfungselement wird ein Element verstanden, welches ausgebildet ist, Schubschwingungen (gleichbedeutend mit Scherschwingungen) zu dämpfen. Das Schubdämpfungselement ist somit derart ausgebildet, dass Scherverformungen zwischen der Gleisbettankopplungsfläche und der dem Schwellenkörper zugewandten Seite des Schubdämpfungselementes entstehen können, die dissipative Arbeit leisten. Das Schubdämpfungselement ist ein auf Scherung beanspruchbares Element. Die Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung der Schubdämpfungseinrichtung bzw. der Summe aller an den Seitenflächen angeordneten Schubdämpfungselemente weist für solche Scherschwingungen (d.h. Schwingungen, bei der die dem Schwellenkörper zugewandte Seite des Schub-

dämpfungselementes quer zur Schienenerstreckungsrichtung gegen die Gleisbettankopplungsfläche schwingt, also durch Scherung zyklisch verformt, d.h. belastet und entlastet, wird) zumindest im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz, in bevorzugter Ausführung zumindest im Frequenzbereich von 100Hz bis 250Hz, weist somit eine Hysterese auf (d.h. die von einer Hysterese-kurve umschlossene Fläche W ist größer als 0). Die umschlossene Fläche entspricht der dissipativen Schwingungsenergie, die im Schubdämpfungselement (während des Zyklus Belastung und Entlastung) vernichtet bzw. in Wärme umgewandelt wird. Mit anderen Worten: Die von der Hysterese-kurve umschlossene Fläche stellt den pro Schwingungsperiode im Werkstoff dissipierten Energiebetrag dar, ist also ein Dämpfungsmaß für die Vorrichtung im Frequenzbereich von 100 bis 250 Hz und muss von Null verschieden sein.

[0030] Die Verwendung der Begriffe wie Schubschwingung, Schubdämpfung bzw. Schubdämpfungselement ist gleichbedeutend mit Scherschwingung, Scherschwingungsdämpfung bzw. Scherschwingungsdämpfungselement, etc..

[0031] Für die Dämpfung der zyklischen Scherschwingung ist die schubelastische Schicht des einzelnen oder mehrerer an den Seitenflächen der Schienenschwelle angebrachter Schubdämpfungselemente verantwortlich. Hier erfolgt auch der dissipative Austrag der Schwingungsenergie. Die schubelastische weiche Schicht kann aus Kunststoff, Gummi, Polyamid, geschäumtem Polyurethan oder einem beliebigen anderen elastischen, natürlichen oder synthetischen Material gebildet sein, das den auftretenden Kräften standhält.

[0032] Die Gleisbettankopplungsfläche ist jene äußere Fläche der Schwelle bzw. des Schubdämpfungselementes, welche - im verlegten Zustand - in Kontakt mit dem Gleisbett, z.B. mit den einzelnen Schottersteinen eines Schotterbetts, ist.

[0033] Das Gleisbett selbst kann ein Schotterbett oder auch ein festes Gleisbett (auch feste Fahrbahn genannt) sein. Während im Falle eines Gleisbetts die Schottersteine an der Gleisbettankopplungsfläche anliegen, kann im Falle einer festen Fahrbahn die Gleisbettankopplungsfläche mit einer entsprechenden Aufnahme in der Fahrbahn zusammenwirken bzw. verbunden sein, z.B. durch Schrauben oder durch das Aufliegen einer (die Gleisbettankopplungsfläche bildenden) Ankopplungsschicht des Schubdämpfungselements auf einem dafür vorgesehenen Vorsprung, Sockel od. dgl..

[0034] Die Schienenschwelle kann auch als Grenzykel-Dämpfungs-vorrichtung oder Oberbau-Grenzykel-Dämpfer bezeichnet werden, insbesondere zur Dämpfung von Komponenten, der in engen Bögen auftretenden grenzykelartigen Schlupfwellenschwingungen, die sich aus einer Torsions- und Biegeschwingung des Radsatzes aufgrund der Schlupfkraftsättigung, insbesondere höherfrequenten Torsions-, Längs- oder Biegeschwingungen der Schiene und vertikale und laterale Schwingungen der Schwelle, zumindest im Frequenzbereich

von 150Hz bis 200Hz insbesondere in vertikaler und lateraler Richtung in der Querebene quer zur Schienenerstreckungsrichtung.

[0035] Überdies dient die Schienenschwelle, die auch als Grenzykel-Dämpfungs-vorrichtung oder auch als Oberbau-Grenzykel-Dämpfer bezeichnet werden kann, insbesondere zur Dämpfung von Komponenten, der aufgrund von Frequenz Nachbarschaften auftretenden grenzykelartigen Resonanz-Schwingungen im Geschwindigkeitsbereich über 140 km/h, aber auch zur Dämpfung von Lärm- und Erschütterungsschwingungen, insbesondere in vertikaler und lateraler Richtung in der Querebene quer zur Schienenerstreckungsrichtung.

[0036] Aufgrund der der erfindungsgemäßen Maßnahme werden die insbesondere in engen Bögen auftretenden grenzykelartigen, höherfrequenten Schlupfwellenschwingungen in vertikaler und lateraler Richtung und aufgrund von Frequenz-Nachbarschaften auftretende Resonanz-Schwingungen von Strecken mit Fahrgeschwindigkeiten über 140 km/h im Bereich von 100 bis 250 Hz gedämpft bzw. ihr schwingungsdämpfendes Verhalten wird verbessert. Außerdem gewährleistet diese Vorrichtung eine einheitliche Belastung und nachhaltige Kontakt- bzw. Auflagefläche, insbesondere in Verbindung mit einer Schwellenbesohlung, während einer Überfahrt, wodurch eine Verschlechterung der Gleislaagequalität, inhomogene Gleissetzungen, auftretende Hohllagen zwischen Schotter und Schwelle bzw. Schotterzerstörung nachhaltig vermieden werden.

[0037] Auch Drehschwingungen um eine - annähernd in die zur Schienenerstreckungsrichtung laterale Richtung zeigende - Drehachse oder Biegeschwingungen der Schwelle selbst oder aus einer beliebigen Kombination der oben genannten grenzykelartigen Schwingungen können durch die erfindungsgemäße Maßnahme nachhaltig gedämpft werden.

[0038] Zur Erreichung einer nachhaltigen Schwingungsdämpfung ist es nicht unbedingt erforderlich, dass sämtliche Schwellen mit einer oder mehreren erfindungsgemäßen Schubdämpfungs-vorrichtung an deren Seitenflächen (Längs- und/oder Stirnseitenflächen) ausgebildet sind. Dadurch können die Kosten gering gehalten werden. Z.B. könnte man zumindest 50% oder zumindest jede zweite Schwelle ohne Schubdämpfungs-vorrichtung im Oberbau anordnen. Der mögliche Abstand zwischen zwei aufeinander folgenden erfindungsgemäßen Schwellen hängt vom Schientyp, gegebenenfalls dem Bogenradius, der höchstzulässigen Fahrgeschwindigkeit und von der Art der Schubdämpfungs-vorrichtungen.

[0039] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die durch zumindest ein Schubdämpfungselement gebildete Schubdämpfungseinrichtung hinsichtlich einer elastischen Schubschwingung, bei der die dem Schwellenkörper zugewandte Seite des zumindest einen Schubdämpfungselementes quer zur Schienenerstreckungsrichtung gegen die Gleisbettankopplungsfläche schwingt, im Frequenzbereich von

150Hz bis 250Hz, in bevorzugter Ausführung im Frequenzbereich von 100Hz bis 250Hz, eine Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung mit einer Hysterese aufweist, die folgende Eigenschaft aufweist: die von einer Hysteresekurve umschlossene Fläche W ist größer als $a^2/8$, vorzugsweise größer als $a^2/6$, wobei a in der Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung der Abstand zwischen dem Nullpunkt und jenem Punkt der Hysteresekurve, der der größten Schubverformung entspricht, ist. Aufgrund dieser besonderen Eigenschaft des Schubdämpfungselementes, welche im Wesentlichen durch die schubelastische Schicht bedingt ist, kann so viel Energie dissipiert werden, dass die Schwingungen bei der Überfahrt nachhaltig gedämpft werden, wodurch Schäden an Schiene und Gleisbett auf lange Zeit hintangehalten werden. Die Lebensdauer eines solchen Oberbaus verlängert sich dabei deutlich.

[0040] Alternativ dazu - insbesondere, wenn das Schubdämpfungselement nur eine schubelastische Schicht aufweist (und z.B. nicht einen sandwichartigen Verbund mehrerer schubelastischen Schichten umfasst) - kann eine Ausführungsform derart definiert werden, dass die schubelastische Schicht hinsichtlich einer Schubschwingung, bei der die dem Schwellenkörper zugewandte Seite der schubelastischen Schicht quer zur Schienenerstreckungsrichtung gegen die dem Schwellenkörper abgewandte Seite der schubelastischen Schicht schwingt, im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz eine Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung mit einer Hysterese aufweist, die folgende Eigenschaft aufweist: die von einer Hysteresekurve umschlossene Fläche W ist größer als $a^2/8$, vorzugsweise größer als $a^2/6$, wobei a in der Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung der Abstand zwischen dem Nullpunkt und jenem Punkt der Hysteresekurve, der der größten Schubverformung entspricht, ist.

[0041] Die oben genannten bevorzugten Dämpfungseigenschaften ergeben sich im Einzelfall grundsätzlich aus direkten Messungen der Schwingungen am jeweiligen Oberbau-Typ in Abhängigkeit der Spurweite, Achslasten und Schienenfahrzeugtypen. Die oben genannten bevorzugten Dämpfungseigenschaften können (oder müssen entsprechend dem Anforderungsprofil) auch mittels direkten Versuchen an einer Schwelle (sog. Shaker-Test) eruiert bzw. optimiert und letztendlich nachgewiesen werden. Dabei wird eine erfindungsgemäße Schwelle in eine Vibrationsvorrichtung eingespannt, in der das Schubdämpfungselement ähnlich wie in verlegtem Zustand der Schwelle seine Funktion als Schubdämpfer ausübt. Bei diesem Versuch wird die Schwelle - mit den oben genannten Frequenzen und vorzugsweise variierender Amplitude - in Schwingungen versetzt, während die Schubspannung und Schubverformung des Schubdämpfungselementes gemessen wird. Durch Wahl der wirksamen Scherfläche, des Materials, der Zusammensetzung (Anteil von sog. Weichmachern) und der Abmessungen insbesondere der schubelastischen Schicht und des Volumens des Schubfederelements

kann jene Anordnung gefunden werden, welche den obigen Kriterien betreffend Hysterese genügt.

[0042] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass diese Hysterese-Eigenschaft zumindest für jene Hysteresekurven gilt, deren größte Schubverformung einer Verschiebung a der Gleisbettankopplungsfläche relativ zu der dem Schwellenkörper zugewandten Seite des Schubdämpfungselementes (bzw. der schubelastischen Schicht) in einer Richtung, die parallel zur Gleisbettankopplungsfläche ist, entspricht, wobei die Verschiebung a zwischen 0,1mm und 0,5mm beträgt.

[0043] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass diese Hysterese-Eigenschaft zumindest für jene Hysteresekurven gilt, deren größte Schubverformung einer Verschiebung a der Gleisbettankopplungsfläche relativ zu der dem Schwellenkörper zugewandten Seite des zumindest einen Schubdämpfungselementes in einer Richtung, die im Wesentlichen parallel zur Gleisbettankopplungsfläche ist, entspricht, wobei die Verschiebung a zwischen 50mm/ f [Hz] und 100mm/ f [Hz] beträgt, wobei f [Hz] die der Hysteresekurve zugrundeliegende Frequenz ist.

[0044] Die oben angegebenen Verschiebungen sind charakteristisch für die eingangs erwähnten grenzykelartigen Schwingungen und kann daher gezielt in diesem Bereich gedämpft werden.

[0045] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die schubelastische Schicht im Falle eines Schubdämpfungselementes oder die Gesamtheit der schubelastischen Schichten im Falle mehrerer Schubdämpfungselemente hinsichtlich einer Schubschwingung, bei der die dem Schwellenkörper zugewandte Seite der schubelastischen Schicht quer zur Schienenerstreckungsrichtung gegen die dem Schwellenkörper abgewandte Seite der schubelastischen Schicht, im Frequenzbereich von 150Hz bis 250Hz, vorzugsweise im Frequenzbereich von 100Hz bis 250Hz, einen Werkstoffverlustfaktor von zumindest 1/10, vorzugsweise zumindest 2/10, besonders bevorzugt zumindest 3/10, aufweist. Der Werkstoffverlustfaktor η ist das Verhältnis zwischen der dissipierten Verformungsenergie W_D (das ist jene Energie, die in der schubelastischen Schicht pro Volumeneinheit pro Schwingungsperiode dissipiert wird) und der eingebrachten Verformungsenergie W (das ist jene Energie, die in die schubelastische Schicht pro Volumeneinheit pro Schwingungsperiode eingebracht wird): $\eta = W_D/W$.

[0046] Aufgrund einer (geringen) Temperaturabhängigkeit der in dieser Anmeldung beschriebenen Eigenschaften werden die in dieser Anmeldung angegebenen Größen und Beziehungen ausdrücklich auf eine Temperatur von 20°C bezogen.

[0047] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die schubelastische Schicht aus Kunststoff, Gummi, Polyamid, geschäumtem Polyurethan und/oder einem beliebigen anderen elastischen, natürlichen oder synthetischen Material gebildet ist.

[0048] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Gleisbettankopplungsfläche durch eine Ankopplungsschicht, die mit der - dem Schwellenkörper abgewandten - Seite der schubelastischen Schicht fest verbunden ist, gebildet ist, wobei vorzugsweise die Ankopplungsschicht durch ein - bevorzugt metallisches - Blech oder Gitter oder Korb gebildet ist. Die Ankopplungsschicht kann bis zu einem gewissen Grad eindrückbar sein, wodurch die Ankopplung (d.h. die Kontaktfläche) an die einzelnen Schottersteine eines Schotterbettes erhöht wird. Durch das Vorsehen einer gesonderten Ankopplungsschicht, welche mit der schubelastischen Schicht fest verbunden ist, kommt es zu einer besseren Ausbildung einer Scherschwingung in der schubelastischen Schicht, wodurch auch ein höherer Energiebetrag dissipiert werden kann. Zudem bildet die Ankopplungsschicht auch einen Schutz für die weiche schubelastische Schicht.

[0049] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Ankopplungsschicht in Richtungen parallel zur Gleisankopplungsfläche schubsteif ausgeführt ist und/oder dass die Ankopplungsschicht eine höhere, vorzugsweise 10mal höhere, Steifigkeit als die schubelastische Schicht aufweist. Dies ermöglicht eine noch bessere Ankopplung zwischen Gleisbett und schubelastischer Schicht.

[0050] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Schubdämpfungselement an der Seitenfläche des Schwellenkörpers mittels einer Trägerschicht, die mit dem Schwellenkörper fest, vorzugsweise starr und/oder integral, verbunden ist, befestigt ist. Die Schubarbeit findet somit zu Gänze im Schubdämpfungselement statt.

[0051] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Schubdämpfungselement an dem Gleisbett mittels einer Trägerschicht, die mit dem Gleisbett (insbesondere einer festen Fahrbahn) fest, vorzugsweise starr und/oder integral, verbunden ist, angekopgelt ist.

[0052] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Trägerschicht in Form eines Gitters, eines Netzes und/oder einer Bewehrung, das/die in den Schwellenkörper eingegossen ist, und/oder in Form einer Platte, die mit dem Schwellenkörper - vorzugsweise mittels Schrauben - fest verbunden ist, gebildet ist.

[0053] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die schubelastische Schicht mit der Trägerschicht fest verbunden ist, wobei vorzugsweise die schubelastische Schicht - vorzugsweise vollflächig und/oder an einer Vielzahl von über die ganze Fläche der schubelastischen Schicht verteilten Stellen - an der Trägerschicht anhaftet.

[0054] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das zumindest eine Schubdämpfungselement in Art einer plattenförmigen Schubgummifeder ausgebildet ist.

[0055] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet

sich dadurch aus, dass das Schubdämpfungselement mit dem Schwellenkörper ausschließlich über die Längsseite des Schwellenkörpers verbunden ist. Dadurch ist das Schubdämpfungselement von anderen Seiten und somit auch anderen Schwingungsmodi, z.B. solchen tieferer Frequenz, entkoppelt, wodurch gezielt jene grenzykelartigen Schwingungen höherer Frequenz gedämpft werden können.

[0056] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das Schubdämpfungselement mit der Seitenfläche des Schwellenkörpers - vorzugsweise ausschließlich - mittels Verbindungsmittel, die sich zwischen der dem Schwellenkörper zugewandten Seite des Schubdämpfungselementes und der Seitenfläche des Schwellenkörpers befinden, fest verbunden ist, wobei vorzugsweise das Verbindungsmittel ein Haftmittel, insbesondere einen Kleber, und/oder eine Trägerschicht, insbesondere eine Platte oder ein Gitter, und/oder Schrauben umfasst. Das Schubdämpfungselement haftet somit unmittelbar an der jeweiligen Seitenfläche, wodurch das Schubdämpfungsverhalten optimiert wird.

[0057] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Schubdämpfungseinrichtung zumindest 50%, vorzugsweise zumindest 70%, der Fläche einer Seitenfläche des Schwellenkörpers bedeckt und/oder dass sich die Schubdämpfungseinrichtung zur Gänze innerhalb der durch die Außenränder der Längsseite definierten Kontur befindet und/oder dass das untere Ende des Schubdämpfungselementes oberhalb des unteren Randes der Längsseite liegt oder höchstens bis zum unteren Rand der Längsseite reicht.

[0058] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Schienenschwelle eine an der Unterseite des Schwellenkörpers angeordnete Schienenbesohlung mit einer elastischen Schicht aufweist, wobei die schubelastische Schicht, die Gleisbettankopplungsfläche und gegebenenfalls die Ankopplungsschicht des Schubdämpfungselementes von der Schienenbesohlung vollständig getrennt sind. Aufgrund dieser Maßnahme bei Vorsehen einer Schienenbesohlung ist gewährleistet, dass die Schubdämpfungseinrichtung ihre Funktionen uneingeschränkt ausüben kann, d.h. im Wesentlichen unbeeinflusst von dem Schwingungs- bzw. Dämpfungsverhalten der Schienenbesohlung die Frequenzen im Bereich von 100 - 250Hz dämpfen kann.

[0059] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die schubelastische Schicht des Schubdämpfungselementes und die elastische Schicht der Schienenbesohlung aus unterschiedlichen Materialien gebildet sind und/oder dass die Steifigkeit des elastischen Materials der Schienenbesohlung größer, vorzugsweise zumindest 2 mal so groß, ist wie die Steifigkeit der schubelastischen Schicht des Schubdämpfungselementes.

[0060] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die Schubdämpfungseinrichtung und die Schienenbesohlung ausschließlich über den

Schwellenkörper miteinander verbunden sind. Dadurch kommt es zu keiner unerwünschten Kopplung, welche sich bei einer direkten Verbindung zwischen Schubdämpfungseinrichtung und Schienenbesohlung oder gar einer einstückigen Ausbildung ergeben würde.

[0061] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass die zumindest eine Schienenbefestigungseinrichtung jeweils eine elastische, insbesondere keilförmige, Auflage für Schienen aufweist. Die elastische Auflage kann in Form einer Zwischenlage ausgebildet sein. Es ist also nicht unbedingt erforderlich, dass die Auflage mit dem Schienenfuß direkt in Berührung kommt. Auch kann ein Schienen-Reibungsdämpfer in Längsrichtung für die Schienenbefestigungseinrichtung vorgesehen sein, ebenso Leitschienen oder torsionsversteifende Maßnahmen für die Schienen.

[0062] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass das zumindest eine Schubdämpfungselement relativ zum Schwellenkörper verstellbar ist, wodurch die Position des Schubdämpfungselementes an der Seitenfläche veränderbar ist, vorzugsweise von oben nach unten und/oder in lateraler Richtung. In den einzelnen Positionen kann bzw. ist das Schubdämpfungselement mit dem Schwellenkörper fest verbunden (werden). Die relative Verstellbarkeit kann beispielsweise mittels Führungsschienen (die an dem Schwellenkörper befestigt sind) erfolgen, an denen dann das Schubdämpfungselement geführt ist und z.B. mittels Schrauben oder einem Schnellverschluss arretiert werden kann. Eine solche Ausführungsform eignet sich insbesondere für feste Fahrbahnen, wo eine Justierung der Anlegekante bzw. Anlegefläche der Schwelle an der Aufnahme der festen Fahrbahn erforderlich ist.

[0063] Das Ziel wird auch erreicht mit einem Oberbau mit einem Gleisbett, erfindungsgemäßen Schienenschwellen, die auf dem Gleisbett verlegt sind, und Schienen, die mittels Schienenbefestigungseinrichtungen an der Oberseite der Schienenschwellen befestigt sind.

[0064] Eine bevorzugte Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der Oberbau einen Streckenverlauf bildet, der einen Kurvenradius von kleiner als 600m aufweist, und/oder dass der Oberbau eine Hochgeschwindigkeitsstrecke, insbesondere für Geschwindigkeiten ab 140 km/h, bildet.

[0065] Das Ziel wird auch erreicht mit einem Verfahren zur Herstellung eines Oberbaues, mit erfindungsgemäßen Schienenschwellen, wobei die Schienenschwellen auf dem Gleisbett verlegt werden, indem die Gleisbettankopplungsfläche und/oder eine die Gleisbettankopplungsfläche bildende Ankopplungsschicht an das Gleisbett angekoppelt werden, wodurch zwischen dem Gleisbett und den Schienenschwellen jeweils eine Schubdämpfungseinrichtung ausgebildet ist.

[0066] Das Ziel wird auch erreicht mit der Verwendung von erfindungsgemäßen Schienenschwellen zur Dämpfung von Schwingungen des Schwellenkörpers quer zur Schienenerstreckungsrichtung zumindest im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz, insbesondere zur Dämpfung

von grenzykelartigen Schlupfwellenschwingungen im Bereich von 100Hz bis 250Hz, vorzugsweise im engen Bogen, und Resonanz-Schwingungen von Schienen auf Strecken mit einer höchstzulässigen Fahrgeschwindigkeit von über 140 km/h, vorzugsweise über 200km/h.

[0067] Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der Zeichnung näher beschrieben. Dabei zeigt

10 Fig. 1 eine Schubdämpfungseinrichtung gemäß der Erfindung,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Schienenschwelle mit daran befestigten Schienen,

15 Fig. 3 eine Schienenschwelle ähnlich wie in Fig. 2 aber zusätzlich mit einer Schwellenbesohlung,

20 Fig. 4 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schwelle verlegt auf einem Schotterbett,

Fig. 5 eine Schwelle ähnlich wie in Fig. 4 aber zusätzlich mit einer Schwellenbesohlung,

25 Fig. 6 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schwelle verlegt auf einer festen Fahrbahn

Fig. 7 eine Schwelle ähnlich wie in Fig. 6 aber zusätzlich mit einer Schwellenbesohlung,

30 Fig. 8 bis 10 jeweils Ausschnitte eines Oberbaues, bei dem die Schwelle an ein übergeordnetes Gleisbett oder Wanne angekoppelt ist und die Schubdämpfungseinrichtung an einer Stirn-Seitenfläche der Schwelle angeordnet ist.

35 Fig. 11 eine Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung eines Schubdämpfungselementes,

40 Fig. 12 eine Vorrichtung zum Überprüfen der Dämpfungseigenschaften von erfindungsgemäßen Schwellen.

[0068] Die Fig. 1-7 zeigen jeweils eine Schienenschwelle 2 zur Verlegung auf einem Gleisbett 1, insbesondere einem Schotterbett (Fig. 4 bzw. 5) oder einem festen Gleisbett (Fig. 6 bzw. 7). Die Schienenschwelle 2 weist einen - vorzugsweise bewehrten - Schwellenkörper 3, der eine Oberseite 4 mit zumindest einer Schienenbefestigungseinrichtungen 5 (siehe z.B. Fig. 2 bzw. 3), durch die eine Schienenerstreckungsrichtung R definiert ist, eine Unterseite 6 und Seitenflächen 7 auf (Längs-Seitenflächen und Stirn-Seitenflächen).

[0069] An zumindest einer Seitenfläche 7 (hier Längs-seitenfläche) des Schwellenkörpers 3 (Fig. 1-3) - vorzugsweise an beiden Seitenflächen 7 (Fig. 4-7) ist jeweils - eine Schubdämpfungseinrichtung 8 zur Dämpfung von Schwingungen des Schwellenkörpers 3 quer zur Schie-

nenerstreckungsrichtung R zumindest im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz angebracht. Die Schubdämpfungseinrichtung 8 ist durch zumindest ein - vorzugsweise plattenförmiges - Schubdämpfungselement 9 gebildet, das mit der Seitenfläche 7 des Schwellenkörpers 3 fest verbunden ist und das eine Gleisbettankopplungsfläche 13 an der dem Schwellenkörper 3 abgewandten Seite und eine schubelastische Schicht 11 zwischen der Seitenfläche 7 des Schwellenkörpers 3 und der Gleisbettankopplungsfläche 13 zur Dämpfung von Schubschwingungen zwischen dem Schwellenkörper 3 und der Gleisbettankopplungsfläche 13 umfasst.

[0070] Die Schwingungsrichtung(en) der Schubschwingung(en) S liegt in einer Ebene, die quer, insbesondere im Wesentlichen senkrecht, zur Schienenenerstreckungsrichtung R steht, liegt (auch Querebene genannt). Somit können solche Schwingungen quer zur Schienenenerstreckungsrichtung auch vertikale Schwingungen S (d.h. in Richtung von der Oberseite zur Unterseite der Schwelle) und laterale Schwingungen S (d.h. in Richtung von einer Stirnseite zur gegenüberliegenden Stirnseite der Schwelle) sowie sämtliche Schwingungsmodi, welche sich aus einer Überlagerung dieser Schwingungen ergeben, umfassen. Mögliche Schwingungsrichtungen sind z.B. in Fig. 2 und 3 durch Doppelpfeile angedeutet.

[0071] Die Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung der Schubdämpfungseinrichtung 8 (siehe Fig. 11) weist für solche Scherschwingungen (d.h. Schwingungen, bei der die dem Schwellenkörper zugewandte Seite des Schubdämpfungselementes quer zur Schienenenerstreckungsrichtung gegen die Gleisbettankopplungsfläche schwingt) im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz somit eine Hysterese auf (d.h. die von einer Hysteresekurve umschlossene Fläche W ist größer als 0). Die umschlossene Fläche entspricht der dissipativen Schwingungsenergie W_D , die im Schubdämpfungselement vernichtet bzw. in Wärme umgewandelt wird. Mit anderen Worten: Die Fläche unter der Hysteresekurve stellt den pro Schwingungsperiode im Werkstoff dissipierten Energiebetrag dar, ist also ein Dämpfungsmaß für die Vorrichtung im Frequenzbereich von 100 bis 250 Hz und muss von Null verschieden sein.

[0072] Im Folgenden wird die Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung anhand der Fig. 11 näher beschrieben. Darin ist die Schubspannung τ relativ zur Schubverformung γ aufgetragen. Die Hysteresekurve H setzt sich aus dem Belastungsabschnitt (obere Teilkurve) und Entlastungsabschnitt (untere Teilkurve) zusammen. Der Abstand a ist in der Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung der Abstand zwischen dem Nullpunkt und jenem Punkt der Hysteresekurve H, der der größten Schubverformung entspricht. anders ausgedrückt: a ergibt sich aus der Beziehung $a^2 = (\Delta\tau)^2 + (\Delta\gamma)^2$, wobei $\Delta\tau$ die Schubspannung bei der größten Schubverformung $\Delta\gamma$ einer Schwingung entspricht. Die Hysteresekurve H kann durch eine Ellipse mit den Halbachsen a und b angenähert werden, wobei die Fläche der Ellipse der Fläche W_D innerhalb der Hysteresekurve entspricht.

$$W_D = a \cdot b \cdot \pi$$

[0073] Dabei ist es bevorzugt, dass: $\frac{b}{a} \geq \frac{1}{8 \cdot \pi}$,

besonders bevorzugt, dass $\frac{b}{a} \geq \frac{1}{6 \cdot \pi}$ und folglich:

$$W_D \geq \frac{a^2}{8}$$

$$W_D \geq \frac{a^2}{6}$$

, besonders bevorzugt

[0074] Die pro Schwingungsperiode in das Schubdämpfungselement 9 bzw. die schubelastische Schicht 11 eingebrachte Energie W ist die Fläche innerhalb des in Fig. 11 strichliert angedeuteten Rechtecks und ergibt sich für eine 45° grad geneigte Hysteresekurve näherungsweise durch die Beziehung

$$W = \frac{1}{2} \times (2\Delta\tau) \times (2\Delta\gamma) = a^2.$$

[0075] Daraus ergibt sich der Werkstoffverlustfaktor $\eta = W_D/W$. Bevorzugte Werte für η sind weiter unten angegeben.

[0076] In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Schubdämpfungseinrichtung 8 (aus zumindest einem Schubdämpfungselement 9 bzw. schubelastischen Schicht 11) hinsichtlich einer elastischen Schubschwingung S, bei der die dem Schwellenkörper 3 zugewandte Seite des Schubdämpfungselementes 9 bzw. der schubelastischen Schicht 11 quer zur Schienenenerstreckungsrichtung R gegen die Gleisbettankopplungsfläche 13 schwingt, im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz eine Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung mit einer Hysterese auf, die folgende Eigenschaft aufweist: die von einer Hysteresekurve H umschlossene Fläche W_D ist größer als $a^2/8$, vorzugsweise größer als $a^2/6$, wobei a in der Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung der Abstand zwischen dem Nullpunkt und jenem Punkt der Hysteresekurve H, der der größten Schubverformung entspricht, ist.

[0077] Diese Hysterese-Eigenschaft gilt vorzugsweise zumindest für jene Hysteresekurven H, deren größte Schubverformung einer Verschiebung der Gleisbettankopplungsfläche 13 relativ zu der dem Schwellenkörper 3 zugewandten Seite des Schubdämpfungselementes 9 zwischen 0,1mm und 0,5mm in einer Richtung, die im Wesentlichen parallel zur Gleisbettankopplungsfläche 13 ist, entspricht.

[0078] Wie bereits erwähnt ist es vorteilhaft, wenn die schubelastische Schicht 11 bei einem Schubdämpfungs-

element 9 oder die Gesamtheit der schubelastischen Schichten 11 bei mehreren Schubdämpfungselementen 9 hinsichtlich einer Schubschwingung S, bei der die dem Schwellenkörper 3 zugewandte Seite der schubelastischen Schicht 11 quer zur Schienenenerstreckungsrichtung R gegen die dem Schwellenkörper 3 abgewandte Seite der schubelastischen Schicht 11 schwingt, im Frequenzbereich von 100Hz bis 250Hz einen Werkstoffverlustfaktor η von zumindest 1/10, vorzugsweise zumindest 2/10, besonders bevorzugt zumindest 3/10, aufweist.

[0079] Fig. 1 zeigt in schematischer und nicht maßstabsgetreu dargestellten Weise die oben definierte Scherschwingung S. Dabei ist die dem Schwellenkörper 3 abgewandte Seite der schubelastischen Schicht 11 (bzw. Gleisbettankopplungsfläche 13) in ihrer oberen Auslenkung (durchgezogene Linie) und in ihrer unteren Auslenkung (strichliert) zu sehen.

[0080] Wie insbesondere aus Fig. 1 zu sehen kann das zumindest eine Schubdämpfungselement 9 in Art einer - vorzugsweise plattenförmigen - Schubgummifeder ausgebildet sein. Die schubelastische Schicht 11 kann aus Kunststoff, Gummi, Polyamid, geschäumtem Polyurethan und/oder einem beliebigen anderen elastischen, natürlichen oder synthetischen Material gebildet sein.

[0081] In der Fig. 1 ist weiters zu sehen, dass die Gleisbettankopplungsfläche 13 durch eine eigene Ankopplungsschicht 12, die mit der - dem Schwellenkörper 3 abgewandten - Seite der schubelastischen Schicht 11 fest verbunden ist, gebildet ist. Die Ankopplungsschicht 12 kann z.B. durch ein - bevorzugt metallisches - Blech oder Gitter gebildet sein.

[0082] Die Gleisbettankopplungsfläche 13 könnte auch durch die Außenseite der schubelastischen Schicht 11 selbst gebildet sein, jedoch wird eine eigene Ankopplungsschicht 12 bevorzugt, um die Wirkungsweise der Schubdämpfung zu verbessern und auch die Lebensdauer zu erhöhen.

[0083] Die Ankopplungsschicht 12 ist in Richtungen parallel zur Gleisankopplungsfläche 13 bevorzugt schubsteif ausgeführt bzw. kann die Ankopplungsschicht 12 eine (wesentlich) höhere, vorzugsweise 10mal höhere, Steifigkeit als die schubelastische Schicht 11 aufweisen.

[0084] In den dargestellten Ausführungsformen ist das Schubdämpfungselement 9 an der Seitenfläche 7 des Schwellenkörpers 3 mittels einer Trägerschicht 10, die mit dem Schwellenkörper 3 fest, vorzugsweise starr und/oder integral, verbunden ist, befestigt. Zwar könnte die schubelastische Schicht 11 auch direkt mit dem Schwellenkörper 3 verbunden sein, jedoch erhöht eine Trägerschicht die Wirkungsweise der Schubdämpfung und die Lebensdauer der Schubdämpfungseinrichtung.

[0085] Die Trägerschicht 10 kann in Form eines Gitters, eines Netzes und/oder einer Bewehrung, das/die in den Schwellenkörper 3 eingegossen ist, und/oder in Form einer Platte, die mit dem Schwellenkörper 3 - vorzugsweise mittels Schrauben - fest verbunden ist, gebildet sein.

[0086] Die schubelastische Schicht 11 ist mit der Trägerschicht 10 fest verbunden und haftet vorzugsweise vollflächig und/oder an einer Vielzahl von über die ganze Fläche der schubelastischen Schicht 11 verteilten Stellen - an der Trägerschicht 10 an.

[0087] In den dargestellten Ausführungsformen ist zu sehen, dass das Schubdämpfungselement 9 mit dem Schwellenkörper 3 ausschließlich über die Seitenfläche 7 des Schwellenkörpers 3 verbunden ist. Dabei ist das Schubdämpfungselement 9 mit der Seitenfläche 7 des Schwellenkörpers 3 - vorzugsweise ausschließlich - mittels Verbindungsmittel, die sich zwischen der dem Schwellenkörper 3 zugewandten Seite des Schubdämpfungselementes 9 und der Seitenfläche 7 des Schwellenkörpers 3 befinden, fest verbunden. Das Verbindungsmittel ein Haftmittel, insbesondere einen Kleber, und/oder eine - oben bereits beschriebene - Trägerschicht 10, insbesondere eine Platte oder ein Gitter, und/oder Schrauben umfassen.

[0088] Die Schubdämpfungseinrichtung 8 bedeckt vorzugsweise zumindest 50%, vorzugsweise zumindest 70%, der Fläche einer Seitenfläche 7 des Schwellenkörpers 3. Die Schubdämpfungseinrichtung 8 befindet sich zur Gänze innerhalb der durch die Außenränder der Seitenfläche 7 definierten Kontur. Das untere Ende des Schubdämpfungselementes 9 liegt somit oberhalb des unteren Randes der Seitenfläche 7 bzw. reicht höchstens bis zum unteren Rand der Seitenfläche 7.

[0089] Aus den Fig. 3, 5 und 7 ist ersichtlich, dass die Schienenschwelle 2 eine an der Unterseite 6 des Schwellenkörpers 3 angeordnete Schienenbesohlung 14 mit einer elastischen Schicht aufweisen kann. Dabei sind die schubelastische Schicht 11, die Gleisbettankopplungsfläche 13 und gegebenenfalls die Ankopplungsschicht 12 des Schubdämpfungselementes 9 von der Schienenbesohlung 14 vollständig getrennt. Die Schubdämpfungseinrichtung 8 und die Schienenbesohlung 14 sind also ausschließlich über den Schwellenkörper 3 miteinander verbunden (nicht jedoch untereinander).

[0090] Die schubelastische Schicht 11 des Schubdämpfungselementes 13 und die elastische Schicht der Schienenbesohlung 14 können aus unterschiedlichen Materialien gebildet sein. Insbesondere ist die Steifigkeit der elastischen Schicht der Schienenbesohlung 14 größer, vorzugsweise zumindest 2 mal so groß, wie die Steifigkeit der schubelastischen Schicht 11 des Schubdämpfungselementes 9.

[0091] Aus den Fig. 4 und 5 ist ersichtlich, dass die Schienenbefestigungseinrichtung(en) 5 jeweils eine elastische, insbesondere keilförmige, Auflage 15 für Schienen 16 aufweisen kann.

[0092] Die in den Fig. 8-10 dargestellten Ausführungsformen zeigen jeweils eine Schwelle, die an ein übergeordnetes Gleisbett oder Wanne angekoppelt ist. Das Schubdämpfungselement 9 ist hier an einer Stirn-Seitenfläche des Schwellenkörpers angebracht und mit einer festen Aufnahme 19, die z.B. in Form einer Verankerung, einer wannenförmigen Aufnahme oder einer seitlichen

Stütze oder Wand ausgebildet sein kann, fest verbunden.

[0093] Es ist dabei bevorzugt, wenn das Schubdämpfungselement 9 relativ zum Schwellenkörper 3 in seiner Höhe und/oder lateral justierbar ist.

[0094] Schließlich betrifft die Erfindung auch einen Gleisoberbau 17 mit einem Gleisbett 1 (in Fig. 2 schematisch angedeutet; siehe auch Fig. 4-7), Schienenschwellen 2, die auf dem Gleisbett 1 verlegt sind, und Schienen 16 (Fig. 2 bzw. 3), die mittels Schienenbefestigungseinrichtungen 5 an der Oberseite 4 der Schienenschwellen 2 befestigt sind.

[0095] Wie bereits eingangs erwähnt betrifft die Erfindung auch ein Verfahren zur Herstellung eines Gleisoberbaus 17 und die Verwendung von erfindungsgemäßen Schienenschwellen 2 zur Dämpfung von Schwingungen des Schwellenkörpers 3 quer zur Schienenerstreckungsrichtung R zumindest im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz, insbesondere zur Dämpfung von grenzzykelartigen Schlupfwellenschwingungen im Bereich von 100Hz bis 250Hz, vorzugsweise im engen Bogen, und Resonanz-Schwingungen von Schienen auf Strecken mit einer höchstzulässigen Fahrgeschwindigkeit von über 140 km/h, vorzugsweise über 200km/h.

[0096] In Fig. 12 wird schließlich eine Methode dargestellt, mit der die Eigenschaften der Schubdämpfungseinrichtung 8, insbesondere die Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung, ermittelt und in Folge optimiert werden können. Dazu wird eine erfindungsgemäße Schwelle in eine Schwingungsvorrichtung (auch Vibrations-Shaker genannt) eingespannt und mit einer Schwingung beaufschlagt. Dabei wird eine Schwelle 2 auf einem Tisch 20 positioniert (eine elastische Lagerung des Vibrations-Shaker ist im Tisch 20 integriert und nicht gesondert bezeichnet). Mit 21 ist eine Aufnahme bezeichnet, die an der Gleisbettankopplungsfläche 13 anliegt bzw. an die Ankopplungsschicht 12 des Schubdämpfungselementes 9 angekoppelt ist. Zumindest ein Vibrationszylinder 23 (vorzugsweise zwei Vibrationszylinder, jeweils im Bereich einer Schienenbefestigungsstelle 5) wirkt über eine aufgeschraubte Druckplatte 22 mit der Oberseite der Schwelle 2 zusammen. Mit dem/den Vibrationszylinder(n) 23 wird die Scherspannung bzw. Scheramplitude in dem betreffenden Frequenzbereich aufgebracht. Das Joch 24 nimmt die Gegenkraft auf.

[0097] Mit entsprechenden Sensoren wird die Schubspannung und/oder die Schubverformung des Schubdämpfungselementes 9 bzw. der schubelastischen Schicht 11 ermittelt, sodass daraus eine Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung mit oben beschriebener Hysteresekurve abgeleitet werden kann. Durch die Verwendung verschiedener Materialien und verschiedener Dimensionierungen des Schubdämpfungselementes 9 können optimale Parameter für die Ausbildung der Schubdämpfungseinrichtung 8 gefunden werden. Dabei können Parameter wie Schubdämpfungsfähigkeit (Anteil der dissipierten Energie), Werkstoffverlustfaktor, aber auch Verschleißfestigkeit, Temperatur-

beständigkeit der verwendeten Materialien, etc., insbesondere für die schubelastische Schicht, eine Rolle spielen.

[0098] Die Erfindung, die auch als Grenzykel-Dämpfungsvorrichtung oder Oberbau-Grenzykel-Dämpfer bezeichnet werden kann, ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsformen und die darin hervorgehobenen Aspekte beschränkt. Vielmehr ist innerhalb des Erfindungsgedankens eine Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachmännischen Handelns liegen. Ebenso ist es möglich, durch Kombination der genannten Mittel und Merkmale weitere Ausführungsvarianten zu realisieren, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Schienenschwelle (2) zur Verlegung auf einem Gleisbett (1), insbesondere einem Schotterbett oder einem festen Gleisbett, wobei die Schienenschwelle (2) einen - vorzugsweise bewehrten - Schwellenkörper (3), insbesondere Betonkörper, der eine Oberseite (4) mit zumindest einer Schienenbefestigungseinrichtung (5), durch die eine Schienenerstreckungsrichtung (R) definiert ist, eine Unterseite (6) und - sich zwischen der Oberseite (4) und der Unterseite (6) erstreckende - Seitenflächen (7) aufweist, wobei an zumindest einer Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) - vorzugsweise an zwei gegenüberliegenden Seitenflächen (7) jeweils - eine Dämpfungseinrichtung angebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Dämpfungseinrichtung eine Schubdämpfungseinrichtung (8) zur Dämpfung von Schwingungen des Schwellenkörpers (3) quer zur Schienenerstreckungsrichtung (R) zumindest im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz ist, wobei die Schubdämpfungseinrichtung (8) durch zumindest ein - vorzugsweise plattenförmiges - Schubdämpfungselement (9) gebildet ist, das mit einer Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) fest verbunden ist und das eine Gleisbettankopplungsfläche (13) an der dem Schwellenkörper (3) abgewandten Seite und eine schubelastische Schicht (11) zwischen der Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) und der Gleisbettankopplungsfläche (13) zur Dämpfung von Schubschwingungen zwischen dem Schwellenkörper (3) und der Gleisbettankopplungsfläche (13) umfasst.
2. Schienenschwelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die durch zumindest ein Schubdämpfungselement (9) gebildete Schubdämpfungseinrichtung (8) hinsichtlich einer elastischen Schubschwingung (S), bei der die dem Schwellenkörper (3) zugewandte Seite des zumindest einen Schubdämpfungselementes (9) quer zur Schienenerstreckungsrichtung (R) gegen die Gleisbettankopplungsfläche (13) schwingt, im Frequenz-

- bereich von 150Hz bis 200Hz eine Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung mit einer Hysterese aufweist, die folgende Eigenschaft aufweist: die von einer Hysteresekurve (H) umschlossene Fläche (W_D) ist größer als $a^2/8$, vorzugsweise größer als $a^2/6$, wobei a in der Schubspannungs-Schubverformungs-Beziehung der Abstand zwischen dem Nullpunkt und jenem Punkt der Hysteresekurve (H), der der größten Schubverformung entspricht, ist, wobei vorzugsweise diese Hysterese-Eigenschaft zumindest für jene Hysteresekurven (H) gilt, deren größte Schubverformung einer Verschiebung a der Gleisbettankopplungsfläche (13) relativ zu der dem Schwellenkörper (3) zugewandten Seite des zumindest einen Schubdämpfungselementes (9) in einer Richtung, die im Wesentlichen parallel zur Gleisbettankopplungsfläche (13) ist, entspricht, wobei die Verschiebung a zwischen 0,1mm und 0,5mm beträgt.
3. Schienenschwelle nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** diese Hysterese-Eigenschaft zumindest für jene Hysteresekurven (H) gilt, deren größte Schubverformung einer Verschiebung a der Gleisbettankopplungsfläche (13) relativ zu der dem Schwellenkörper (3) zugewandten Seite des zumindest einen Schubdämpfungselementes (9) in einer Richtung, die im Wesentlichen parallel zur Gleisbettankopplungsfläche (13) ist, entspricht, wobei die Verschiebung a zwischen 50mm/f[Hz] und 100mm/f[Hz] beträgt, wobei f[Hz] die der Hysteresekurve zugrundeliegende Frequenz ist.
4. Schienenschwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die schubelastische Schicht (11) im Falle eines Schubdämpfungselementes (9) oder die Gesamtheit der schubelastischen Schichten (11) im Falle mehrerer Schubdämpfungselemente (9) hinsichtlich einer Schubschwingung (S), bei der die dem Schwellenkörper (3) zugewandte Seite der schubelastischen Schicht (11) quer zur Schienenerstreckungsrichtung (R) gegen die dem Schwellenkörper (3) abgewandte Seite der schubelastischen Schicht (11), im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz einen Werkstoffverlustfaktor η von zumindest 1/10, vorzugsweise zumindest 2/10, besonders bevorzugt zumindest 3/10, aufweist.
5. Schienenschwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zumindest eine Schubdämpfungselement (9) in Art einer - vorzugsweise plattenförmigen - Schubgummifeder ausgebildet ist und/oder dass die schubelastische Schicht (11) aus Kunststoff, Gummi, Polyamid, geschäumtem Polyurethan und/oder einem beliebigen anderen elastischen, natürlichen oder synthetischen Material gebildet ist und/oder
- dass das zumindest eine Schubdämpfungselement (9) relativ zum Schwellenkörper (3) verstellbar ist, wodurch die Position des Schubdämpfungselementes (9) an der Seitenfläche (7) veränderbar ist, vorzugsweise von oben nach unten und/oder in lateraler Richtung.
6. Schienenschwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gleisbettankopplungsfläche (13) durch eine Ankopplungsschicht (12), die mit der - dem Schwellenkörper (3) abgewandten - Seite der schubelastischen Schicht (11) fest verbunden ist, gebildet ist, wobei vorzugsweise die Ankopplungsschicht (12) durch ein - bevorzugt metallisches - Blech oder Gitter oder Korb gebildet ist, wobei vorzugsweise die Ankopplungsschicht (12) in Richtungen parallel zur Gleisbettankopplungsfläche (13) schubsteif ausgeführt ist und/oder eine höhere, vorzugsweise 10mal höhere, Steifigkeit als die schubelastische Schicht (11) aufweist.
7. Schienenschwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schubdämpfungselement (9) an der Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) mittels einer Trägerschicht (10), die mit dem Schwellenkörper (3) fest, vorzugsweise starr und/oder integral, verbunden ist, befestigt ist und/oder dass das Schubdämpfungselement (9) an dem Gleisbett (1) mittels einer Trägerschicht, die mit dem Gleisbett (1) fest, vorzugsweise starr und/oder integral, verbunden ist, angekoppelt ist.
8. Schienenschwelle nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trägerschicht (10) in Form eines Gitters, eines Netzes und/oder einer Bewehrung, das/die in den Schwellenkörper (3) eingegossen ist, und/oder in Form einer Platte, die mit dem Schwellenkörper (3) - vorzugsweise mittels Schrauben - fest verbunden ist, gebildet ist und/oder dass die schubelastische Schicht (11) mit der Trägerschicht (10) fest verbunden ist, wobei vorzugsweise die schubelastische Schicht (11) - vorzugsweise vollflächig und/oder an einer Vielzahl von über die ganze Fläche der schubelastischen Schicht (11) verteilten Stellen - an der Trägerschicht (10) anhaftet.
9. Schienenschwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schubdämpfungselement (9) mit dem Schwellenkörper (3) ausschließlich über die

- Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) verbunden ist
und/oder dass das Schubdämpfungselement (9) mit der Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) - vorzugsweise ausschließlich - mittels Verbindungsmittel, die sich zwischen der dem Schwellenkörper (3) zugewandten Seite des Schubdämpfungselementes (9) und der Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) befinden, fest verbunden ist, wobei vorzugsweise das Verbindungsmittel ein Haftmittel, insbesondere einen Kleber, und/oder eine Trägerschicht (10), insbesondere eine Platte oder ein Gitter oder ein Metallkorb, und/oder Schrauben umfasst.
10. Schienenschwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schubdämpfungseinrichtung (8) zumindest 50%, vorzugsweise zumindest 70%, der Fläche einer Seitenfläche (7) des Schwellenkörpers (3) bedeckt und/oder dass sich die Schubdämpfungseinrichtung (8) zur Gänze innerhalb der durch die Außenränder der Seitenfläche (7) definierten Kontur befindet und/oder dass das untere Ende des Schubdämpfungselementes (9) oberhalb des unteren Randes der Seitenfläche (7) liegt oder höchstens bis zum unteren Rand der Seitenfläche (7) reicht.
11. Schienenschwelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schienenschwelle (2) eine an der Unterseite (6) des Schwellenkörpers (3) angeordnete Schienenbesohlung (14) mit einer elastischen Schicht aufweist, wobei die Schubelastische Schicht (11), die Gleisbettankopplungsfläche (13) und gegebenenfalls die Ankopplungsschicht (12) des Schubdämpfungselementes (9) von der Schienenbesohlung (14) vollständig getrennt sind.
12. Schienenschwelle nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Schubelastische Schicht (11) des Schubdämpfungselementes (13) und die elastische Schicht der Schienenbesohlung (14) aus unterschiedlichen Materialien gebildet sind und/oder unterschiedliche elastische Eigenschaften aufweisen
und/oder dass die Steifigkeit der elastischen Schicht der Schienenbesohlung (14) größer, vorzugsweise zumindest 2 mal so groß, ist wie die Steifigkeit der Schubelastischen Schicht (11) des Schubdämpfungselementes (9)
und/oder dass die Schubdämpfungseinrichtung (8) und die Schienenbesohlung (14) ausschließlich über den Schwellenkörper (3) miteinander verbunden sind.
13. Gleisoberbau (17) mit einem Gleisbett (1), Schienenschwellen (2), die auf dem Gleisbett (1) verlegt sind, und Schienen (16), die mittels Schienenbefestigungseinrichtungen (5) an der Oberseite (4) der Schienenschwellen (2) befestigt sind,
wobei vorzugsweise der Gleisoberbau (17) einen Streckenverlauf, der einen Kurvenradius von kleiner als 600m aufweist, und/oder eine Hochgeschwindigkeitsstrecke, insbesondere mit Geschwindigkeiten größer als 140km/h, bildet,
dadurch gekennzeichnet, dass Schienenschwellen (2) des Gleisoberbaus (17) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet sind.
14. Verfahren zur Herstellung eines Gleisoberbaus (17), mit Schienenschwellen (2), die gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet sind, wobei die Schienenschwellen (2) auf dem Gleisbett (1) verlegt werden, indem die Gleisbettankopplungsfläche (13) und/oder eine die Gleisbettankopplungsfläche (13) bildende Ankopplungsschicht (12) an das Gleisbett (1) angekoppelt werden, wodurch zwischen dem Gleisbett (1) und den Schienenschwellen (2) jeweils eine Schubdämpfungseinrichtung (8) ausgebildet ist.
15. Verwendung von Schienenschwellen (2), die gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12 ausgebildet sind, zur Dämpfung von Schwingungen des Schwellenkörpers (3) quer zur Schienenerstreckungsrichtung (R) zumindest im Frequenzbereich von 150Hz bis 200Hz, insbesondere zur Dämpfung von grenzzukelartigen Schlupfwellenschwingungen im Bereich von 100Hz bis 250Hz, vorzugsweise im engen Bogen, und Resonanz-Schwingungen von Schienen auf Strecken mit einer höchstzulässigen Fahrgeschwindigkeit von über 140 km/h, vorzugsweise über 200km/h.

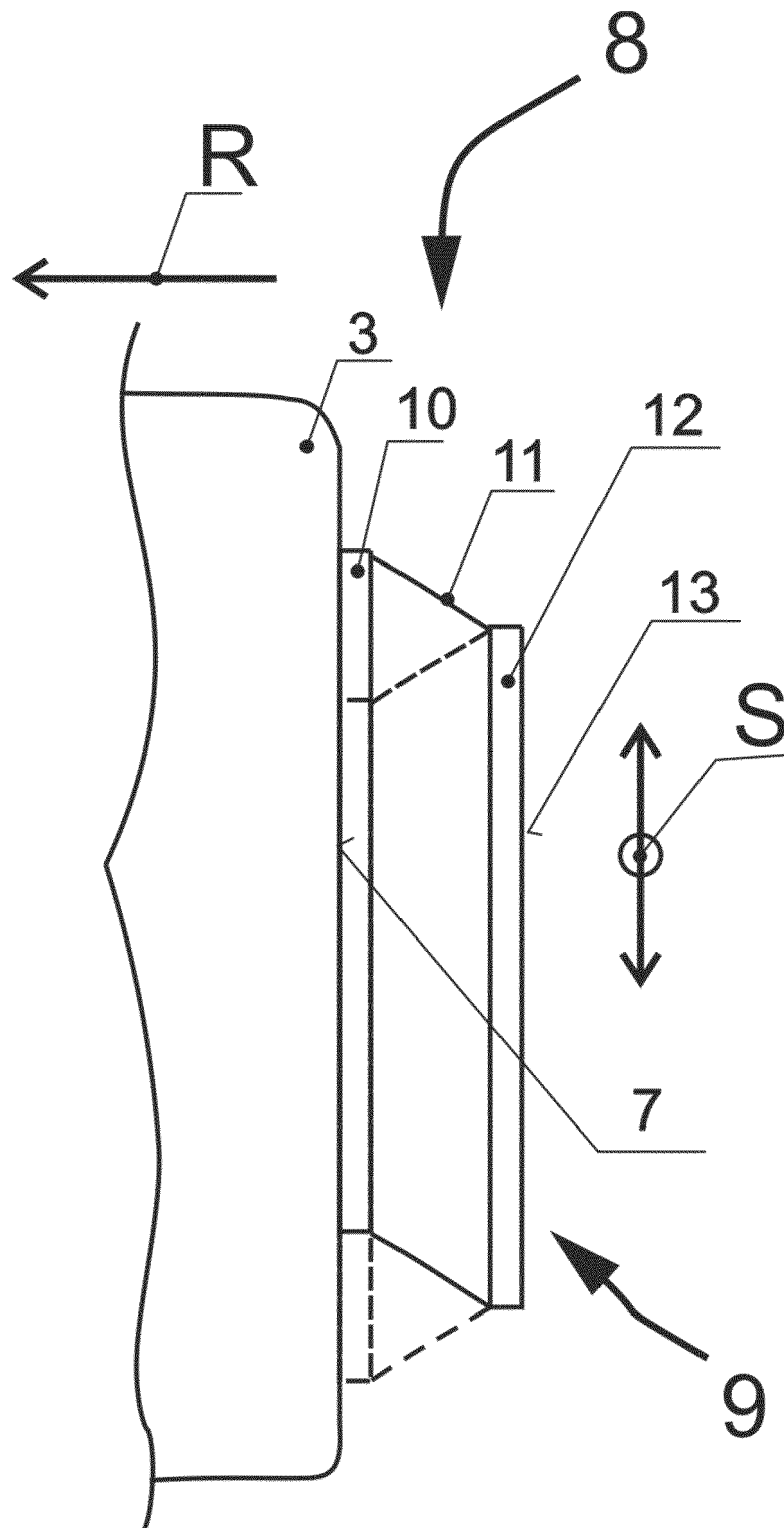


Fig.1

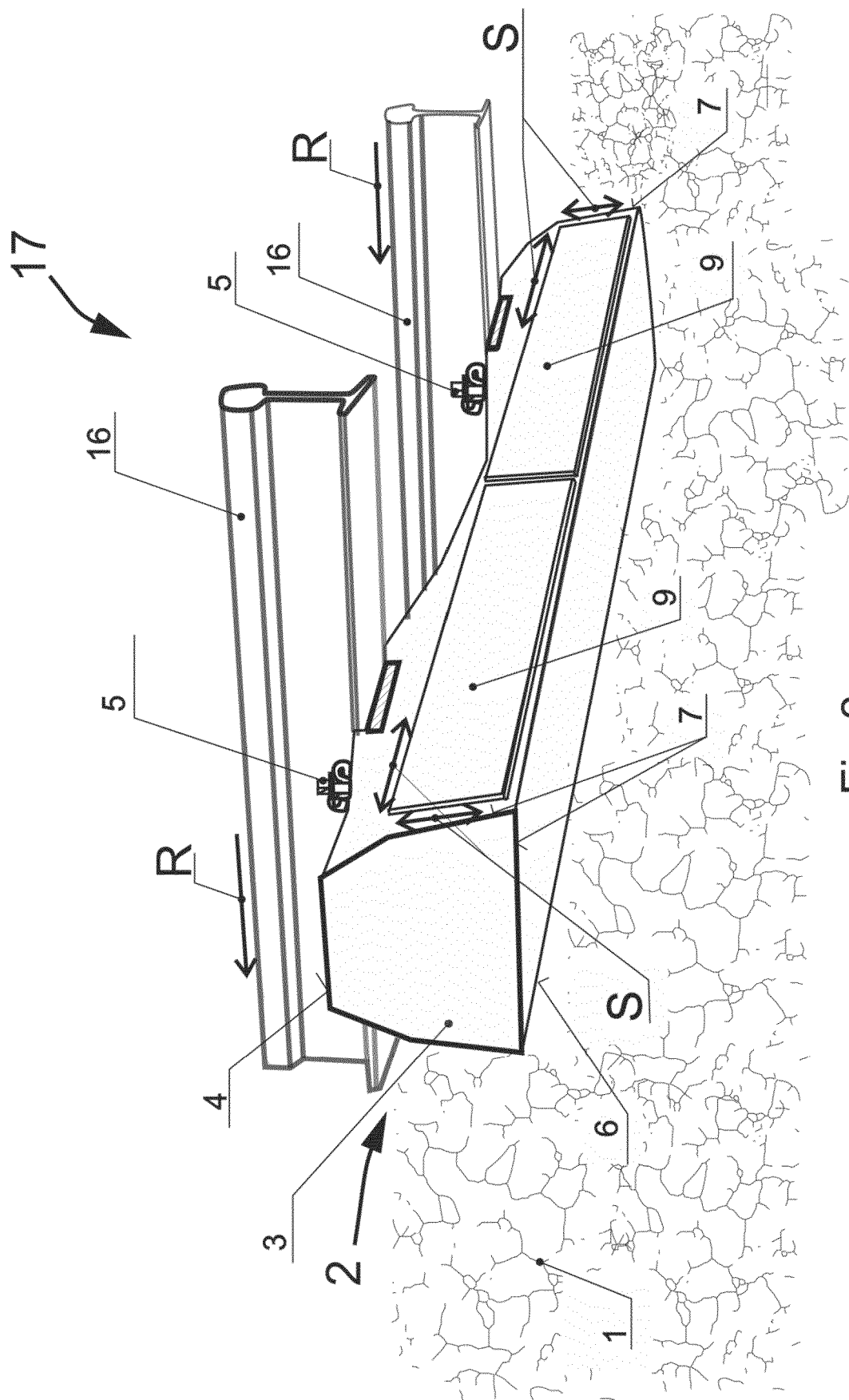


Fig. 2

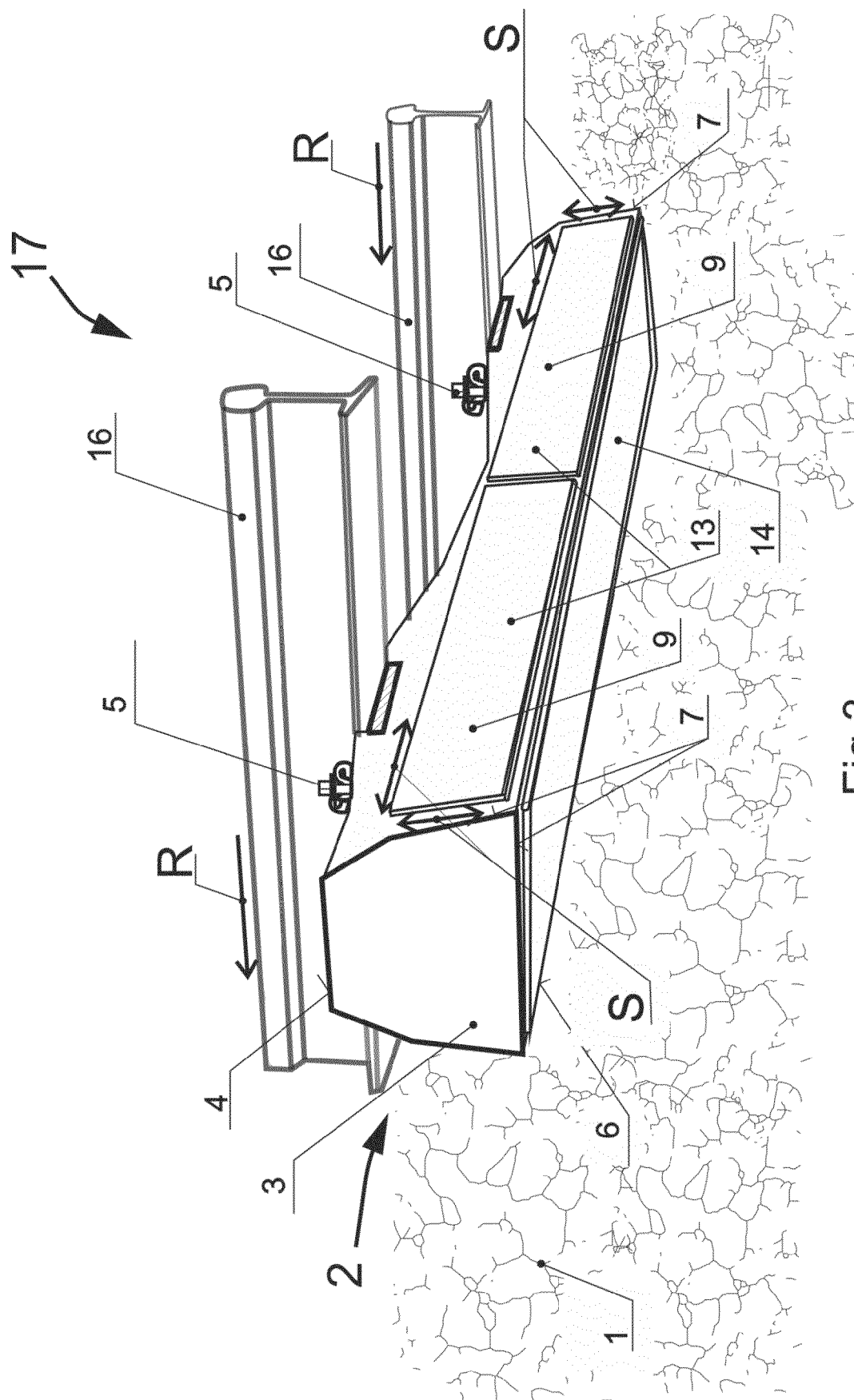
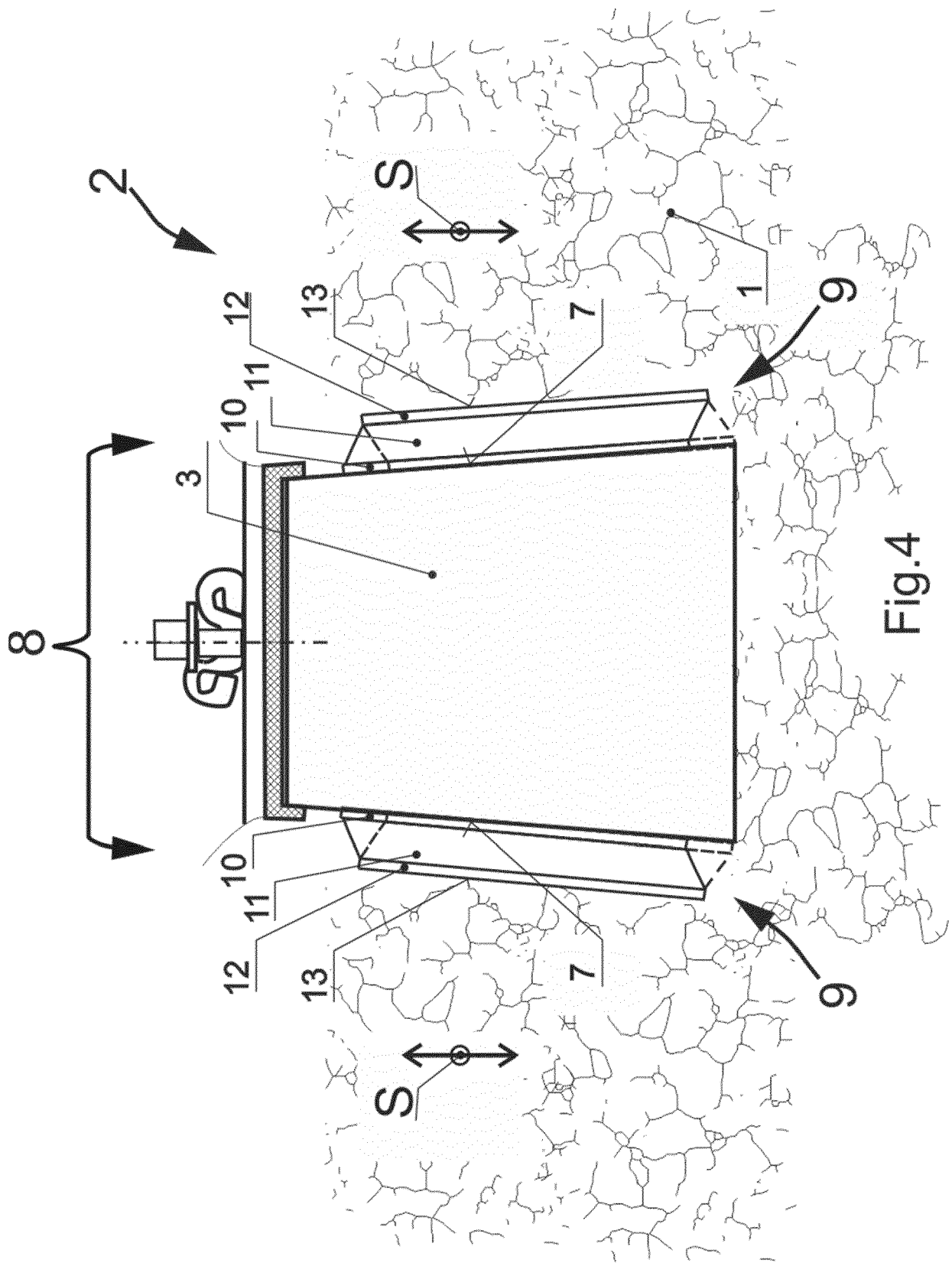
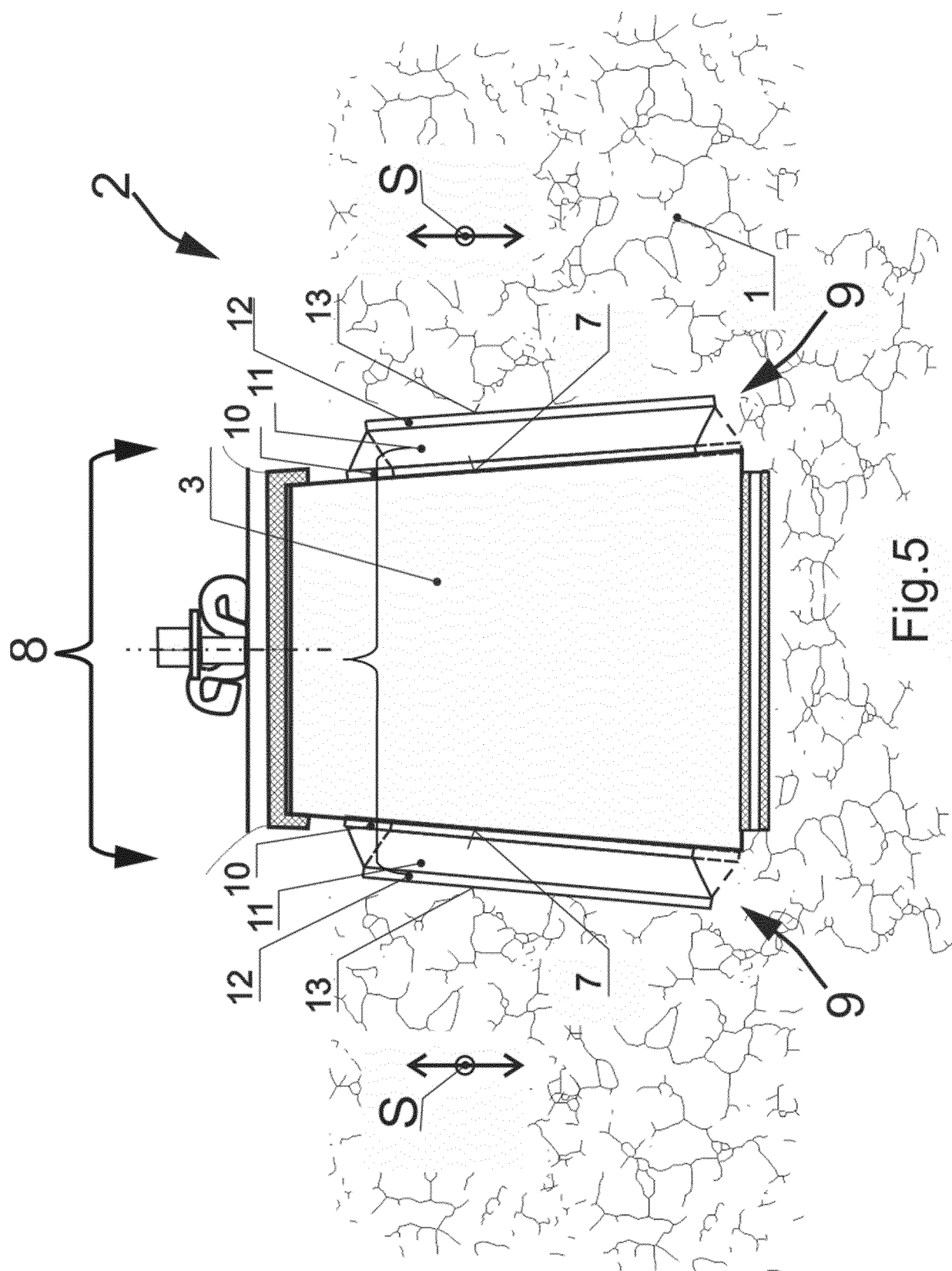


Fig. 3.





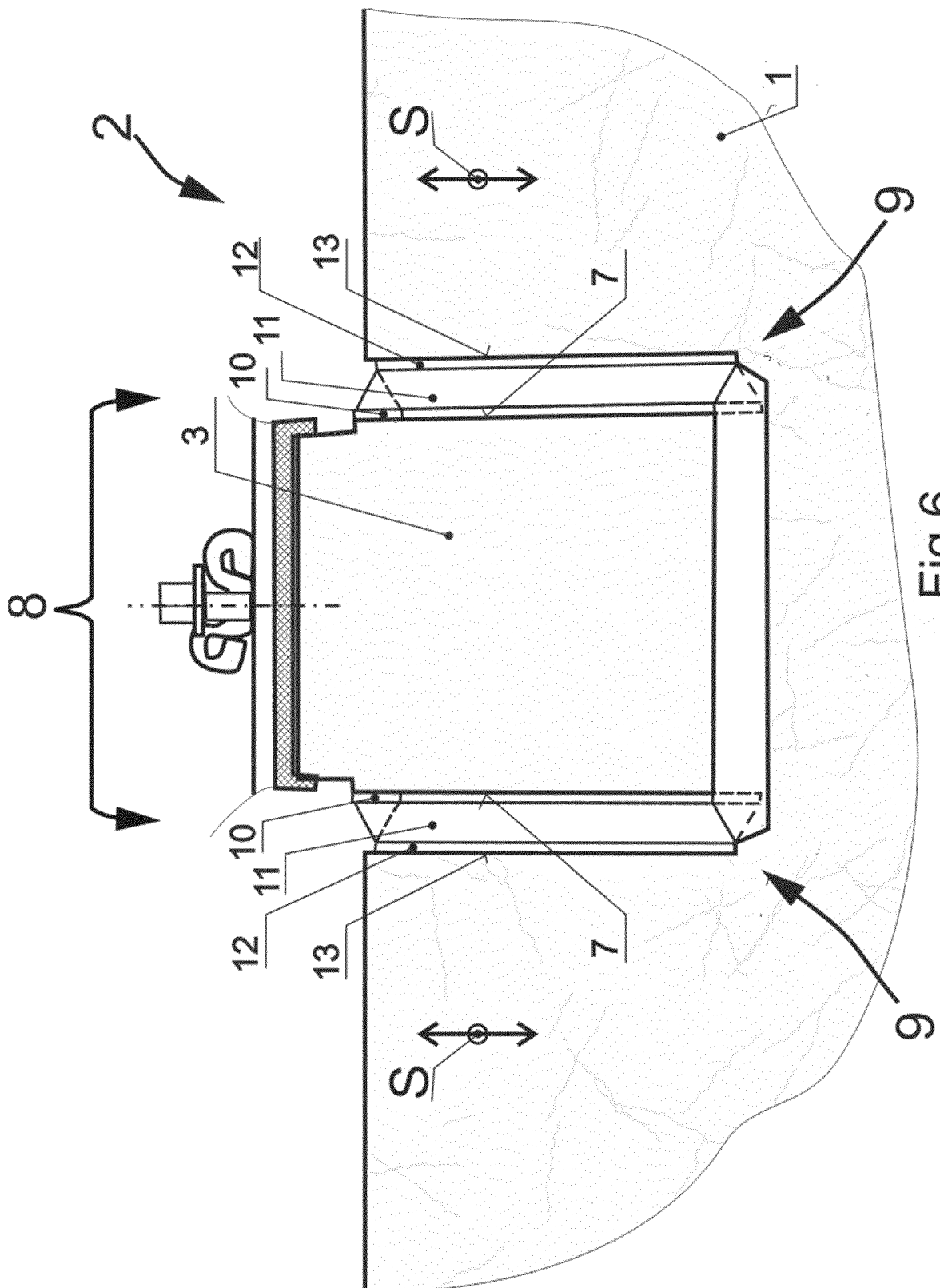


Fig. 6

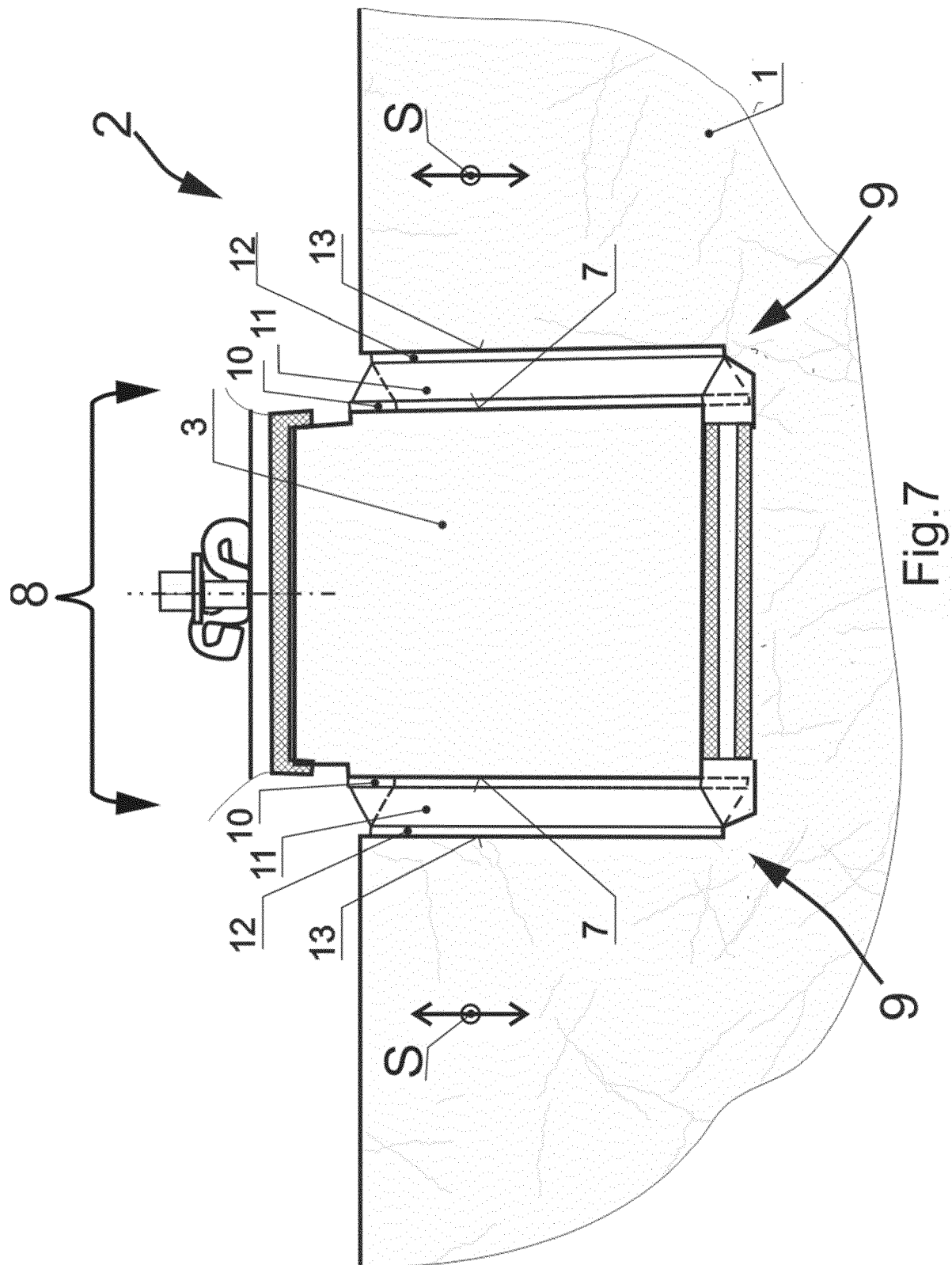


Fig. 7

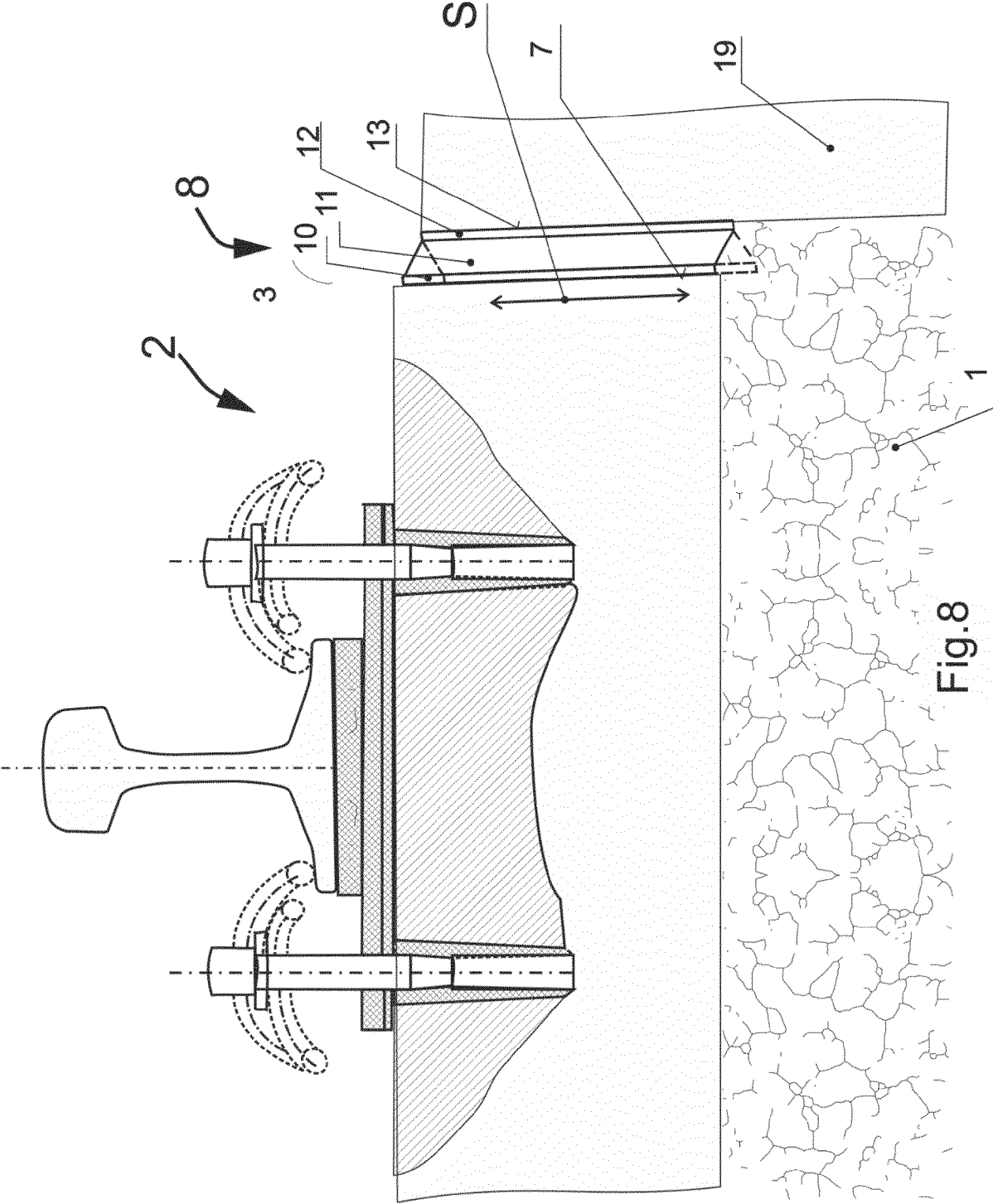


Fig.8

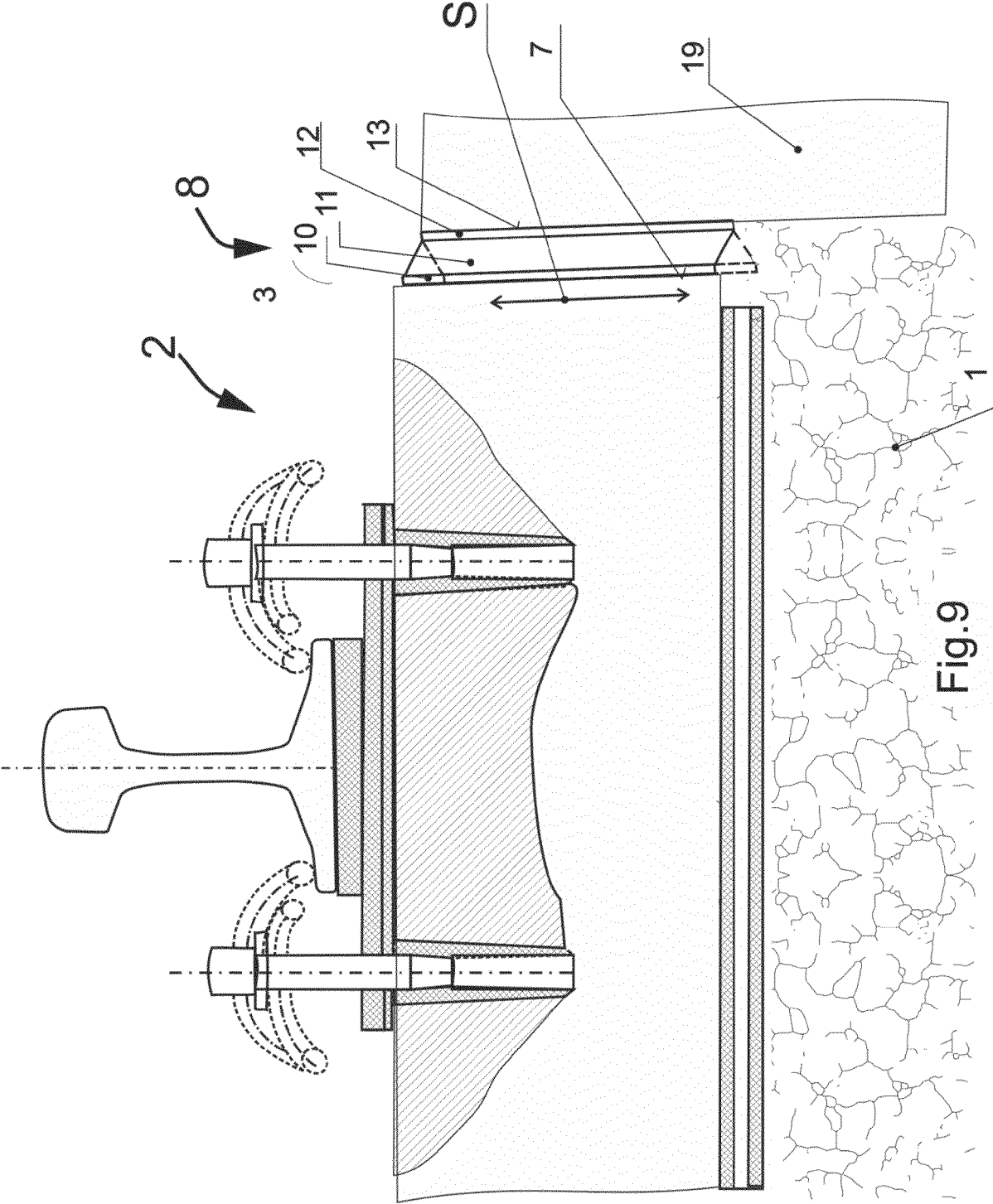


Fig.9

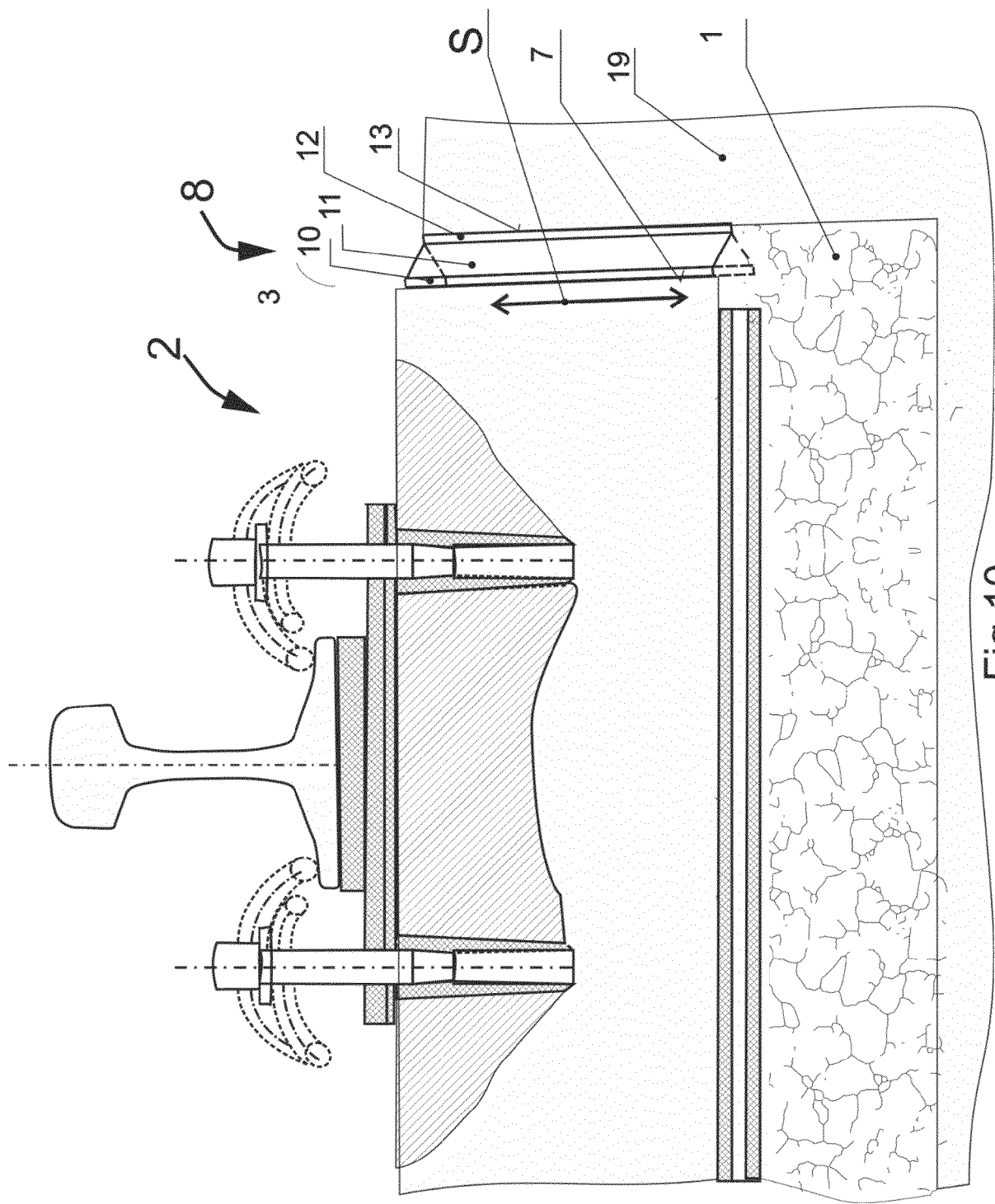


Fig.10

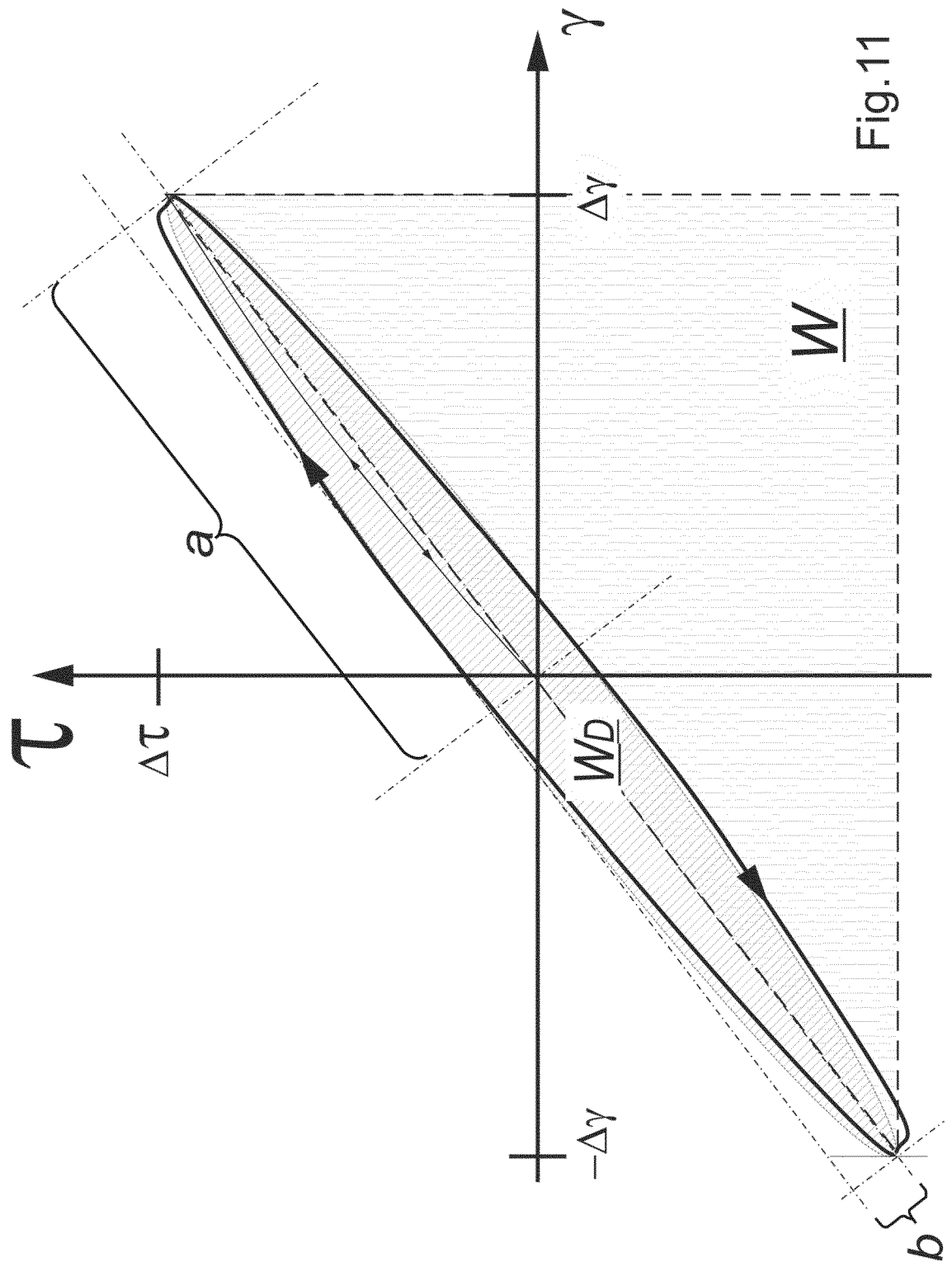


Fig. 11

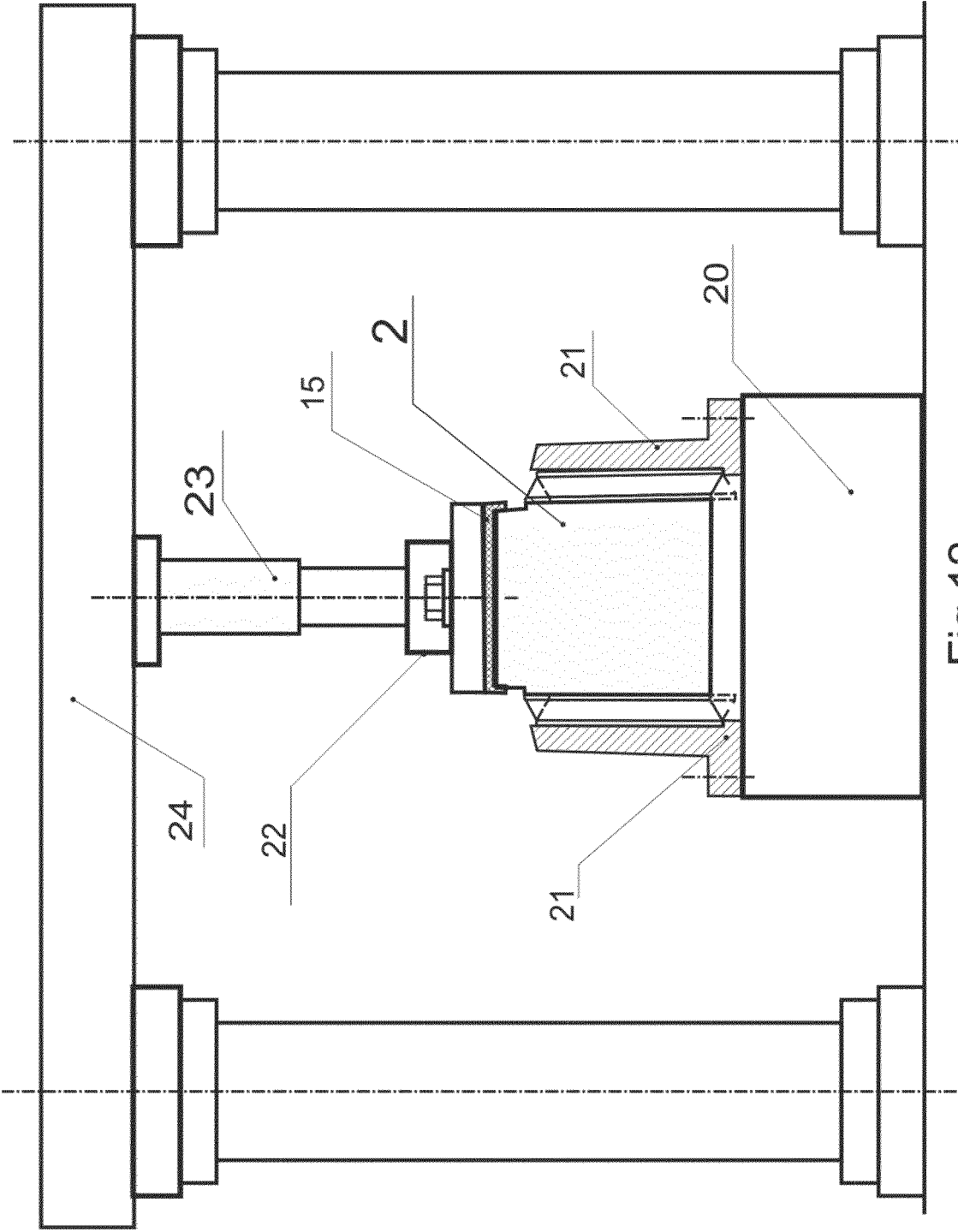


Fig.12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 16 8985

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 195 03 220 A1 (BUTZBACHER WEICHENBAU GMBH [DE]) 17. August 1995 (1995-08-17) * Abbildungen 1,1a-1d * * Spalte 33, Zeilen 5-23 * * Spalte 35, Zeilen 30-52 * * das ganze Dokument *	1-15	INV. E01B3/46 E01B19/00
A	JP 2014 125736 A (SEKISUI CHEMICAL CO LTD) 7. Juli 2014 (2014-07-07) * Abbildungen 1-15 * * das ganze Dokument *	1-15	
A,D	US 2008/083835 A1 (GIRARDI MARCEL [FR] ET AL) 10. April 2008 (2008-04-10) * Abbildungen 1-6 * * das ganze Dokument *	1-15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. September 2022	Prüfer Klein, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 16 8985

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-09-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19503220 A1	17-08-1995	KEINE	
JP 2014125736 A	07-07-2014	JP 6097554 B2	15-03-2017
		JP 2014125736 A	07-07-2014
US 2008083835 A1	10-04-2008	AT 464431 T	15-04-2010
		AU 2007216806 A1	10-04-2008
		BR PI0702998 A	13-05-2008
		CA 2598637 A1	22-03-2008
		CN 101165272 A	23-04-2008
		EP 1905896 A1	02-04-2008
		ES 2341300 T3	17-06-2010
		FR 2906269 A1	28-03-2008
		JP 2008101456 A	01-05-2008
		KR 20080027450 A	27-03-2008
		NZ 561705 A	30-04-2009
		PL 1905896 T3	30-09-2010
		SG 141363 A1	28-04-2008
		TW 200829752 A	16-07-2008
		US 2008083835 A1	10-04-2008

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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

- WO 2012123481 A1 **[0011]**
- EP 1279769 B1 **[0012]**
- EP 0569867 A1 **[0013]**
- DE 102009000316 A1 **[0014]**
- EP 0440597 B1 **[0015]**
- US 20080083835 A1 **[0016]**