



(10) **DE 10 2017 207 746 A1** 2018.11.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 207 746.8**

(22) Anmeldetag: **08.05.2017**

(43) Offenlegungstag: **08.11.2018**

(51) Int Cl.: **E01B 3/44 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Hyperion Verwaltung GmbH, 21397 Vastorf, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Bressel und Partner mbB, 10785  
Berlin, DE**

(72) Erfinder:  
**Frenzel, Jörg, 21397 Vastorf, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

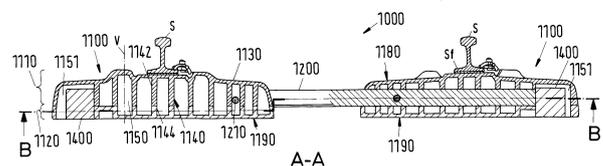
DE	10 2007 054 221	A1
DE	11 2011 103 628	T5
DE	72 12 735	U
DE	18 53 647	U
EP	1 897 992	A1
WO	2006/ 068 885	A1

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Bahnschwelle aus Kunststoffblöcken und einem diese verbindenden Verbindungselement sowie Verfahren zum Erfassen von Informationen und/oder Daten**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bahnschwelle 1000 mit einem Schwellenkörper, der an seinen gegenüberliegenden Enden jeweils einen Schienenauflegebereich aufweist, wobei die Schienenauflegebereiche durch die Enden des Schwellenkörpers bildende Kunststoffblöcke 1100 gebildet sind. In jedem Schienenauflegebereich ist mittels eines an einem Schienenfuß Sf angreifbaren Niederhaltelements Sp eine Schiene S fixierbar. Die Kunststoffblöcke 1100 sind über ein Verbindungselement 1200 miteinander verbunden und in Form von Skelettstrukturen mit einer Außenhaut 1130 ausgebildet. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Erfassen von Informationen und/oder Daten, umfassend folgende Verfahrensschritte: a. Auswählen mindestens einer erfindungsgemäßen Bahnschwelle 1000, die mindestens eine Messvorrichtung 1410 zur Erfassung von Messwerten aufweist; und b. Erfassen der Messwerte durch die mindestens eine Messvorrichtung 1410.



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung:

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Bahnschwelle, die mit einem Schwellenkörper gebildet ist, der an seinen gegenüberliegenden Enden jeweils einen Schienenauflegebereich aufweist. Die Schienenauflegebereiche sind durch die Enden des Schwellenkörpers bildende Kunststoffkörper gebildet. In jedem Schienenauflegebereich ist mittels eines an einem Schienenfuß angreifbaren Niederhaltelements eine Schiene fixierbar. Die Kunststoffblöcke sind über ein Verbindungselement miteinander verbunden. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zum Erfassen von in und/oder an einem Bahngleis auswertbaren und/oder zu sammelnden Informationen und/oder Daten.

## Hintergrund der Erfindung:

**[0002]** Derartige Schwellen werden üblicherweise zur Verlegung von Schienen als Fahrwege für Schienenfahrzeuge, beispielsweise Personen- oder Güterfahrzeuge, sowohl auf Fernstrecken als auch im Regionalverkehr, insbesondere städtischen Bereich, beispielsweise für Straßenbahnen, eingesetzt. Typischerweise können Bahnschwellen aus Holz hergestellt sein. Im Allgemeinen werden sie heute aus Beton gefertigt. Es gibt jedoch auch andere Materialien für Bahnschwellen, beispielsweise Metall und Kunststoffmaterial. Des Weiteren sind auch unterschiedliche Bauformen der Bahnschwellen bekannt, beispielsweise Monoblockschwellen, Zwei-(Bi-) Blockschwellen und Y-Schwellen. In diesen Fällen werden die Bahnschwellen auf einer oder teilweise in eine Unterlage in Form eines Schotterbetts verlegt. Alternativ können die schienengebundenen Fahrwege auch in Form von festen Fahrbahnen ausgebildet sein, bei denen die Schienen direkt auf einem aus gegossenem Beton oder Asphalt/Bitumen gebildeten Unterbau oder auf aufgelagerten Schwellen befestigt werden. Ferner besteht auch die Möglichkeit, einen herkömmlichen Schotteroberbau mittels eines Kunststoffschäumens auszuschäumen, der in die Hohlräume zwischen Schottersteinen eindringt.

**[0003]** Typische Beton-Eisenbahnschwellen sind in DE 1 606 387 U und CH-PS 298 438 beschrieben.

**[0004]** Aus EP 1 718 802 B1 ist ferner eine Doppelkreuz-Schwelle für einen Schotteroberbau bei Eisenbahnen bekannt, die einen entlang einer Schwellen-Längsachse verlaufenden Querteil und zwei über den Querteil voneinander distanzierte Längsträger aufweist, wobei jeder Längsträger an einer Oberseite ein Auflager zur Aufnahme eines oberhalb des Längsträgers verlaufenden Schienenelements aufweist. Diese Schwelle ist bevorzugt in der Art eines monolithisch

ausgeführten Stahl- bzw. Spannbetonfertigteils gebildet.

**[0005]** In DE 100 23 389 A1 ist ferner eine Doppelkreuzschwelle für einen Schotteroberbau bei Eisenbahnen, insbesondere eine Stahlbetonschwelle, angegeben, die beidseits mit unter den Schienen verlaufenden Querarmen versehen ist.

**[0006]** Eine Zwei-Block-Schwelle für den schienengebundenen Verkehr ist in WO 97/05331 A1 beschrieben. Bei dieser Schwelle umschließen zwei zur Auflagerung von Schienen vorgesehene Blöcke aus Polymerbeton ein zwischen den Blöcken angeordnetes und als Zuganker ausgebildetes Stahlprofil an dessen Enden. Der Polymerbeton ist im Wesentlichen aus etwa 85 - 95 Gew.-% körnigem anorganischem Material und duroplastischem Kunstharz als ausschließlichem Bindemittel hergestellt.

**[0007]** Des Weiteren ist in EP 1 897 992 A1 eine Bahnschwelle mit einem Schwellenkörper angegeben, wobei der Schwellenkörper an seinen gegenüberliegenden Enden jeweils einen Schienenauflegebereich aufweist, innerhalb dessen der Schwellenkörper verbreitert ist, und wobei in jedem Schienenauflegebereich mittels eines an einem Schienenfuß angreifbaren Niederhaltelements eine Schiene fixierbar ist. Als Material für den Schwellenkörper kommt beispielsweise Beton oder Polymerbeton in Frage. Allerdings bietet es sich auch an, die beiden Blöcke aus Kunststoff zu fertigen.

**[0008]** Aus DE 76 18 316 U ist ferner eine Schwelle aus Kunststoff bzw. Kunststoffschäum oder Beton bekannt.

**[0009]** In DE 43 17 494 A1 ist eine Schwelle für ein Gleis für Schienenfahrzeuge offenbart, die aus einem gießbaren Material, vorzugsweise aus Kunststoff, hergestellt ist.

**[0010]** Des Weiteren geht aus WO 2013/067990 A1 eine Bahnschwelle aus einem thermoplastischen Kunststoff hervor, der mindestens 75 % Polyolefine aus Recyclingmaterial und mindestens 10 % geschichtete Glasfaser enthält.

**[0011]** Schließlich ist in EP 0 486 465 A1 eine Schwelle für den Eisenbahnoberbau angegeben, die aus Kunststoff, insbesondere Polyurethan-Hartschaum, hergestellt ist.

## Der Erfindung zugrunde liegende Aufgaben:

**[0012]** Die bekannten Bahnschwellen sind hinsichtlich des Aufwandes bei der Fertigung und bei der Verlegung nachteilig, da Betonschwellen sehr schwer sind. Kunststoffschwellen sind dagegen in der Fertigung kostspielig. Ferner besteht auch das Problem,

dass die Lebensdauer von Bi-Block-Schwellen häufig nicht befriedigend ist. Außerdem ist es problematisch, die für eine Überwachung des Zugverkehrs und Instandhaltung oder Reparatur des Gleisfahrweges erforderliche Infrastruktur in adäquater Weise zur Verfügung zu stellen.

**[0013]** Von daher liegen der vorliegenden Erfindung die Aufgaben zugrunde, Bahnschwellen zur Befestigung von Gleisschienen zu schaffen, die einfach und kostengünstig herstellbar sowie problemlos verlegbar sind. Des Weiteren sollen die Schwellen möglichst wartungsfrei sein und eine lange Haltbarkeit aufweisen. Außerdem liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Überwachung des Gleisfahrweges und des Verkehrs in unterschiedlichen Betriebsarten (Normalbetrieb, Baustellenbetrieb, Ruhebetrieb) einfach und umfassend zu verbessern.

#### Beschreibung der Erfindung:

**[0014]** Soweit in der Beschreibung und in den Ansprüchen die Begriffe ‚oben‘ und ‚unten‘, ‚darüber‘ und ‚darunter‘, ‚obere(r)‘ und ‚untere(r)‘ sowie ‚Ober-‘ und ‚Unter-‘ im Zusammenhang mit einem Gegenstand verwendet werden, so ist darunter eine relative Position bzw. Anordnung im Raum zu verstehen, wobei ‚oben‘, ‚Ober-‘ und ‚obere(r)‘ eine Position relativ zu dem Gegenstand in einer Richtung entgegen der Schwerkraft und ‚unten‘, ‚Unter-‘ und ‚untere(r)‘ eine Position zu dem Gegenstand in der Richtung der Schwerkraft bedeuten. Insbesondere können sich diese Begriffe auf eine Anordnung der beschriebenen Gegenstände beziehen, in der diese in einer üblichen Anwendungsweise eingesetzt werden, beispielsweise auf eine Anordnung der erfindungsgemäßen Bahnschwelle in einem im Gleisbett verlegten Zustand.

**[0015]** Soweit in der Beschreibung und in den Ansprüchen bestimmte Begriffe im Singular verwendet werden, beispielsweise Kunststoffblock, Schiene, Skelettstruktur, Rippelement und Hohlraum, so sind damit auch die entsprechenden Begriffe im Plural gemeint, beispielsweise Kunststoffblöcke, Schienen, Skelettstrukturen, Rippelemente und Hohlräume, soweit nicht ausdrücklich etwas anderes angegeben ist. Entsprechendes gilt auch im umgekehrten Sinne.

**[0016]** Zur Lösung der vorstehend genannten Aufgaben wird gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung eine Bahnschwelle mit einem Schwellenkörper vorgeschlagen, der an seinen gegenüberliegenden Enden jeweils einen Schienenauflegebereich aufweist, wobei die Schienenauflegebereiche durch die Enden des Schwellenkörpers bildende Kunststoffblöcke gebildet sind und in jedem Schienenauflegebereich mittels eines an einem Schienenfuß angreifbaren Niederhaltelements eine

Schiene fixierbar ist und wobei die Kunststoffblöcke über ein Verbindungselement miteinander verbunden sind. Die Kunststoffblöcke sind in Form von Skelettstrukturen gebildet. Unter einer Skelettstruktur ist erfindungsgemäß ein durchbrochener (Hohlräume im Block aufweisender) Körper zu verstehen (Hohlausführung des Kunststoffblockes), wobei sich im Innenraum des Körpers vorzugsweise mehrere Hohlräume befinden, die durch Trennwände oder andere Stützstrukturen voneinander getrennt oder zumindest lokal unterbrochen sind.

**[0017]** Zur Lösung der vorstehend genannten Aufgaben wird gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung auch ein Verfahren zum Erfassen von in und/oder an einem Bahngleis auswertbaren und/oder zu sammelnden Informationen und/oder Daten vorgeschlagen, das die folgenden Verfahrensschritte umfasst:

- a. Auswählen mindestens einer erfindungsgemäßen Bahnschwelle, die mindestens eine Messvorrichtung zur Erfassung von Messwerten aufweist; und
- b. Erfassen der Messwerte durch mindestens eine Messvorrichtung, wobei die Messwerte gegebenenfalls (zwischen)gespeichert und von der mindestens einen ausgewählten Bahnschwelle an mindestens eine Zentraleinheit übermittelt und durch die mindestens eine Zentraleinheit unter Bildung von Zustandsdaten ausgewertet werden oder wobei die Messwerte gegebenenfalls (zwischen) gespeichert und bereits am Ort der Bahnschwelle ausgewertet und die erhaltenen Zustandsdaten an die mindestens eine Zentraleinheit übermittelt werden.

**[0018]** Schließlich können die Messwerte von der mindestens einen ausgewählten Bahnschwelle an die mindestens eine Zentraleinheit übermittelt und durch die / in der mindestens eine(n) Zentraleinheit unter Bildung von Zustandsdaten ausgewertet werden.

**[0019]** Die Kunststoffblöcke der Bahnschwelle können die für Bahnschwellen übliche Form haben und insbesondere in Form eines Quaders, gegebenenfalls mit schräg abfallenden Stirnseiten und/oder mit einer ungefähr mittig ansteigenden Oberseite, oder in Form eines kreuzförmigen Körpers mit senkrecht zur Längserstreckung der Bahnschwelle verlaufenden Querarmen (Flügelschwelle) ausgebildet sein.

**[0020]** Erfindungsgemäß können die Kunststoffblöcke separate Teileinheiten bilden, die über ein Verbindungselement verbunden sind, das aus einem anderen Material als die Kunststoffblöcke hergestellt sein kann. Damit kann die Funktionalität der Lastaufnahme durch die Schienenauflegebereiche von der

Funktionalität der Querstabilität der beiden die Schienen des Gleises haltenden Schienenaufgabebereiche und damit der Einhaltung des Abstandes der Schienen voneinander getrennt werden.

**[0021]** Durch die Ausbildung der Kunststoffblöcke in Form von Skelettstrukturen werden diverse Vorteile erreicht. Zum einen wird der Materialaufwand bei der Schwellenfertigung deutlich vermindert, da in geringerem Umfang Kunststoffmaterial erforderlich ist als bei einem herkömmlichen Bahnschwellenaufbau. Durch die Schaffung einer Skelettstruktur wird den Schienenaufgabebereichen die erforderliche Stabilität für die Lastaufnahme beim Überfahren eines Schienenfahrzeugs bereitgestellt. Die Skelettstruktur stellt in diesem Sinne ein Konstruktions- teil des Blockes dar, das eine mechanische Stabilisierungs- und Tragfunktion hat. Außerdem können der Bahnschwelle weitere Funktionalitäten zugeordnet werden, weil die durch die Skelettstruktur gebildeten Hohlräume in den Kunststoffblöcken Funktionskomponenten aufnehmen können. Derartige Funktionskomponenten können dazu ausgebildet sein, Daten an den Schwellen und/oder an in der Nähe der Schwellen befindlichen Gegenständen, beispielsweise den Schienen, und/oder Daten über den Zugverkehr zu erfassen und zu speichern. Ferner können die Funktionskomponenten auch dazu ausgebildet sein, die erfassten Daten vor Ort auszuwerten und/oder deren Auswertung vor Ort zu veranlassen und/oder die Daten von dort weiterzuleiten. Außerdem können die Hohlräume der Bahnschwelle auch mit sogenannten Anti-Dröhn-Füllungen (akustischem Dämmmaterial) gefüllt werden und/oder derart ausgebildet sein, dass diese bei den typischen Schwingungsfrequenzen beim Befahren des Gleises in den Hohlräumen keine Resonanz ausbilden. In letzterem Falle sind gegebenenfalls die Größe und/oder die innere Struktur der Hohlräume entsprechend zu gestalten.

**[0022]** In einer bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sind die Kunststoffblöcke in Form von Skelettstrukturen mit einer Außenhaut gebildet. Die Außenhaut verleiht den Kunststoffblöcken zusätzliche mechanische Stabilität. Die Außenhaut des Kunststoffblockes kann dessen äußere Wandung und die äußere Oberfläche des Körpers bilden. Die Außenhaut kann die Skelettstruktur zumindest teilweise umschließen. Die Außenhaut erstreckt sich vorzugsweise über alle Seiten der Kunststoffblöcke, d.h. über die Oberseiten und die Unterseiten sowie über die axial gelegenen Stirnflächen und die in Fahrtrichtung bzw. entgegen der Fahrtrichtung liegenden Seitenflächen. Es ist aber auch möglich, dass nur an einer oder an mehreren dieser Seiten eine Außenhaut vorhanden ist. Außerdem kann sich die Außenhaut vollständig über diese Seiten erstrecken oder nur teilweise. Beispielsweise können einzelne Hohlräume in der Skelettstruktur nach außen offen

sein, indem sich in der Außenhaut an den entsprechenden Stellen Durchbrechungen befinden. Vorzugsweise kann sich die Außenhaut über die Oberseite und die Seiten- und Stirnflächen, nicht aber oder nur teilweise über die Unterseite des Blockes erstrecken. Im Verlegezustand ist damit lediglich eine Außenhaut des Kunststoffblockes sichtbar. Jedoch ist auch erfindungsgemäß nicht auszuschließen, dass auch an der Unterseite des Blockes eine Außenhaut angeordnet ist und/oder dass sich beispielsweise an der Oberseite des Blockes Durchbrechungen in der Außenhaut befinden.

**[0023]** Die die Eisenbahngleise bildenden Schienen sind auf den Kunststoffblöcken mittels der Niederhalteelemente befestigt. Als Niederhalteelemente können übliche Befestigungselemente zur Anwendung kommen, wobei die verschiedensten Befestigungssysteme möglich sind. Vorzugsweise wird ein System aus die Schienenfüße niederhaltenden Spannklemmen (Niederhalteelemente) und die Spannklemmen befestigende Schwellenschrauben und gegebenenfalls auch Dübel verwendet, die in den Kunststoffblöcken gehalten werden. Hierzu drückt eine Schwellenschraube typischerweise eine Spannklemme in Form eines  $\omega$  mit einer Niederhaltekraft auf die Schwelle, wobei sich die Spannklemme mit ihren Stützbögen auf der Schwelle direkt oder indirekt abstützt und damit den Schienenfuß nach unten drückt. Im allgemeinen befinden sich unterhalb der Spannklemmen Winkelführungsplatten, auf denen sich die Spannklemmen abstützen. Diese können in die Kunststoffblöcke eingeformt sein. Beispielsweise kann die Außenhaut am Ort der Schienenbefestigung in Form der Winkelführungsplatten ausgebildet sein. Oder separate Bauteile in Form von Winkelführungsplatten werden beim Herstellen der Kunststoffblöcke in deren Außenseiten integriert. Alternativ zu dem vorstehend beschriebenen System kann auch das sogenannte Pandrol Fastclip-System verwendet werden, bei dem ebenfalls eine elastische Spannklemme mit mehreren Schenkeln verwendet wird. Ein derartiges System ist in DE 10 2004 021 091 A1 beschrieben. Auf die Ausführung und Anwendung dieses Systems wird hiermit Bezug genommen, und der entsprechende Inhalt dieser Druckschrift wird hiermit in die vorliegende Anmeldung einbezogen.

**[0024]** Damit die Schwellenschrauben und gegebenenfalls zu deren Befestigung verwendete Dübel mit der erforderlichen Niederhaltekraft in den Kunststoffblöcken verankert werden können, können die Kunststoffblöcke in dem Bereich, in dem die Schwellenschrauben in diesen verankert werden, vorzugsweise massiv ausgebildet sein, d.h. im Umgebungsbereich des die Schraube aufnehmenden Loches aus Vollmaterial bestehen und keine Hohlräume aufweisen. Dieser Bereich erstreckt sich auf eine Region, die die Schraube im Kunststoffblock unmittelbar umgibt. Je nach den Kräften, die auf die Schraube einwir-

ken, kann diese Region größer oder kleiner gewählt werden. Beispielsweise kann ein Volumen für diese Region gewählt werden, das sich, ausgehend von der Schraubenachse, bevorzugt in alle Raumrichtungen in den Block erstreckt und zwar um mindestens 5 cm, vorzugsweise mindestens 7,5 cm, noch weiter bevorzugt 10 cm oder in eine noch größere Entfernung von der Schraube. Alternativ kann die Skelettstruktur auch hülsenförmige Hohlräume bilden, in die die Schrauben eingeschraubt werden. Falls Dübel zur Verankerung der Schwellenschraube verwendet werden, können beispielsweise Einschraubhülsen, vorzugsweise aus Metall oder Kunststoff, eingesetzt werden. Die Dübel können auch bereits bei der Ausformung der Kunststoffblöcke bei deren Herstellung, beispielsweise im Falle von mittels Spritzgussverfahren hergestellten Blöcken beim Spritzgießen, in die Blöcke integriert werden. Die Dübel können zur Verankerung im Blockmaterial bevorzugt außenliegende Verankerungsrippen aufweisen, die beispielsweise radial abstehen. Alternativ können die Dübel auch in einem Bereich in den Kunststoffblöcken verankert werden, in dem die Skelettstrukturen hülsenförmige Hohlräume für die Befestigung der Dübel in den Blöcken ausbilden, beispielsweise durch hülsenförmige Wandelemente oder andere Stützelemente. Vorzugsweise werden die Schwellenschrauben ohne Dübel in die Kunststoffblöcke eingeschraubt, etwa indem die Skelettstrukturen Einschraublöcher ausbilden, beispielsweise in Form von Kanälen, die bevorzugt durch gegebenenfalls verstärkte hülsenförmige Wand- oder andere Stützelemente gebildet sind.

**[0025]** Die Hohlräume in den Kunststoffblöcken können in Form von Kanälen ausgebildet sein, die die Skelettstruktur, vorzugsweise von unten nach oben (bzw. von oben nach unten), durchdringen. Die Kanäle können beispielsweise einen sich von oben nach unten vergrößernden oder verkleinernden Querschnitt aufweisen, oder der Querschnitt der Kanäle kann in einem mittleren Bereich kleiner sein als in darüber oder darunter liegenden Bereichen. Sich innerhalb eines Kunststoffblockes befindende Hohlräume können unabhängig von anderen Hohlräumen eine der vorstehenden Formen mit sich veränderndem Querschnitt haben. Indem die Kanäle die Skelettstruktur vorzugsweise von unten nach oben durchdringen, kann auch ein Kamineffekt zur Belüftung der Hohlräume erzielt werden, insbesondere wenn die Kanäle beidseitig nach außen offen sind.

**[0026]** Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sind die Skelettstrukturen durch die Hohlräume trennende Rippenelemente gebildet. Diese Rippenelemente erstrecken sich vorzugsweise jeweils über den gesamten Kunststoffblock, wobei es aber natürlich auch möglich ist, dass nur ein Teil des Kunststoffblockes mit Rippenelementen ausgebildet ist. In letzterem Falle ist der restliche Teil des Kunststoffblockes vorzugsweise aus ei-

nem das gesamte Volumen des Blockes ausfüllenden Kunststoff gebildet. Vorzugsweise ist eine Vielzahl derartiger Rippenelemente vorgesehen, insbesondere mindestens zwei, weiter bevorzugt mindestens drei, noch weiter bevorzugt mindestens vier, mindestens fünf, mindestens sechs, mindestens sieben, mindestens acht, mindestens neun, mindestens zehn, mindestens fünfzehn, mindestens zwanzig, mindestens dreißig, mindestens fünfzig oder noch mehr Rippenelemente. Die Anordnung und räumliche Ausbildung (Form und/oder Größe und/oder Dicke usw.) der Rippenelemente werden vorzugsweise nach Maßgabe einer optimalen Lastverteilung der Kunststoffblöcke insbesondere beim Überfahren der Schienen von Schienenfahrzeugen und Übertragung der Last über die Schienenaufgabebereiche auf die Blöcke gewählt (Optimierung der Statik). Außerdem ist bei der Gestaltung der Rippenelemente darauf zu achten, dass die Größe der dabei gebildeten Hohlräume und deren Gestaltung nicht derart ist, dass diese bei den typischen Schwingungsfrequenzen beim Befahren des Gleises in Resonanz geraten. Hierzu ist eine geeignete Kanal-/Hohlraum-Gestaltung zu wählen. Beispielsweise kann eine größere Anzahl pro Volumen und/oder eine größere Dicke der Rippenelemente in Bereichen vorgesehen sein, in denen die größte Last auftritt, als an anderen Stellen. Die Rippenelemente können einander teilweise durchdringen. Die Rippen können im Wesentlichen in Form von ebenen oder runden Wandelementen ausgebildet und gegebenenfalls mit Verstärkungen und Sicken ausgestattet sein. Derartige Wandelemente können insbesondere dazu ausgebildet sein, mehrere Hohlräume voneinander zu trennen. Die Wandelemente können auch durchbrochen sein, sodass die Hohlräume miteinander verbunden sein können. Alternativ oder zusätzlich zu Wandelementen können auch Stützelemente vorhanden sein, die dadurch gekennzeichnet sind, dass sie säulenartig ausgebildet sind und die Hohlräume allenfalls durchdringen, aber nicht voneinander abtrennen. Die Wand- und Stützelemente können in einem regelmäßig angeordneten Muster beispielsweise in parallelen Ebenen zueinander angeordnet sein, sodass sich beispielsweise zwischen den Wandelementen befindende Hohlräume in Form von Fächern ausbilden, die sich in dem Kunststoffblock beispielsweise von unten bis nach oben durchgehend erstrecken. In einer alternativen Ausführungsform sind die Hohlräume in einem unteren Blockteil von den Hohlräumen in einem oberen Blockteil durch eine Zwischenwand getrennt. Dies verleiht der Skelettstruktur zusätzliche mechanische Stabilität. Die Stützelemente können auch beispielsweise hülsenförmig ausgestaltet sein, beispielsweise in Form von Rohrelementen, die zum Beispiel in einer Matrix, etwa mit hexagonaler oder rechtwinkliger Anordnung der Elemente, angeordnet sind, wobei diese Elemente vorzugsweise einander berühren und damit einen festen Verbund ausbilden oder über weitere Wandelemente verbunden sind.

**[0027]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sind die Kunststoffblöcke aus einem schmelzbaren Kunststoff gebildet, vorzugsweise aus einem thermoplastischen Polymer. Alternativ kann auch ein duroplastisches Polymer eingesetzt werden. Der thermoplastische Kunststoff kann insbesondere aus der Gruppe ausgewählt werden, die folgende Kunststoffe umfasst: Polyethylen, Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymer, Polyester und noch andere Polymere. Polyethylen ist aus Kostengründen bevorzugt. Polyethylen kann Polyethylen hoher Dichte (HDPE), Polyethylen mittlerer Dichte (MDPE) oder Polyethylen niedriger Dichte (LDPE) sein, wobei HDPE aus Stabilitätsgründen bevorzugt ist. Das Kunststoffmaterial kann gefüllt oder ungefüllt sein. Als Füllmaterialien können zur mechanischen Verstärkung Fasermaterialien eingelagert sein, etwa in Form von filzartigem Material, d.h. Fasern in ungeordneter Form, oder von gewebten Fasermatten oder Vliesmatten. Die Fasern können aus Glas, Kunststoff, Metall oder einer synthetischen para-Aramidfaser bestehen. Ferner kann das Material auch mit Pigmenten, wie Ruß, gefüllt sein. Die Kunststoffblöcke können aus Umweltschutz- und Kostengründen ferner aus Recycling-Kunststoff gefertigt werden oder diesen enthalten, wobei die vorstehenden Angaben über die Art der Materialien auch für den Recycling-Kunststoff zutreffen können. Darüber hinaus kann das Kunststoffmaterial noch andere Zuschlagsstoffe enthalten, beispielsweise Altgummireifen-Material oder ein Licht absorbierendes Material, das zur Energiekonversion geeignet ist, etwa zur Erzeugung eines Temperaturgefälles zwischen diesem Material und einem kälteren Wärmereservoir, beispielsweise dem Gleisoberbau, und zur Erzeugung elektrischer Energie mittels thermoelektrischer Elemente.

**[0028]** Die Kunststoffblöcke können in bekannter Art und Weise hergestellt werden. Ein typisches vorteilhaftes Verfahren bei Verwendung von thermoplastischen Polymermaterialien ist das Kunststoff-Spritzgussverfahren, mit dem beliebig geformte Formteile in großer Stückzahl einfach und kostengünstig herstellbar sind. Alternativ ist auch das 3D-Druckverfahren geeignet.

**[0029]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sind die Kunststoffblöcke jeweils aus einem unteren Blockteil und einem oberen Blockteil gebildet, wobei das untere und das obere Blockteil unlösbar miteinander verbunden sind. Hierdurch wird eine vereinfachte Herstellung der Bahnschwelle ermöglicht, insbesondere wenn diese als Zweiblock-Schwelle ausgebildet ist, weil ein zwischen den Blöcken angeordnetes Verbindungselement, beispielsweise ein Profilelement, insbesondere eine Verbindungsstange, dann auf einfache Weise mit den Kunststoffblöcken stabil verbunden werden kann. In diesem Falle wird durch

das Verbindungselement unter anderem eine undefinierte Dehnung der Schwelle verhindert. Die Bahnschwelle kann hergestellt werden, indem das Verbindungselement vorzugsweise zwischen den beiden Blockteilen angeordnet und beim Verbinden der beiden Blockteile dazwischen fixiert wird. Hierzu können die beiden Blockteile Ausnehmungen aufweisen, die zu der Form des aufzunehmenden Verbindungselements komplementär sind. Dadurch kann das Verbindungselement in diese Ausnehmungen passgenau eingelegt und zwischen den beiden Blockteilen eingeklemmt werden, wenn diese flächig aneinander liegend miteinander verbunden werden. Zur Verbindung der Blockteile können diese mittels eines Kleb-, Schweiß- oder noch anderen Fügeverfahrens miteinander verbunden werden. Bevorzugt ist ein Schweißverfahren, insbesondere ein Ultraschall-Schweißverfahren.

**[0030]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sind die Kunststoffblöcke durch mindestens ein Verbindungselement miteinander verbunden, das vorzugsweise metallisch ist, aber auch aus einem anderen Material, beispielsweise Kunststoff hergestellt sein kann. In diesem Falle weist die Bahnschwelle vorzugsweise zwei an den Enden des Verbindungselements angeordnete Kunststoffblöcke auf. Es handelt sich dann um eine sogenannte Bi-Block-Bahnschwelle. Zur Verbindung des Verbindungselements mit den Kunststoffblöcken ist das Verbindungselement vorzugsweise an seinen beiden Enden in die Kunststoffblöcke eingebettet. Das Verbindungselement kann insbesondere ein Profilelement, beispielsweise ein Winkelement, wie ein T-Profil, oder eine Stange (Rundstab), sein. Das Verbindungselement kann insbesondere aus Stahl gefertigt sein. Verbindungselemente mit einem anderen Profil sind ebenfalls denkbar, beispielsweise Rundrohre, Vierkantrohre und U-Längsprofile. Das Verbindungselement kann zueinander beabstandete Querstreben (Querriegel) aufweisen, die vorzugsweise senkrecht zur Längserstreckung des Verbindungselements an diesem angebracht sind, wobei die Querstreben bevorzugt beidseitig von der Achse des Verbindungselements abstehen. Die Querstreben stellen Verstärkungselemente dar, die ebenso vorzugsweise in die Kunststoffblöcke eingebettet sind. Beispielsweise können die Querstreben unterhalb der Auflagebereiche für die Schienen angeordnet sein, um die von diesen ausgehende Last aufzufangen. Alternativ sind sie in einem anderen Bereich eines Kunststoffblockes angeordnet. Diese Ausführungsform kann insbesondere dann gewählt werden, wenn die Kunststoffblöcke (im Falle der Flügelschwelle) in Form von Kreuzen ausgebildet sind. In diesem Falle sind die Querstreben bevorzugt im Bereich der die Schienenaufnahme bildenden Querarme (Auflagevorsprünge) der Schwelle angeordnet.

**[0031]** Das Verbindungselement kann in noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung in dem Verbindungsbereich (nicht in dem Bereich, in dem es in die Kunststoffblöcke eingebettet ist, sondern in einem zwischen den Blöcken liegenden Bereich) ummantelt sein, um das Verbindungselement-Material beispielsweise gegen Korrosion zu schützen. Eine Möglichkeit einer derartigen Ummantelung besteht darin, das Verbindungselement mit einer Korrosionsschutzfarbe zu überziehen. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Verbindungselement mit einem Kunststoffschäum, beispielsweise einem Polyurethan-Schaum zu umspritzen, sodass dieser das Element allseitig in dem Bereich ummantelt, in dem das Element nicht in die Kunststoffblöcke eingebettet ist. Diese Ummantelung hat den weiteren Vorteil, dass damit eine Lärmverminderung im Fahrbetrieb erreicht werden kann, weil die Oberfläche des Verbindungselements dadurch weich ist. Nochmals alternativ dazu kann die Ummantelung auch in Form eines gewebten Kunststoffmaterials oder eines Kunststoffvlieses ausgebildet sein.

**[0032]** Anstelle eines in Form eines Profilelements ausgebildeten Verbindungselements kann das Element in einer alternativen Ausführungsform durch ein die Kunststoffblöcke verbindendes Kunststoff-Formteil ausgebildet sein, das vorzugsweise aus demselben Material wie die Kunststoffblöcke hergestellt ist und das im Wesentlichen denselben Querschnitt wie die Kunststoffblöcke aufweist, sodass sich eine herkömmliche (Monoblock-)Bahnschwelle ergibt. Noch weiter bevorzugt ist dieses Verbindungselement einteilig mit den Kunststoffblöcken ausgebildet, d.h. die beiden Kunststoffblöcke und das diese verbindende Verbindungselement bilden zusammen ein einziges Teil, beispielsweise Spritzformteil. In diesem Falle ist es bevorzugt, dass dieses Teil nicht aus einem Ober- und Unterteil gebildet ist. Eine derartige Bahnschwelle ist eine sogenannte Monoblock-Bahnschwelle. Beispielsweise können die Teile in einem Spritzgussverfahren in Form eines einzigen Teils hergestellt werden. Auch das derart ausgebildete Verbindungselement in Form eines Kunststoff-Formteils kann wie die Kunststoffblöcke mit einer Skelettstruktur, gegebenenfalls mit einer Außenhaut, ausgebildet sein. Insofern gelten die obigen Ausführungen zu den Kunststoffblöcken bezüglich der möglichen Ausführungsformen der Skelettstrukturen und der Außenhaut auch in diesem Falle, d.h. die Skelettstruktur und die Außenhaut erstrecken sich über die gesamte Bahnschwelle einschließlich des Verbindungselements.

**[0033]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung erstrecken sich die durch die Skelettstrukturen in den Kunststoffblöcken gebildeten Hohlräume durchgehend durch das untere Blockteil bis in das obere Blockteil. Vorzugsweise sind die Hohlräume in den Kunststoff-

blöcken nach unten und/oder oben offen, sodass sie von außen zugänglich sind. Damit wird erreicht, dass Funktionskomponenten, beispielsweise Messvorrichtungen und/oder elektromagnetische Kommunikationsvorrichtungen, insbesondere Sende- und Empfangsvorrichtungen, und/oder elektrische Energieerzeugungsvorrichtungen und/oder elektrische Energiespeichervorrichtungen in der Bahnschwelle untergebracht werden können. Außerdem können in diesen Hohlräumen auch Heizungselemente untergebracht werden, insbesondere in Bahnschwellen, die in Weichenbereichen verbaut sind. Diese können über die Öffnungen von außen kontrolliert, gewartet und gegebenenfalls ausgetauscht / gewechselt werden. Hierzu können die Hohlräume das untere Blockteil vollständig und das obere Blockteil teilweise (oder umgekehrt) durchsetzen. Insbesondere ist es bevorzugt, dass die Hohlräume in dem unteren und dem oberen Blockteil so angeordnet sind, dass sie beim Zusammenfügen beider Blockteile exakt zueinander fluchten, sodass von unten nach oben bzw. von oben nach unten durchgehende Hohlräume in den Kunststoffblöcken gebildet werden. Insbesondere ist es vorteilhaft, dass die Wandelemente und die Stützelemente exakt zueinander fluchtend angeordnet sind, sodass sich vorteilhafter Weise keine Hinterschneidungen an der Verbindungsfuge zwischen dem oberen und dem unteren Blockteil ergeben und die Hohlräume durchgehend sind. Dadurch wird auch verhindert, dass eingedrungene Feuchtigkeit in Taschen zurückgehalten wird.

**[0034]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann in einer Bahnschwelle mindestens eine sogenannte Box (ein Aufnahmeraum) geschaffen werden, die einen Zugang beispielsweise von oben oder von einer Seite oder von einer Stirnseite (Vorkopf) aus ermöglicht, sodass eine darin untergebrachte Funktionskomponente auch nach dem Verlegen der Bahnschwelle zugänglich ist, etwa zum Kontrollieren und gegebenenfalls Auswechseln der Funktionskomponente.

**[0035]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung sind die Hohlräume durch ein Kunststoffmaterial nach außen abgeschlossen, selbst wenn sich eine Außenhaut nicht über alle Oberflächen der Kunststoffblöcke erstreckt. Insbesondere können die Hohlräume hermetisch abgeschlossen sein, d.h. dass Wasser nicht durch Verbindungsfugen zwischen dem Kunststoffmaterial und dem Kunststoffblock hindurchtreten kann. Dies soll das Eindringen von Feuchtigkeit in die Hohlräume verhindern.

**[0036]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist dieses Kunststoffmaterial mit einem vorzugsweise dampfdurchlässigen Überzug gebildet. Ein derartiger Überzug kann aus einem beispielsweise gewebten Kunst-

stoffmaterial oder einem Kunststoffvlies gebildet sein. Von daher kann der Überzug durch eine Kunststoffmatte gebildet sein.

**[0037]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist der Überzug hydrophob, sodass er im Falle eines gewebten Kunststoffmaterials oder eines Kunststoffvlieses trotz der Zwischenräume zwischen den Web- oder Vliesfasern einerseits keine wässrige Flüssigkeit hindurchtreten lässt. Andererseits kann eingedrungene wässrige Feuchtigkeit in Form von Dampf wieder austreten. Dadurch wird die Feuchtigkeit weitgehend aus den Hohlräumen der Kunststoffblöcke ferngehalten, sodass eine Korrosion des darin eingebetteten Verbindungselements und eine Verschmutzung und chemische Veränderung des Kunststoffmaterials vermieden werden. Ein hydrophober Überzug ist aus einem Material gebildet, das einen Kontaktwinkel von mehr als 90° gegenüber Wasser ausbildet. Hydrophobe Oberflächen bestehen in der Regel aus hydrophoben Substanzen oder sind von diesen bedeckt.

**[0038]** Als hydrophobes Kunststoffmaterial in Form von Überzügen, insbesondere Kunststoffmatten, kann insbesondere ein wenig polares chemisches Material verwendet werden, beispielsweise Polyethylen, insbesondere ein HDPE, oder ein (teil-)fluorierter Polymer-Werkstoff, wie ein Poly(tetrafluorethylen), beispielsweise Teflon® (Marke von DuPont, US). Ferner sind auch die von Novomer Inc. entwickelten und aus Kohlendioxid mit einem speziellen Katalysator hergestellten Polymere auf Polycarbonat-Polyol-Basis einsetzbar. Grundsätzlich können aber auch andere, beispielsweise hydrophile, Materialien eingesetzt werden, sofern diese mit einer Oberflächenbeschichtung aus einem hydrophoben Material überzogen sind. Das Kunststoffmaterial für die Überzüge ist vorzugsweise feuerhemmend ausgebildet. Hierzu sind übliche feuerhemmende Ausrüstungen einsetzbar.

**[0039]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung kann ein Überzug auch in Form von Graphenoxid-Schichten bereitgestellt werden, insbesondere in Form von mehrfach aufeinander liegenden Graphenoxid-Schichten. Diese können zur Verbesserung der Durchlässigkeit ausschließlich von dampfförmiger Feuchtigkeit insbesondere mit Epoxidharz imprägniert werden, sodass ein Aufquellen der Schichten und Erweitern der Freiräume weitgehend verhindert wird. Bei Lagerung der Schichten bei kontrollierter Luftfeuchte wird die Stapelung der Schichten gesteuert, da diese umso enger aufeinanderliegen, je geringer die Luftfeuchte eingestellt ist. Insbesondere wird damit der Durchgang von Salzionen, insbesondere Natriumionen, verhindert. Die Graphenoxid-Schichten können ferner mit funktionellen Nanopartikeln stabilisiert werden.

**[0040]** Die Überzüge können in dem Bereich der Kunststoffblöcke, in dem die darin enthaltenen Hohlräume nach außen offen sind, beispielsweise nach oben, in bekannter Art und Weise mit diesen verbunden werden, beispielsweise mittels eines Kleb- oder Schweißverfahrens. Im Falle eines Schweißverfahrens können die Überzüge unter Anwendung von Wärme- und Druckeinwirkung beispielsweise auf die Außenseiten, beispielsweise Unter- oder Oberseiten der Blöcke gepresst werden, sodass das Material der Blöcke anschnilt und die Überzüge in das Blockmaterial hineingepresst werden. Dadurch wird eine innige Verbindung der Überzüge mit den Blöcken erzeugt, sodass keine Lecks zurückbleiben und Wasser nicht mehr eindringen kann. Gegebenenfalls ist die Seite eines Überzuges, der mit dem Blockmaterial verbunden wird, zunächst vorzubehandeln, beispielsweise mit einer Corona-Behandlung, um die Festigkeit einer Schweißverbindung zu optimieren.

**[0041]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung werden auch die Übergangsbereiche zwischen den Seiten-/Stirnwänden der Kunststoffblöcke und dem Verbindungselement mittels Überzügen abgedichtet. Hierzu können die Überzüge das Verbindungselement beispielsweise dicht anliegend umschließen und sich außerdem an die Seiten-/Stirnwände der Kunststoffblöcke anlegen, sodass Wasser in die Nahtstellen zwischen den Materialien (Verbindungselement/Kunststoffblock) nicht eindringen kann. Auch in diesem Falle können die Überzüge mit einem herkömmlichen Fügeverfahren mit dem Material der Kunststoffblöcke verbunden werden, beispielsweise mit einem Kleb- oder Schweißverfahren. Alternativ oder zusätzlich können die Überzüge das Verbindungselement auch in den Bereichen umschließen, in dem dieses in die Kunststoffblöcke integriert ist. Die Überzüge können mit dem Verbindungselement ebenfalls in herkömmlicher Art und Weise verbunden werden. Vorteilhafter Weise wird das Verbindungselement von den Überzügen vollständig umschlossen, sodass es ebenfalls komplett von einem Wasserkontakt abgeschirmt ist.

**[0042]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist zumindest einer der Hohlräume wenigstens teilweise mit einem Kunststoffschaum ausgefüllt. Beispielsweise können mehrere oder sogar alle Hohlräume mit Kunststoffschaum ausgefüllt sein. Diese Abschirmung gegen das Eindringen von Wasser in die Hohlräume kann zusätzlich zu der vorstehend beschriebenen Anbringung von Überzügen am Eingang der nach außen offenen Hohlräume vorgesehen werden. Für den Kunststoffschaum kann ein beliebiges Polymermaterial verwendet werden. Typische Kunststoffschäume sind Polyurethanschäume. Besonders bevorzugt ist es auch in diesem Falle, ein Polymermaterial einzusetzen, das hydrophob ist, beispielsweise

ein Polyurethan, das mit einem fluorierten Diisocyanat gebildet wird.

**[0043]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist mindestens eine Messvorrichtung und/oder mindestens eine Signalgebervorrichtung als Funktionskomponenten in mindestens einen der Hohlräume der Kunststoffblöcke aufgenommen. Hierdurch wird ermöglicht, dass jegliche mit einer Messvorrichtung erfassbaren chemischen und/oder physikalischen Parameter der Bahnschwelle und/oder eines sich in der Nähe der Bahnschwelle befindenden Objekts, wie eines die Bahnschwelle überfahrenden Schienenfahrzeugs bzw. eines Teils dieses Fahrzeugs, wie einer Fahrzeugachse aufgezeichnet werden können. Unter einer Messvorrichtung im vorliegenden Falle ist nicht unbedingt der für die Ermittlung eines physikalischen oder chemischen Messwertes benötigte Sensor gemeint. Dieser kann auch außerhalb der Bahnschwelle an einer hierfür geeigneten Stelle, beispielsweise unmittelbar an der Schiene, angeordnet sein. Die Messvorrichtung, die sich in dem Hohlraum in dem Kunststoffblock der Bahnschwelle befindet, enthält die für die Messwerterfassung erforderliche Ansteuerung und einen Messverstärker sowie gegebenenfalls Speichervorrichtungen zur (Zwischen)speicherung der erfassten Daten. Gegebenenfalls enthält die Messvorrichtung in der Bahnschwelle auch mindestens einen Sensor. Der Sensor ist mit der Messvorrichtung dann, wenn ersterer nicht Bestandteil der Messvorrichtung ist, über eine drahtgebundene oder drahtlose Übertragungsstrecke verbunden.

**[0044]** Die von den Messvorrichtungen erfassten Rohdaten können, so wie sie erfasst worden sind, weitergeleitet oder zunächst in einem Auswertemodul als Funktionskomponente vor Ort, d.h. in der Schwelle, weiterverarbeitet werden, bevor sie weitergeleitet werden.

**[0045]** Mittels der Messvorrichtungen erfasste (Roh-)Daten können kontinuierlich gesammelt / erfasst, in einer Funktionskomponente der Bahnschwelle, in der sich eine Messvorrichtung befindet, oder einer in der Nähe dazu befindlichen, beispielsweise benachbarten, Bahnschwelle (zwischen)gespeichert / vorgehalten und/oder auch verarbeitet / ausgewertet werden. Diese Daten können technische und raumbezogene (Oberbau-)Bestandsdaten sein, beispielsweise die Lage, Höhe oder Neigung des Oberbaus.

**[0046]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist ferner mindestens eine Kommunikationsvorrichtung, insbesondere mindestens eine Sendevorrichtung und/oder mindestens eine Empfangsvorrichtung als Funktionskomponente, in mindestens einen der Hohlräume der Kunststoffblöcke aufgenommen. Mittels der mindestens einen Kommunikationsvorrichtung, beispiels-

weise Sendevorrichtung, können zum Beispiel physikalische oder andere Parameter von einer bestimmten Stelle des Gleisfahrwegs (eines Gleisbereichs / Sicherheitsraumes) zu einem dazu beabstandeten Ort, an dem sich beispielsweise eine Empfangsstation und gegebenenfalls eine Station für die Verarbeitung der empfangenen Signale, beispielsweise für die mit den Messvorrichtungen erfassten Parameter, befinden, übermittelt werden. Alternativ oder zusätzlich können mittels der mindestens einen Kommunikationsvorrichtung, beispielsweise Empfangsvorrichtung, auch Signale von einem entfernten Ort zu der Bahnschwelle übermittelt werden.

**[0047]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist mindestens eine elektrische Energieerzeugungsvorrichtung als Funktionskomponente in mindestens einen der Hohlräume der Kunststoffblöcke aufgenommen, sodass elektrische Verbraucher, die sich an der betreffenden Bahnschwelle oder in deren Nähe befinden, mit der erforderlichen Energie versorgt werden können. Unter Energieerzeugungsvorrichtungen sind auch Vorrichtungen zu verstehen, die eingestrahlte elektromagnetische Energie, beispielsweise im oberen MHz- oder unteren GHz-Bereich, aufnehmen (empfangen) und in elektrische Energie transformieren. Derartige Systeme mit (externen) Sendern und Antennen sind bekannt und können für die Energieversorgung der elektronischen Komponenten eingesetzt werden. Hierfür geeignete Antennen können daher ebenfalls in die Hohlräume der Skelettstruktur integriert werden.

**[0048]** Gemäß noch einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der vorliegenden Erfindung ist mindestens eine elektrische Energiespeichervorrichtung, beispielsweise mindestens eine elektrische Batterie, vorzugsweise mit Langzeitfunktion, etwa in Form von Redox-Fluss-Batterien, als Funktionskomponente in mindestens einen der Hohlräume der Kunststoffblöcke aufgenommen, sodass dann, wenn keine externe elektrische Energieversorgung besteht, eine elektrische Energieversorgung von elektrischen Verbrauchern, die sich an der betreffenden Bahnschwelle oder in deren Nähe befinden, ermöglicht wird.

**[0049]** Die Einhausung der vorgenannten Vorrichtungen in die Hohlräume der Skelettstruktur der Bahnschwelle dient zu deren Schutz gegen Feuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, mechanische Einwirkung, wie Steinschlag, Vandalismus und dergleichen, elektrische Beeinträchtigung und andere nachteilige Einflüsse auf diese Vorrichtungen, die beispielsweise nicht aus dem Gleisfahrweg oder von Mobilien (Fahrzeugen) herrühren.

**[0050]** Mit Hilfe der mindestens einen Messvorrichtung können verschiedenste Messwerte erfasst werden, nämlich unter anderem Messwerte über die

Eigenschaften der betreffenden Bahnschwelle und/oder der Schienen und/oder über den in unmittelbarer Umgebung der betreffenden Bahnschwelle liegenden Gleisoberbau, beispielsweise das Schotterbett, und/oder von anderen sich in der unmittelbaren Umgebung der betreffenden Bahnschwelle befindenden Einrichtungen. Die Messvorrichtungen können beispielsweise ein herannahendes bzw. die Schwelle überfahrendes Schienenfahrzeug detektieren, beispielsweise aufgrund optischer und/oder elektronischer und/oder thermischer und/oder mechanischer Signalerkennung, etwa mittels Schienenkontakten und/oder auf induktivem Wege über die überfahrenden Achsen des Schienenfahrzeuges. Insbesondere können Kameras, insbesondere Kameras mit Stroboskoppeffekt, gegebenenfalls in Verbindung mit Stroboskopbeleuchtung, und ferner gegebenenfalls in Verbindung mit Markierungen an den Schienen, um deren Verformungen beim Überfahren erfassen zu können, elektrische Kontakte, Piezo-Sensoren und dergleichen eingesetzt werden. Ferner können Kraftsensoren verwendet werden, die beispielsweise beidseitig seitlich unterhalb der Schienen angeordnet sind und Querkräfte, die auf die Schienen wirken, erfassen. Darüber hinaus können Messwerte über den physikalischen Zustand der umgebenden Atmosphäre, beispielsweise die Strahlungseinwirkung durch die Sonne, die Atmosphärentemperatur und/oder die Feuchte, sowie Messwerte, die beim Überfahren durch ein Schienenfahrzeug erfasst werden. Hierzu können übliche Detektoren eingesetzt werden, beispielsweise auf Halbleiterbasis aufgebaute Chemosensoren, photoelektrische, thermoelektrische, Piezo- und andere Messfühler. Damit können der Zustand der betreffenden Bahnschwelle, d.h. deren Funktionstüchtigkeit, und die Qualität von deren Lagerung auf/in dem Schotterbett erfasst werden. Beispielsweise kann damit eine Materialermüdung der Schwelle durch ein ungewöhnliches Schwingungsverhalten beim Überfahren durch ein Schienenfahrzeug festgestellt werden, und/oder es wird ermittelt, ob die betreffende Bahnschwelle vorschriftsmäßig vollständig die beim Überfahren auf sie ausgeübte Last auf das Schotterbett übertragen kann oder ob sich durch Schotterabrieb bereits ein Spalt zwischen der Schwelle und dem Schotter gebildet hat, etwa weil das Gleis auf einem tragarmen Boden verlegt ist oder weil es sich in anderer Weise um einen kritischen Streckenabschnitt handelt. In diesem Falle können Bewegungssensor- und Bewegungsmelder-Vorrichtungen eingesetzt werden.

**[0051]** Des Weiteren können die von den Messvorrichtungen gewonnenen Daten mit Hilfe der ebenfalls in die Kunststoffblöcke integrierbaren Kommunikationsvorrichtungen, beispielsweise Sendevorrichtungen, an eine entfernt davon liegende Stelle übertragen werden, beispielsweise einen Rechner-Server, der die Daten über eine Empfangsvorrichtung empfängt, speichert und/oder verarbeitet. Der Rechner-

Server kann in mindestens einer Zentraleinheit, beispielsweise einem Stellwerk, angeordnet sein. Der Datenaustausch kann mittels Relaisstationen vorgenommen werden, beispielsweise elektronischen Stellwerken und/oder (Zug)-LZB (linien(förmige) Zug-Beeinflussung). Die Kommunikationsvorrichtung, insbesondere Sendevorrichtung, in der Bahnschwelle kann durch ein RFID-System oder ein weitreichendes Sendesystem, wie einen Radiosender, der auf üblichen Sendefrequenzen im MHz- oder GHz-Bereich beruht, gebildet sein.

**[0052]** Zur Durchführung der vorstehend beschriebenen Anwendungen ist es im Allgemeinen erforderlich, die Messvorrichtungen mit Energie, vorzugsweise elektrischer Energie, zu versorgen. Hierzu können vorhandene Signalleitungen ebenso wie sich in der Nähe der betreffenden Bahnschwelle befindende Einrichtungen, wie Signalleitungen am Gleis, Bahnstationen, Bahn-/Straßenfahrweg-Übergänge, Weichen und dergleichen verwendet werden, da in diesen Einrichtungen bereits eine externe elektrische Energieversorgung zur Verfügung steht. Außerdem können auch dezentrale Energieversorgungseinrichtungen, die Energie an erfindungsgemäße Bahnschwellen liefert, in denen sich energieverbrauchende Funktionskomponenten befinden, in der Nähe des Bahngleises (beispielsweise in einem Abstand zu der erfindungsgemäßen Bahnschwelle von maximal 5 km, vorzugsweise maximal 1 km) angeordnet sein. An anderen Stellen eines Schienenfahrzeuges können in erfindungsgemäßer Weise in den Bahnschwellen elektrische Energieversorgungseinrichtungen vorgesehen werden, beispielsweise Solarkonverter, thermoelektrische Elemente, die sich Temperaturdifferenzen zwischen dem Schotterbett und der Gleisoberfläche zu Nutze machen, und/oder piezoelektrische und/oder pneumatische Energieerzeugungseinrichtungen, die durch das Überfahren der Bahnschwellen durch die Fahrzeuge aktiviert werden, die auf Schwellenoberflächen und/oder in dezentralen Energieeinrichtungen, die die gewonnene Energie an erfindungsgemäße Bahnschwellen liefert, in denen sich energieverbrauchende Funktionskomponenten befinden, angeordnet sind. Diese Vorrichtungen sind natürlich teilweise auch außerhalb der Hohlräume der Bahnschwellen angeordnet, um deren Funktionsfähigkeit zu ermöglichen (beispielsweise Solarkonverter). Hierzu wird beispielsweise auf das in WO 2017/007359 A1 beschriebene System zur Erzeugung von elektrischer Energie beim Überfahren eines in einer Schienen-Stoßlücke angeordneten elektrischen Generators durch ein Schienenfahrzeug hingewiesen. Auf die Ausführung und Anwendung dieses Systems wird hiermit Bezug genommen, und der entsprechende Inhalt dieser Druckschrift wird hiermit in die vorliegende Anmeldung einbezogen. Ein derartiges System weist einen Energiewandler, beispielsweise in Form eines piezoelektrischen, eines magnetostriktiven, triboelektrischen oder elektro-

magnetischen Umwandlers, auf, der beim Überfahren durch ein Rad des Schienenfahrzeuges aktiviert wird.

**[0053]** Falls die Energieversorgung nicht kontinuierlich gesichert ist, können außerdem elektrische Energiespeichervorrichtungen vorgesehen werden, beispielsweise wiederaufladbare Batterien.

**[0054]** Alternativ oder zusätzlich zu den Funktionskomponenten können die Hohlräume auch dazu dienen, eine Wärme übertragende Flüssigkeit aufzunehmen, die in den Hohlräumen vorzugsweise zirkuliert. Hierzu sind die Hohlräume bevorzugt miteinander verbunden. Beispielsweise kann der Schwellenkörper dazu ausgebildet sein, Sonnenstrahlung zu absorbieren, sodass sich die Flüssigkeit erwärmt. Weiter bevorzugt ist es, derart kommunizierende Hohlräume in mehreren Bahnschwellen miteinander zu verbinden, sodass ein Flüssigkeitskreislauf entsteht. In diesem Falle ist es dann möglich, diesen Kreislauf über einen Verbraucher zu führen, etwa ein in der Nähe des Gleisfahrweges angeordnetes Gebäude, das damit beheizt wird. Hierzu ist ein entsprechend ausgebildetes und dimensioniertes Rohrsystem zwischen den Bahnschwellen und dem Verbraucher vorzusehen.

**[0055]** Zur näheren Erläuterung der Erfindung dienen die nachfolgend beschriebenen Figuren. Diese stellen lediglich bevorzugte Ausführungsformen dar und beschränken daher den in den Ansprüchen angegebenen Erfindungsgedanken nicht. Es zeigen im Einzelnen:

**Fig. 1:** ein Gleisstück mit zwei erfindungsgemäßen Bahnschwellen in einer ersten Ausführungsform (Bi-Block-Schwelle) in einer isometrischen Darstellung;

**Fig. 2:** eine erfindungsgemäße Bahnschwelle ((Flügel-)Bi-Block-Bahnschwelle) in der ersten Ausführungsform mit darauf montierten Schienen in einer Draufsicht (strichliert ist zusätzlich die Option gezeigt, dass die Kunststoffblöcke Querarme (Auflagevorsprünge) aufweisen);

**Fig. 3:** eine Teilansicht einer erfindungsgemäßen Bahnschwelle mit einer darauf montierten Schiene in einer Schnittansicht in Gleisrichtung;

**Fig. 4:** eine erfindungsgemäße Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit darauf montierten Schienen in einer Schnittansicht in Gleisrichtung (Schnitt A-A; siehe **Fig. 2**);

**Fig. 5:** eine erfindungsgemäße Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform in einer Schnittansicht von oben (Schnitt B-B; siehe **Fig. 4**);

**Fig. 6:** eine erfindungsgemäße Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit einem an der Unterseite der Kunststoffblöcke angebrachten

Überzug in einer Schnittansicht in Gleisrichtung (Schnitt A-A; siehe **Fig. 2**);

**Fig. 7:** eine erfindungsgemäße Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit einem das Verbindungselement bedeckenden und sich auf angrenzende Bereiche der Kunststoffblöcke erstreckenden Überzug in einer Schnittansicht in Gleisrichtung (Schnitt A-A; siehe **Fig. 2**);

**Fig. 8:** eine erfindungsgemäße Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit einem das Verbindungselement bedeckenden und sich auf angrenzende Bereiche der Kunststoffblöcke erstreckenden und an der Unterseite der Kunststoffblöcke angebrachten Überzug in einer Schnittansicht in Gleisrichtung (Schnitt A-A; siehe **Fig. 2**);

**Fig. 9:** eine erfindungsgemäße Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit in den Hohlräumen der Kunststoffblöcke enthaltenem Kunststoffschaum in einer Schnittansicht in Gleisrichtung (Schnitt A-A; siehe **Fig. 2**) (strichliert ist die Option gezeigt, dass die gefüllten Hohlräume zusätzlich von einem Überzug nach unten abgeschlossen sind);

**Fig. 10:** eine erfindungsgemäße Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit einem das Verbindungselement bedeckenden Überzug und einem Dichtungsring in einer Schnittansicht in Gleisrichtung (Schnitt A-A; siehe **Fig. 2**) (strichliert ist die Option gezeigt, dass die Hohlräume zusätzlich von einem Überzug nach unten abgeschlossen sind);

**Fig. 11:** Ausschnitte einer erfindungsgemäßen Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit Rippelementen, die Hohlräume voneinander trennen, in Schnittansichten in Gleisrichtung; (a) die Rippelemente verlaufen durchgehend durch den Kunststoffblock in einer Ebene; (b) die Rippelemente verlaufen in den beiden Kunststoffblockteilen durchgehend in jeweils einer Ebene, wobei die Ebenen beider Teile unter einem Winkel  $\gamma \neq 0$  zueinander verlaufen;

**Fig. 12:** eine erfindungsgemäße Bahnschwelle aus Kunststoffblöcken und einem Verbindungselement mit darauf montierten Schienen in einer zweiten Ausführungsform (Monoblock-Schwelle); (A): in einer Schnittansicht in Gleisrichtung; (B): in einer Schnittansicht von oben (Schnitt C-C; siehe **Fig. 12A**); (C): mit darauf montierten Schienen in einer Draufsicht (strichliert ist zusätzlich die Option gezeigt, dass die Kunststoffblöcke Querarme (Auflagevorsprünge) aufweisen);

**Fig. 13:** ein Kunststoffblock und ein Teil des Verbindungselements einer erfindungsgemäßen Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit in Hohlräumen angeordneten Mess-

und Kommunikationsvorrichtungen (Sende- und Empfangsvorrichtungen); (A) in einer Schnittansicht in Gleisrichtung (Schnitt A-A; siehe **Fig. 2**); (B) in einer Schnittansicht von oben (Schnitt B-B; siehe **Fig. 4**);

**Fig. 14:** ein Kunststoffblock und ein Teil des Verbindungselements einer erfindungsgemäßen Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit in Hohlräumen angeordneten Signalgeber- und Kommunikationsvorrichtungen (Sende- und Empfangsvorrichtungen); (A) in einer Schnittansicht in Gleisrichtung (Schnitt A-A; siehe **Fig. 2**); (B) in einer Schnittansicht von oben (Schnitt B-B; siehe **Fig. 4**);

**Fig. 15:** ein Kunststoffblock und ein Teil des Verbindungselements einer erfindungsgemäßen Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit einem in Hohlräumen angeordneten Mess- und Kommunikationsvorrichtungsblock (Sende-/Empfangsvorrichtungsblock) und einer Energieerzeugungsvorrichtung; (A) in einer Schnittansicht in Gleisrichtung (Schnitt A-A; siehe **Fig. 2**); (B) in einer Schnittansicht von oben (Schnitt B-B; siehe **Fig. 4**);

**Fig. 16:** ein Kunststoffblock und ein Teil des Verbindungselements einer erfindungsgemäßen Bahnschwelle in der ersten Ausführungsform mit einem in Hohlräumen angeordneten Mess- und Kommunikationsvorrichtungsblock (Sende-/Empfangsvorrichtungsblock), einer Energieerzeugungsvorrichtung und einer Energiespeichervorrichtung; (A) in einer Schnittansicht in Gleisrichtung (Schnitt A-A; siehe **Fig. 2**); (B) in einer Schnittansicht von oben (Schnitt B-B; siehe **Fig. 4**);

**Fig. 17:** ein Verfahren zum Erfassen von in und/oder an einem Bahngleis auswertbaren und/oder zu sammelnden Informationen und/oder Daten;

**Fig. 18:** Schematische Darstellung eines Bahngleises mit erfindungsgemäßen Bahnschwellen, einer Relaisstation und einer zentralen Stelle.

**[0056]** In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen Elemente mit derselben Funktion.

**[0057]** Ein kurzer Gleisabschnitt mit zwei erfindungsgemäßen Bahnschwellen **1000** in einer ersten Ausführungsform in Form einer (Flügel-)Bi-Block-Schwelle mit darauf montierten Schienen **S** ist in **Fig. 1** gezeigt. In **Fig. 2** ist eine erfindungsgemäße Bahnschwelle mit darauf befestigten Schienen wiedergegeben. Die Bahnschwelle ist durch zwei Kunststoffblöcke **1100** und ein diese verbindendes Verbindungselement **1200** verbunden. In **Fig. 1** ist der linke Kunststoffblock der vorderen Bahnschwelle nur teilweise gezeigt: Von dem Kunststoffblock ist nur das untere Kunststoffblockteil **1120** gezeigt. Das

obere Kunststoffblockteil ist nicht vorhanden. Diese Kunststoffblöcke und das Verbindungselement bilden den Schwellenkörper. Die Kunststoffblöcke bilden jeweils einen Schienenauflegebereich. Das Verbindungselement ist vorliegend in Form eines T-Träger-Profils ausgebildet und besteht vorzugsweise aus Edelstahl. Alternativ kann das Verbindungselement in dieser Ausführungsform auch in Form eines anderen Langprofils oder als Rundstab ausgebildet sein. Es können auch mehrere derartige Langprofile oder Rundstäbe verwendet werden, die die Kunststoffblöcke miteinander verbinden. Das Verbindungselement kann in dieser Ausführungsform (Bi-Block-Schwelle) beispielsweise auch aus verzinktem oder anderweitig gegen Korrosion behandeltem Metall bestehen. In einer anderen, weiter unten beschriebenen Ausführungsform ist das Verbindungselement als Kunststoffblock ausgebildet, der zusammen mit den beiden endständigen Kunststoffblöcken eine Monoblock-Bahnschwelle ausbildet (**Fig. 12**). Das Verbindungselement ragt im Falle der Bi-Block-Schwelle in die Kunststoffblöcke hinein und verbindet diese dadurch, sodass diese zueinander beabstandet sind. Zur Verankerung des Verbindungselements in den Kunststoffblöcken kann unter anderem ein sich senkrecht zur Längserstreckung des Verbindungselements erstreckender Querriegel **1210** dienen, der beidseitig von dem Verbindungselement innerhalb der Kunststoffblöcke absteht (**Fig. 1, Fig. 4, Fig. 5**). Dieser dient unter anderem dazu zu verhindern, dass die Verbindungsstange aus den Kunststoffblöcken herausgezogen werden kann. Damit wird die Spurweitentreue des Gleises gewährleistet und verhindert, dass sich im Fahrbetrieb gefährdende Spuränderungen ergeben. Gleichfalls kann das Verbindungselement derartige Querriegel zusätzlich oder alternativ dazu im Schienenauflegebereich, d.h. unter den Schienen, aufweisen, um die Auflagekraft gleichmäßig in die Kunststoffblöcke weiterzuleiten und die Spurweitentreue des Gleises zu gewährleisten, und/oder an noch anderen Stellen entlang der Längserstreckung des Verbindungselements in den Kunststoffblöcken angeordnet sein, um Querkraft aufzunehmen.

**[0058]** Die Kunststoffblöcke **1100** können im Wesentlichen quaderförmig mit einem im Wesentlichen rechteckigen Grundriss (gegebenenfalls kann der Grundriss abgerundete Ecken aufweisen) ausgebildet sein und hierzu eine untere Auflagefläche an deren Unterseite **1190** und eine Oberseite **1180** aufweisen (**Fig. 4**). Letztere bildet beispielsweise eine Außenhaut **1130** aus (**Fig. 1, Fig. 2, Fig. 4**). Alternativ dazu können die Blöcke im Schienenauflegebereich auch verbreitert sein und dort seitlich vorstehende Auflagevorsprünge **1105** ausbilden, sodass dort eine größere Auflagefläche für die Schienen **S** gebildet wird. Dies ist für eine Bi-Block-Schwelle **1000** (oder Flügel-Bi-Block-Schwelle) in **Fig. 2** und für eine Monoblock-Schwelle in **Fig. 12C** strichliert gezeigt.

Im Falle von quaderförmigen Kunststoffblöcken ohne eine derartige Verbreiterung können beispielsweise zwei Schienenbefestigungsstellen auf jedem Kunststoffblock vorgesehen sein, die vorzugsweise versetzt zueinander angeordnet sind und die Schiene beidseitig am Schienenfuß **Sf** niederhalten. Selbstverständlich können die Schienenbefestigungsstellen am Schienenfuß auch unmittelbar einander gegenüberliegen, sodass entweder insgesamt zwei Befestigungen oder bei zwei nebeneinander angeordneten Schienenbefestigungen insgesamt vier Befestigungen für eine Schiene auf einer Schwelle vorhanden sind. Im Falle eines verbreiterten Aufbaus können beispielsweise drei oder sechs derartige Befestigungsstellen vorhanden sein, die ebenfalls vorzugsweise versetzt zueinander angeordnet sind (drei Befestigungen) oder alternativ auch einander gegenüberliegend (sechs Befestigungen), und die Schiene über den Schienenfuß auf einem Kunststoffblock niederhalten. In letzterem Falle können zwei (versetzte Anordnung) oder vier Befestigungen (einander gegenüberliegende Anordnung) vorgesehen sein.

**[0059]** Die Schienenbefestigungsstellen können in herkömmlicher Art und Weise ausgebildet sein (**Fig. 3**): Zur Befestigung der Schiene **S** auf einem Kunststoffblock **1100** sind beidseits des Schienenfußes **Sf** Schwellenschrauben **Ss** als Befestigungselemente in den Kunststoffblock eingeschraubt. Hierzu dienen Befestigungslöcher **1101** in dem Kunststoffblock, in dem sich gegebenenfalls Schraubdübel (nicht dargestellt) befinden. Diese Befestigungslöcher bis zur Unterseite **1190** herabreichen oder innerhalb des Kunststoffblockes enden. Gegebenenfalls kann auf Schraubdübel verzichtet werden, wenn die Schrauben wie hier angedeutet in einem Hohlraum **1150** in dem Block verankert werden. Die Befestigungslöcher sind vorzugsweise vertikal in den Kunststoffblock eingebracht, sodass Winkelführungsplatten **Wp** beim Einlegen von optionalen Höhenausgleichsplatten **Hp** zwischen dem Schienenfuß und dem Kunststoffblock nicht seitlich deponiert werden müssen. Die Höhenausgleichsplatten können sich, wie in **Fig. 3** gezeigt, über den gesamten Schienenbefestigungsbereich, d.h. einschließlich der Abstützungsflächen im Bereich der Winkelführungsplatten, oder alternativ ausschließlich auf einen Bereich unterhalb des Schienenfußes erstrecken. Die Winkelführungsplatten können in die Außenseite des Kunststoffblockes **1100** eingeformt sein, d.h. mit diesem ein einziges Teil bilden.

**[0060]** Die Schwellenschrauben **Ss** üben über ihren Schraubenkopf **Sk** eine Niederhaltekraft auf ein elastisches Federelement, hier eine Spannklemme **Sp** in Form eines  $\omega$  (Niederhalteelement), aus (siehe auch **Fig. 2**), die aus einem Stabstahl besteht. Alternativ kann auch ein beliebiges anderes Befestigungssystem eingesetzt werden, beispielsweise das in DE 10 2004 021 091 A1 beschriebene Pandrol-

Fastclip-System. Über Seitenschenkel **Se** der Spannklemme wird diese Kraft auf den Schienenfuß **Sf** übertragen. Die Spannklemme stützt sich ferner mit Stützbögen **Sb** auf den Winkelführungsplatten **Wp** ab. Die Winkelführungsplatten weisen hierzu Querrillen **Qr** auf, in denen die Stützbögen einrasten. Die Winkelführungsplatten sind an der Unterseite ferner mit einer Profilierung versehen, die in eine entsprechende Querrille in dem Kunststoffblock **1100** oder in einer Höhenausgleichsplatte **Hp** einrastet, die ihrerseits in Querrillen in dem Kunststoffblock einrastet.

**[0061]** Die Kunststoffblöcke **1100** sind vorzugsweise aus zwei Teilen, nämlich einem oberen Kunststoffblockteil **1110** und einem unteren Kunststoffblockteil **1120**, zusammengesetzt (**Fig. 4**). Selbstverständlich ist es auch möglich, die Kunststoffblöcke aus einem einzigen Teil herzustellen.

**[0062]** Die Kunststoffblöcke bzw. Blockteile sind vorzugsweise mittels eines Spritzgussverfahrens oder im 3D-Druck hergestellt. Sie können aus einem beliebigen Kunststoff gefertigt werden, insbesondere aus Polyethylen, vorzugsweise aus HDPE. Die Kunststoffblöcke weisen eine Skelettstruktur mit einer Außenhaut **1130** auf. Die Außenhaut ist durch die sichtbare, vorzugsweise durchgehende, Oberfläche eines Kunststoffblockes gegeben und ist vorzugsweise durch eine Kunststoff-Außenwand des Blockes gebildet. Die Skelettstruktur ist durch eine durchbrochene Struktur im Innern des Blockes bzw. der Blockteile gebildet, insbesondere durch Rippelemente **1140**, die in Form von Wandelementen und/oder Stützelementen ausgebildet sein können. Die Skelettstruktur durchzieht vorzugsweise das gesamte Innere des Kunststoffblockes, gegebenenfalls einschließlich der vorstehend beschriebenen Auflagevorsprünge **1105**.

**[0063]** In **Fig. 4**, **Fig. 5** ist eine erfindungsgemäße Bahnschwelle **1000** in Form einer Bi-Block-Schwelle, d.h. mit zwei über ein Verbindungselement **1200** verbundenen Kunststoffblöcken **1100**, gezeigt, die im Inneren Rippelemente **1140** in Form von durchgehenden Wandelementen aufweisen, die Hohlräume **1150** voneinander trennen. **Fig. 4** zeigt Schnitte in Gleisrichtung und **Fig. 5** eine Ansicht von oben gesehen, wobei die Schnitte im Verbindungsbereich der Blöcke versetzt sind (siehe Schnitt A-A in **Fig. 4** aus **Fig. 2**; siehe Schnitt B-B in **Fig. 5** aus **Fig. 4**). Die Kunststoffblöcke sind jeweils aus zwei Blockteilen **1110**, **1120** aufgebaut, die miteinander verbunden sind. Die Rippelemente in den Blockteilen eines Kunststoffblockes verlaufen (im Einbauzustand) (im Wesentlichen) senkrecht, d.h. parallel zu einer Senkrechten **V**, und sind im gesamten Kunststoffblock im Wesentlichen gleichmäßig verteilt angeordnet. In einer bevorzugten Ausführungsform können die Rippelemente zur Ableitung der auf die Blöcke im Fahrbetrieb wirkenden Kräfte im Schienenaufgabebereich dichter angeordnet sein als außerhalb die-

ses Bereiches. Die Rippenelemente erstrecken sich vorzugsweise durchgehend durch beide Blockteile im assemblierten Zustand bzw. setzen sich von einem in das andere Teil fort, sodass die Rippenelemente beider Blockteile nach deren Verbindung miteinander fluchten. Die Hohlräume erstrecken sich durch den gesamten Kunststoffblock. Die Hohlräume sind im oberen Blockteil durch obere Rippenelemente **1142** und im unteren Blockteil durch untere Rippenelemente **1144** voneinander getrennt.

**[0064]** Einzelne oder alle Hohlräume **1150** können nach unten offen und/oder nach oben und/oder zur Seite des Kunststoffblockes **1100** zugänglich sein, insbesondere, wenn darin Funktionskomponenten **1400** untergebracht werden (**Fig. 4**). Ansonsten sind die Hohlräume insgesamt geschlossen, sodass eine durchgehende Außenhaut **1130** gebildet wird. Dies ist aus Gründen der mechanischen Stabilität bevorzugt. Hohlräume, in denen Funktionskomponenten untergebracht sind, sind vorzugsweise nach oben oder zur Seite offen, damit diese im Einbauzustand zugänglich sind (**Fig. 4**). Dort ist die Außenhaut unterbrochen. Die Kunststoffblockteile können hierzu nach oben und/oder nach unten und/oder zur Seite offene Hohlräume **1151** aufweisen. An der Seite der Blockteile, über die diese miteinander verbunden sind, können die Hohlräume ebenfalls offen oder über eine Zwischenwand geschlossen sein.

**[0065]** Zur deren vorzugsweise unlösbarer Verbindung werden die beiden Blockteile **1100** beispielsweise miteinander verschweißt. Eine Möglichkeit hierzu besteht darin, die Blockteile mittels Ultraschallschweißen miteinander zu verbinden. Alternative Verbindungstechniken sind auch denkbar, beispielsweise Kleben. Vor dem Verbinden wird das Ende des Verbindungselements **1200** in eine entsprechend geformte Ausnehmung in einem der beiden Blockteile oder in beiden Blockteilen eingelegt, sodass das Verbindungselement nach dem Verbinden in dem Kunststoffblock fest verankert ist.

**[0066]** Die Rippenelemente **1140** in den Kunststoffblöcken **1100** sind insbesondere in Form von Wandelementen ausgebildet, die beispielsweise in einem rechteckigen Raster durch den Kunststoffblock **1100** verlaufen (**Fig. 5**), d.h. diese Wandelemente liegen vorzugsweise in zwei Scharen von parallel zueinander angeordneten Elementen vor, die einander unter einem Winkel von vorzugsweise  $90^\circ$  durchdringen. Dadurch wird eine mechanisch stabile Skelettstruktur gebildet. In einem zweiteiligen Kunststoffblock, der aus einem oberen Kunststoffblockteil **1110** und einem unteren Kunststoffblockteil **1120** hergestellt ist, befinden sich obere Rippenelemente **1142** (Wandelemente) und untere Rippenelemente **1144** (Wandelemente). Die Wandelemente sind in einer bevorzugten Ausführungsform eben (flach) und liegen in dem Kunststoffblock vorzugsweise in einer senkrecht

zur Unterseite **1190** des Kunststoffblockes liegenden Ebene (**Fig. 4**).

**[0067]** In anderen Ausführungsvarianten können die Wandelemente auch schräg zu der Unterseite verlaufen. Beispielsweise können die Wandelemente **1140** bezüglich einer Senkrechten **V** unter einem Winkel  $\alpha, \beta \neq 0^\circ, 90^\circ$  verlaufend angeordnet sein, wobei benachbarte Wandelemente nach oben oder nach unten aufeinander zu verlaufen (**Fig. 11A, Fig. 11B**). Die Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  zwischen Wandelementen und der Senkrechten **V** können gleich oder verschieden groß sein.

**[0068]** In einer ersten derartigen Ausführungsvariante (**Fig. 11A**) können die Wandelemente **1142, 1144** lateral alternierend zur Senkrechten **V** nach links oder nach rechts geneigt angeordnet sein, sodass sich dadurch gebildete Hohlräume **1150** nach unten entweder erweitern oder verengen. Die Hohlräume erstrecken sich entweder durch den gesamten Innenraum des Kunststoffblockes **1100**, oder sie sind durch die Zwischenwand **1170** unterteilt, die im vorliegenden Fall durch das obere Kunststoffblockteil **1110** und durch das untere Kunststoffblockteil **1120** gebildet wird. Die Wandelemente setzen sich vom oberen Kunststoffblockteil in das untere Kunststoffblockteil fort, wobei beide Wandelemente, das obere Rippen-(Wand-)elementteil **1142** und das untere Rippen-(Wand-)elementteil **1144**, vorzugsweise zueinander fluchten. Aus fertigungstechnischen Gründen können die Hohlräume zur Außenseite der Kunststoffblockteile offen sein, d.h. dort Öffnungen ausbilden, wo sich deren Querschnitt nach außen erweitert, d.h. die Wandelemente voneinander wegstreben. Diese Öffnungen können schließlich wieder geschlossen werden, beispielsweise mittels einer zusätzlichen Außenhaut in Form einer Außenplatte **1155**, die auf die Außenseiten gefügt, beispielsweise geschweißt oder geklebt, wird. Die beiden Blockteile können mit den Rippenelementen **1140** derart versehen sein, dass sich beispielsweise ein hexagonales Raster von Hohlräumen ergibt, etwa wie bei einer Bienenwabe.

**[0069]** In einer zweiten derartigen Ausführungsvariante (**Fig. 11B**) können die Wandelemente **1142, 1144** wie bei der ersten Ausführungsform lateral alternierend zur Senkrechten **V** nach links oder nach rechts geneigt angeordnet sein, sodass sich dadurch gebildete Hohlräume **1150** nach unten entweder erweitern oder verengen. Auch in diesem Falle erstrecken sich die Hohlräume durch den gesamten Innenraum des Kunststoffblockes **1100**, oder sie sind durch die Zwischenwand **1170** unterteilt. Im Gegensatz zur ersten Ausführungsvariante liegen die oberen Wandelemente **1142** im oberen Kunststoffblockteil **1110** nicht in derselben Ebene wie die unteren Wandelemente **1144** im unteren Kunststoffblockteil **1120**, sondern die oberen und die unteren Wandelemente stoßen, wie in **Fig. 11B** gezeigt, unter einem Winkel  $\gamma$  >

0° und vorzugsweise  $\gamma < 90^\circ$  aufeinander. Wie im Falle der ersten Ausführungsform können die Hohlräume aus fertigungstechnischen Gründen dort zur Außenseite der Kunststoffblockteile offen sein, d.h. Öffnungen ausbilden, wo sich deren Querschnitt nach außen erweitert, d.h. die Wandelemente voneinander wegstreben. Diese Öffnungen können schließlich wieder geschlossen werden, beispielsweise mittels einer zusätzlichen Außenhaut in Form einer Außenplatte **1155**, die auf die Außenseiten gefügt, beispielsweise geschweißt oder geklebt wird.

**[0070]** Die Kunststoffblöcke **1100** können nach außen offene Hohlräume **1151** aufweisen, sodass sich dort Öffnungen nach außen ergeben (**Fig. 6** bis **Fig. 10**). Um zu vermeiden, dass Feuchtigkeit und andere äußere Einflüsse die Funktionsfähigkeit der Bahnschwelle **1000** beeinträchtigen können, kann ein Überzug **1300** über diese Öffnungen appliziert werden. In **Fig. 6** sind an den Unterseiten **1190** der Kunststoffblöcke angebrachte Überzüge gezeigt. Ein derartiger Überzug kann in Form einer Kunststoffmatte vorgesehen sein, beispielsweise in Form einer gewebten Kunststoffmatte oder eines Kunststoffvlieses, etwa aus HDPE. Diese Matte wird vorzugsweise ganzflächig auf die diese Öffnungen aufweisende Außenseite des Kunststoffblockes appliziert, im vorliegenden Falle auf die Unterseite **1190** des Kunststoffblockes. Zur Befestigung des Überzuges an der Unterseite des Blockes kann dieser dort aufgeschweißt oder aufgeklebt werden.

**[0071]** Der Überzug **1300** ist vorzugsweise hydrophob, sodass selbst dann, wenn der Überzug, wie im Falle einer Kunststoffmatte oder eines Kunststoffvlieses, Poren oder andere Öffnungen aufweist, Feuchtigkeit in Form von Wasserdampf zwar hinausgelangen kann, dafür aber kein flüssiges Wasser in die nach außen offenen Hohlräume **1151** eindringen kann. Somit ist auch gewährleistet, dass stehendes Wasser im Bereich der Unterseite **1190** des Kunststoffblockes **1100** nicht in die Hohlräume eindringen kann, während darin befindliche Feuchtigkeit wieder austreten kann.

**[0072]** Ferner können die Kunststoffblöcke **1100** im Bereich des Verbindungselements **1200** mit einem Überzug **1300** ummantelt sein (**Fig. 7**, **Fig. 8**, **Fig. 10**), damit eine Korrosion des Verbindungselements oder eine andere Beeinträchtigung vermieden wird. Auch diese Ummantelung kann durch eine Kunststoffmatte oder ein Kunststoffvlies realisiert werden. Diese Ummantelung kann auch mittels eines Kunststoffschäumens, beispielsweise eines Polyurethanschaumes, hergestellt werden. Die Ummantelung kann sich auch auf einen jeweiligen Bereich der Kunststoffblöcke **1100** erstrecken, der benachbart zu der Eintrittsstelle des Verbindungselements in die Kunststoffblöcke angeordnet ist, nämlich auf die einander zugewandten Stirnseiten der Kunststoffblö-

cke und gegebenenfalls auch auf Teile der angrenzenden Längs-Seitenwände und der Oberseiten der Kunststoffblöcke (**Fig. 7**, **Fig. 8**). Dadurch wird gewährleistet, dass Feuchtigkeit auch nicht entlang des Verbindungselements in die Kunststoffblöcke eindringen kann.

**[0073]** Ferner können die Hohlräume **1150** der Kunststoffblöcke **1100** auch mit einem Kunststoffschaum ausgeschäumt sein, um ein Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern (**Fig. 9**, **Fig. 10**). Zudem wird dadurch die mechanische Stabilität der Blöcke erhöht.

**[0074]** Die Applikation des Überzuges **1300** auf eine der Außenseiten **1180**, **1190** des Kunststoffblockes **1100** und die Ummantelung des Verbindungselements **1200** mit dem Überzug sowie die Füllung der Hohlräume **1151** mit einem Kunststoffschaum **1350** (siehe nachstehend) können jeweils einzeln oder auch kumulativ realisiert werden, d.h. eine, zwei oder alle drei Maßnahmen können in und/oder an einem Kunststoffblock verwirklicht werden. Eine derartige Ausführungsform ist in **Fig. 8** gezeigt, wo das Verbindungselement **1200** ummantelt ist und sich der Überzug auf die angrenzenden Bereiche der Kunststoffblöcke, einschließlich der gesamten Unterseiten **1190** erstreckt.

**[0075]** Alternativ oder zusätzlich zu dem Überzug **1300** kann in die Hohlräume **1150**, **1151** auch ein Kunststoffschaum **1350** eingebracht sein, um ein Eindringen von Feuchtigkeit oder anderen schädlichen Substanzen in die Hohlräume zu vermeiden. Nicht nach außen offene Hohlräume **1150** können vor dem Fügen des oberen Kunststoffblockteils **1110** mit dem unteren Kunststoffblockteil **1120** ausgeschäumt werden. In **Fig. 9** ist gezeigt, dass die Unterseite **1190** der Kunststoffblöcke **1100** zusätzlich zu der Füllung der Hohlräume mit einem Schaum auch mit einem Überzug **1300** überzogen sein kann (stichliert dargestellt).

**[0076]** In **Fig. 10** ist gezeigt, dass die Ausschäumung der Hohlräume **1150**, **1151** auch mit einer Ummantelung des Verbindungselements **1200** mit einem Überzug **1300** kombiniert werden kann. Im Gegensatz zu den Varianten, die in **Fig. 7**, **Fig. 8** gezeigt sind, erstreckt sich die Ummantelung auf Bereiche des Verbindungselements **1200**, die innerhalb der Kunststoffblöcke **1100** verlaufen. Damit Feuchtigkeit und andere schädliche Substanzen nicht entlang der Verbindungsflächen zwischen dem Verbindungselement und den Kunststoffblöcken **1100** in letztere hindiffundieren können, etwa über Kapillarkräfte, sind zusätzlich Dichtungsringe **1310** vorgesehen, die in entsprechenden Ausnehmungen in den Kunststoffblöcken gelagert und auf das Verbindungselement gequetscht sind.

**[0077]** Selbstverständlich können die Oberseiten **1180** der Kunststoffblöcke **1100** in den obigen Beispielen ebenfalls mit einem Überzug **1300** überzogen sein, um beispielsweise von oben zugängliche Hohlräume gegen eindringende Feuchtigkeit zu schützen. Hierzu erstreckt sich ein derartiger Überzug vorzugsweise zumindest über die gesamte Oberseite eines Kunststoffblockes und gegebenenfalls auch auf angrenzende Bereiche an den Seitenflächen. Es kann vorteilhaft sein, einen Kunststoffblock allseitig mit einem Überzug zu überziehen. Diese Varianten sind in den Figuren nicht gezeigt.

**[0078]** Gemäß einer weiteren (zweiten) Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das Verbindungselement **1200** durch ein weiteres entsprechend geformtes Kunststoffteil gebildet, das mit den endständigen Kunststoffblöcken **1100** die erfindungsgemäße Bahnschwelle **1000** bildet, vorzugsweise in Form eines einzigen Teils. Dieses Teil kann beispielsweise in einem Spritzgussverfahren oder im 3D-Druck einteilig hergestellt werden. Somit betrifft diese zweite Ausführungsform eine Monoblock-Bahnschwelle. Das Verbindungselement ist in diesem Falle somit vorzugsweise ebenfalls als Kunststoffteil ausgebildet und kann ebenso wie die endständigen Kunststoffblöcke mit einer Skelettstruktur und Außenhaut **1130** ausgebildet werden. Daher kann das Verbindungselement - anders ausgedrückt, der mittlere Teil dieser Monoblock-Schwelle - ebenfalls mit innen liegenden Rippelementen **1140** und mit durch diese Rippelemente voneinander abgetrennten Hohlräumen **1150** versehen sein. Insofern gilt für die Skelettstruktur des Verbindungselements in dieser Ausführungsform nichts anderes als für die beiden Kunststoffblöcke.

**[0079]** Zumindest nach außen offen liegende Hohlräume **1151** in der Bahnschwelle **1000** gemäß dieser Ausführungsform können ebenso wie die Bi-Blockschwelle gemäß der ersten Ausführungsform, die in **Fig. 1**, **Fig. 2** und **Fig. 4** bis **Fig. 10** gezeigt ist, mittels eines Überzuges **1300** nach außen geschlossen sein (in **Fig. 12A** strichliert gezeigt). Darüber hinaus können einzelne oder alle Hohlräume auch mit einem Schaum **1350** gefüllt sein (nicht dargestellt).

**[0080]** Die Hohlräume **1150** in einem Kunststoffblock **1100** oder, im Falle der Monoblock-Schwelle **1000**, in dem Verbindungselement **1200** können dazu genutzt werden, Funktionskomponenten **1400** aufzunehmen.

**[0081]** In **Fig. 13** ist ein Kunststoffblock **1100** mit Funktionskomponenten **1400** gezeigt, nämlich einer Messvorrichtung **1410** und einer Kommunikationsvorrichtung (Sende- und Empfangsvorrichtung) **1420** (jeweils eine Funktionskomponente **1400**). Die Messvorrichtung kann beispielsweise durch eine optische, elektronische, thermische und/oder mechanische Detektorvorrichtung gebildet sein. Derartige De-

tektorvorrichtungen sind bekannt. Die hierfür verwendeten Sensoren sind beispielsweise Schienenkontakte, Kameras, Piezo-Sensoren, photoelektrische, thermoelektrische und chemoelektrische Sensoren und dergleichen. Die Detektorvorrichtungen dienen im vorliegenden Falle beispielsweise dazu, den Zustand des Gleisoberbaus, des physikalischen Zustands der umgebenden Atmosphäre, wie der Luftfeuchte, Temperatur und/oder Strahlungseinwirkung, sowie überfahrende Fahrzeuge (rolling stock) oder sich im Gleis befindliche Personen (Sender/Empfänger) zu erfassen. Die Kommunikationsvorrichtungen können übliche elektromagnetische Send- und Empfangsvorrichtungen, einschließlich Ortungssysteme, wie gemäß dem GPS und/oder Galileo, sein. Die Messvorrichtungen und Kommunikationsvorrichtungen sind in diesem Beispiel in einem nach oben offenen Hohlraum **1151** untergebracht. Damit die Funktionsvorrichtungen nicht durch äußere Einflüsse beeinträchtigt werden, kann der Hohlraum in der gezeigten Ausführungsform durch einen Überzug **1300** nach außen abgeschlossen sein (strichliert gezeigt). Dieser Überzug umschließt den Kunststoffblock sowie das Verbindungselement **1200** fast vollständig (allseitig) und schützt die Funktionskomponenten und das Verbindungselement daher vor Feuchtigkeit und anderen schädlichen Substanzen.

**[0082]** In **Fig. 14** ist eine Variante zu der in **Fig. 13** gezeigten Ausführungsform dargestellt. Der Kunststoffblock **1100** enthält in diesem Falle in einem nach außen offenen Hohlraum **1151** ebenfalls Funktionskomponenten **1400**, in diesem Falle jedoch eine Signalgebervorrichtung **1430** und wiederum eine Kommunikationsvorrichtung (Sende- und Empfangsvorrichtung) **1420**. Die Signalgebervorrichtung ist vorzugsweise durch eine elektronische Schaltung verwirklicht, die von außen Signale (beispielsweise über die Kommunikationsvorrichtung) empfängt und diese beispielsweise an eine Messvorrichtung weiterleitet, sodass gezielt Messwerte aufgenommen werden können. Ferner kann die Signalgebervorrichtung beispielsweise auch dazu eingesetzt werden, Signale an eine mobile Signalvorrichtung am Gleisfahrweg weiterzuleiten, um diese zur Schienenfahrzeugsteuerung anzusteuern oder um eine Alarmvorrichtung am Gleisfahrweg zu aktivieren oder Personen zu warnen.

**[0083]** In **Fig. 15** ist eine weitere Variante zu den in **Fig. 13** und **Fig. 14** gezeigten Ausführungsformen dargestellt. Der Kunststoffblock **1100** enthält in diesem Falle in einem nach außen offenen Hohlraum **1151** ebenfalls Funktionskomponenten **1400**, in diesem Falle jedoch einen Mess- und Kommunikationsvorrichtungsblock (Sende-/Empfangsvorrichtungsblock) und eine Energieerzeugungsvorrichtung **1440**. Die Energieerzeugungsvorrichtung kann jegliche für den vorliegenden Zweck geeignete Energieerzeugungsvorrichtung sein, beispielsweise eine thermoelektrische, elektromagnetische (indukti-

ve), photoelektrische oder piezoelektrische Energieerzeugungsvorrichtung. Die thermoelektrische Vorrichtung kann beispielsweise darauf beruhen, dass ein Temperaturgradient zwischen der Oberbauoberfläche und einem weiter innen liegenden Bereich ausgenutzt wird. Die elektromagnetische (induktive) Vorrichtung kann darauf beruhen, dass mittels eines durchfahrenden Fahrzeugs eine elektrische Spannung und ein Stromfluss in einer Spule induziert wird. Eine photoelektrische Vorrichtung kann darauf beruhen, dass eingestrahlte elektromagnetische Strahlung einen photoelektrischen Effekt verursacht. Und eine piezoelektrische Vorrichtung kann darauf beruhen, dass ein überfahrendes Fahrzeug durch die temporär aufgebrachte Gewichtskraft eine elektrische Spannung und einen Stromfluss erzeugt.

**[0084]** In **Fig. 16** ist eine weitere Variante zu den in **Fig. 13**, **Fig. 14** und **Fig. 15** gezeigten Ausführungsformen dargestellt. Der Kunststoffblock **1100** enthält in diesem Falle in einem nach außen offenen Hohlraum **1151** ebenfalls Funktionskomponenten **1400**, in diesem Falle jedoch einen Mess- und Kommunikationsvorrichtungsblock (Sende-/Empfangsvorrichtungsblock), eine Energieerzeugungsvorrichtung **1440** und eine Energiespeichervorrichtung **1450**, letztere ebenfalls jeweils Funktionskomponenten. Die Energiespeichervorrichtung kann eine übliche Batterie, wie ein Bleiakkumulator oder eine Lithiumionen-Batterie sein.

**[0085]** Die erfindungsgemäße Bahnschwelle **1000** ist in üblicher Art und Weise in einem Bahngleis **100** verlegt (**Fig. 18**). Wenn jede n-te Bahnschwelle (n ist eine natürliche Zahl, vorzugsweise von 1 bis **1000**, weiter bevorzugt n = 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 50, 75, 100, 150, 200) mit jeweils mindestens einer Funktionskomponente **1400** in der vorstehend erläuterten Art und Weise ausgerüstet ist, können Informationen und Daten erfasst werden, beispielsweise Zustandsdaten des Bahngleises, etwa über den Gleisoberbau, über durchfahrende Fahrzeuge und weitere physikalische Entitäten. Hierzu wird wie folgt vorgegangen (**Fig. 17**):

**[0086]** Zunächst wird eine erfindungsgemäße Bahnschwelle **1000** ausgewählt, die mindestens eine Messvorrichtung **1410** zur Erfassung von Messwerten aufweist (Schritt (a)). Die Bahnschwelle kann beispielsweise eine Bahnschwelle in einem Weichenbereich sein. Mittels der mindestens einen Messvorrichtung in dieser Bahnschwelle werden dann Messdaten kontinuierlich, d.h. ununterbrochen oder in regelmäßigen Zeitabständen oder lediglich bedarfsweise erfasst (Schritt (b)). In letzterem Falle kann die mindestens eine Messvorrichtung mittels einer Signalgebervorrichtung **1430** getriggert werden. Die Signalgebervorrichtung kann ferner über ein beispielsweise von einer zentralen Stelle **Z**, etwa einem Stellwerk, übermitteltes Signal, getriggert werden (**Fig. 18**). Bei-

spielsweise können Daten über die Zungenabnutzung an einer Weiche in regelmäßigen Zeitabständen ermittelt werden, etwa einmal täglich. Die erfassten Daten können dann an die zentrale Stelle übermittelt werden, indem die erfassten Messdaten, gegebenenfalls nach Umwandlung von zunächst erfassten Rohdaten in ein gewünschtes Datenformat, mittels einer Sendevorrichtung **1420** übermittelt werden. Gegebenenfalls können die erfassten Daten auch zunächst in einer Speichervorrichtung zwischengespeichert und ferner gegebenenfalls aufbereitet werden, beispielsweise unter Angabe von Temperatur-korrigierten Messwerten. Die an die zentrale Stelle übermittelten Daten können dort weiterverarbeitet werden, indem die Werte beispielsweise in Beziehung zu Sollwerten gesetzt und Abweichungen sowie gegebenenfalls Über-/Unterschreitungen von Toleranzgrenzen ermittelt werden.

**[0087]** In **Fig. 18** ist eine schematische Darstellung eines Bahngleises **100** mit erfindungsgemäßen Bahnschwellen **1000** gezeigt, wobei jede Bahnschwelle erfindungsgemäß ausgebildet und beispielsweise jede dritte Bahnschwelle mit Funktionskomponenten **1400** (Schwelle **1000F**) ausgerüstet ist. Das dargestellte System umfasst ferner eine Relaisstation **R**, beispielsweise einen Funkmast mit Sende- und Empfangsvorrichtungen, sowie eine zentrale Stelle **Z**, beispielsweise ein Stellwerk. Wenn ein Messwert beispielsweise beim Überfahren durch ein Schienenfahrzeug erfasst wird, etwa die Kraftbeaufschlagung aufgrund des Überfahrvorganges mittels eines Piezosensors, kann dieses Signal zur Ermittlung, dass ein Fahrzeug passiert hat, sowie zur Ermittlung der Achslast und von anderen Messparametern erfasst werden. Das Signal wird dann beispielsweise drahtlos über eine Sendevorrichtung **1420** an die Relaisstation und danach zum Beispiel drahtgebunden an die zentrale Stelle übermittelt. Selbstverständlich sind auch andere Systemkonfigurationen mit unterschiedlichen Übertragungswegen möglich.

#### Bezugszeichenliste

<b>100</b>	Bahngleis
<b>1000</b>	Bahnschwelle
<b>1000F</b>	mit Funktionskomponenten ausgerüstete Bahnschwelle
<b>1100</b>	Kunststoffblock
<b>1101</b>	Befestigungsloch
<b>1105</b>	Auflagevorsprung
<b>1110</b>	oberes Kunststoffblockteil
<b>1120</b>	unteres Kunststoffblockteil
<b>1130</b>	Außenhaut
<b>1140</b>	Rippenelement

<b>1142</b>	oberes Rippenelementteil	$\beta$	Winkel zwischen einem Rippen- (Wand-)element und der Senkrechten
<b>1144</b>	unteres Rippenelementteil		
<b>1150</b>	Hohlraum	$\gamma$	Winkel zwischen den Rippen-(Wand-) elementen des oberen und des unteren Kunststoffblockteils
<b>1151</b>	nach außen offener Hohlraum		
<b>1155</b>	Außenplatte		
<b>1160</b>	Schienenbefestigungsstelle		
<b>1170</b>	Zwischenwand		
<b>1180</b>	Oberseite des Kunststoffblockes		
<b>1190</b>	Unterseite des Kunststoffblockes		
<b>1200</b>	Verbindungselement		
<b>1210</b>	Querriegel		
<b>1300</b>	Überzug		
<b>1310</b>	Dichtungsring		
<b>1350</b>	Kunststoffschaum zum Ausfüllen von Hohlräumen		
<b>1400</b>	Funktionskomponente		
<b>1410</b>	Messvorrichtung		
<b>1420</b>	(elektromagnetische) Kommunika- tionsvorrichtung (Sende- und Emp- fangsvorrichtung)		
<b>1430</b>	Signalgebervorrichtung		
<b>1440</b>	(elektrische) Energieerzeugungsvor- richtung		
<b>1450</b>	(elektrische) Energiespeichervorrich- tung		
<b>Hp</b>	Höhenausgleichsplatte		
<b>Qr</b>	Querrille in der Winkelführungsplatte		
<b>R</b>	Relaisstation		
<b>S</b>	Schiene		
<b>Sb</b>	Stützbogen		
<b>Se</b>	Seitenschenkel der Spannklemme		
<b>Sf</b>	Schienenfuß		
<b>Sk</b>	Schraubenkopf		
<b>Sp</b>	Spannklemme, Niederhalteelement		
<b>Ss</b>	Schwellenschraube		
<b>V</b>	Senkrechte		
<b>Wp</b>	Winkelführungsplatte		
<b>Z</b>	zentrale Stelle		
$\alpha$	Winkel zwischen einem Rippen- (Wand-)element und der Senkrechten		

**ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 1606387 U [0003]
- CH 298438 [0003]
- EP 1718802 B1 [0004]
- DE 10023389 A1 [0005]
- WO 9705331 A1 [0006]
- EP 1897992 A1 [0007]
- DE 7618316 U [0008]
- DE 4317494 A1 [0009]
- WO 2013/067990 A1 [0010]
- EP 0486465 A1 [0011]
- DE 102004021091 A1 [0023, 0060]
- WO 2017/007359 A1 [0052]

### Patentansprüche

1. Bahnschwelle (1000) mit einem Schwellenkörper, der an seinen gegenüberliegenden Enden jeweils einen Schienenauflegebereich aufweist, wobei die Schienenauflegebereiche durch die Enden des Schwellenkörpers bildende Kunststoffblöcke (1100) gebildet sind und in jedem Schienenauflegebereich mittels eines an einem Schienenfuß (Sf) angreifbaren Niederhalteelements (Sp) eine Schiene (S) fixierbar ist und wobei die Kunststoffblöcke (1100) über ein Verbindungselement (1200) miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kunststoffblöcke (1100) in Form von Skelettstrukturen gebildet sind.

2. Bahnschwelle (1000) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Skelettstrukturen durch Hohlräume (1150, 1151) trennende Rippenelemente (1140) gebildet sind.

3. Bahnschwelle (1000) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kunststoffblöcke (1100) in Form von Skelettstrukturen mit einer Außenhaut (1130) gebildet sind.

4. Bahnschwelle (1000) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kunststoffblöcke (1100) jeweils aus einem unteren Blockteil (1120) und einem oberen Blockteil (1110) gebildet sind, wobei das untere Blockteil (1120) und das obere Blockteil (1110) unlösbar miteinander verbunden sind.

5. Bahnschwelle (1000) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hohlräume (1150, 1151) im unteren Blockteil (1120) von den Hohlräumen (1150, 1151) im oberen Blockteil (1110) durch eine Zwischenwand (1170) getrennt sind.

6. Bahnschwelle (1000) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hohlräume (1150, 1151) durch ein Kunststoffmaterial nach außen abgeschlossen sind.

7. Bahnschwelle (1000) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Kunststoffmaterial mit einem Überzug (1300) gebildet ist.

8. Bahnschwelle (1000) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Überzug (1300) hydrophob ist.

9. Bahnschwelle (1000) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest einer der Hohlräume (1150, 1151) wenigstens teilweise mit einem Kunststoffschaum (1350) ausgefüllt ist.

10. Bahnschwelle (1000) nach einem der Ansprüche 2 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Messvorrichtung (1410) und/oder mindestens eine Signalgebervorrichtung (1430) in mindestens einen der Hohlräume (1150, 1151) aufgenommen ist.

11. Bahnschwelle (1000) nach einem der Ansprüche 2 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Kommunikationsvorrichtung (1420) in mindestens einen der Hohlräume (1150, 1151) aufgenommen ist.

12. Bahnschwelle (1000) nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine elektrische Energieerzeugungsvorrichtung (1440) in mindestens einen der Hohlräume (1150, 1151) aufgenommen ist.

13. Bahnschwelle (1000) nach einem der Ansprüche 2 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine elektrische Energiespeichervorrichtung (1450) in mindestens einen der Hohlräume (1150, 1151) aufgenommen ist.

14. Bahnschwelle (1000) nach einem der vorstehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kunststoffblöcke (1100) durch mindestens ein metallisches Verbindungselement (1200) miteinander verbunden sind.

15. Verfahren zum Erfassen von in und/oder an einem Bahngleis (100) auswertbaren und/oder zu sammelnden Informationen und/oder Daten, umfassend folgende Verfahrensschritte:

- a. Auswählen mindestens einer Bahnschwelle (1000) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 14, die mindestens eine Messvorrichtung (1410) zur Erfassung von Messwerten aufweist; und
- b. Erfassen der Messwerte durch die mindestens eine Messvorrichtung (1410).

Es folgen 14 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

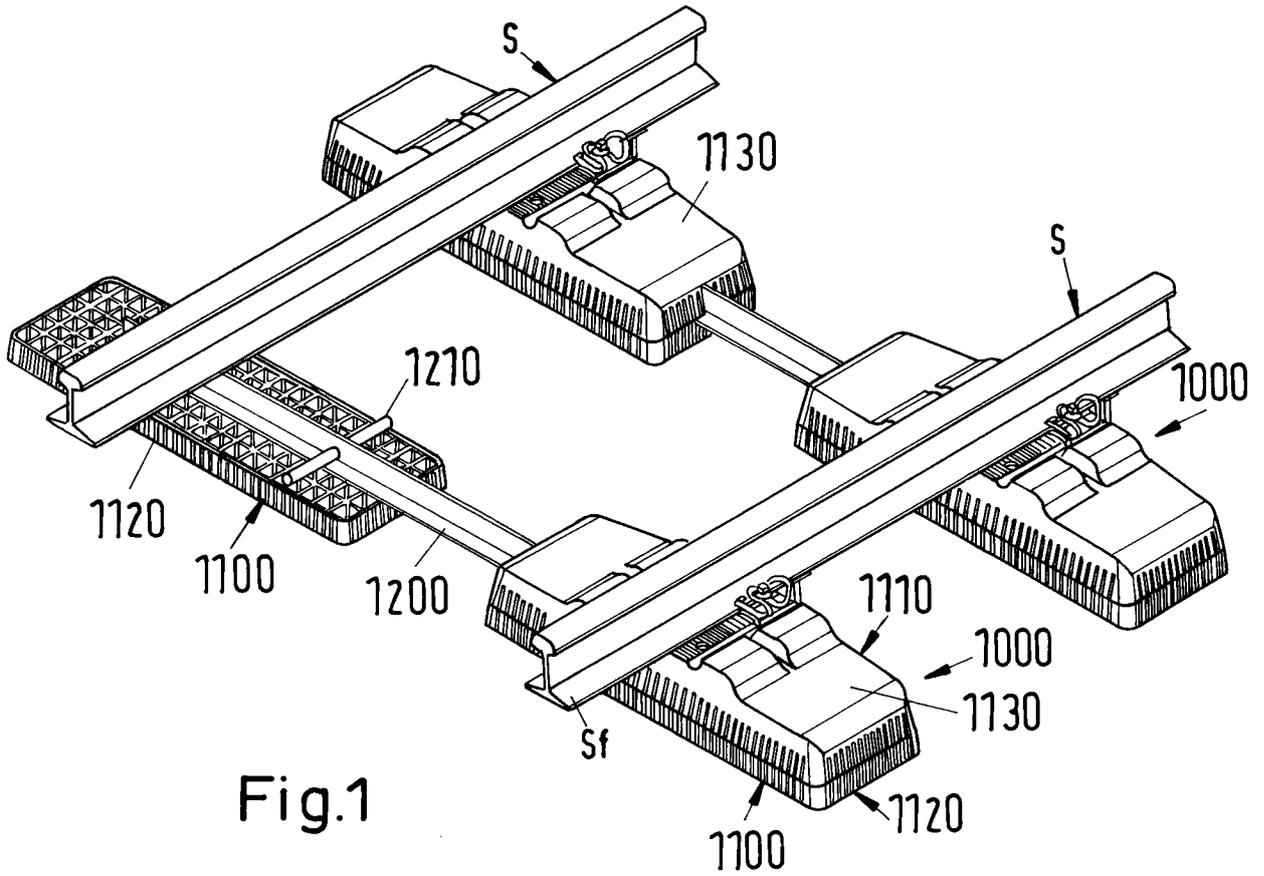


Fig.1

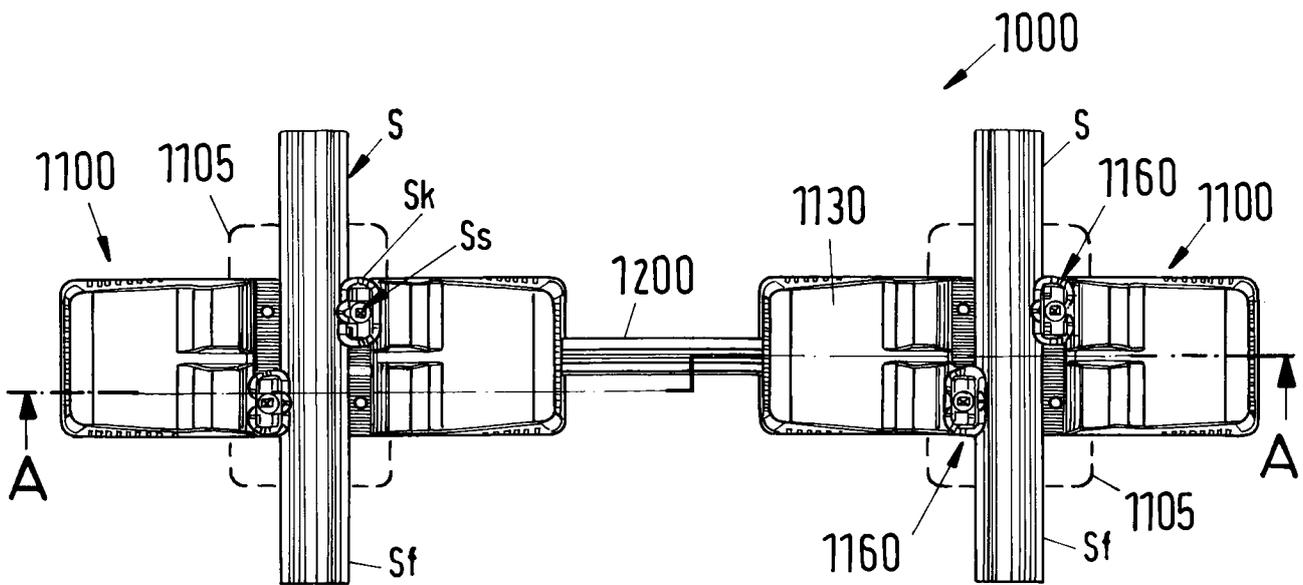
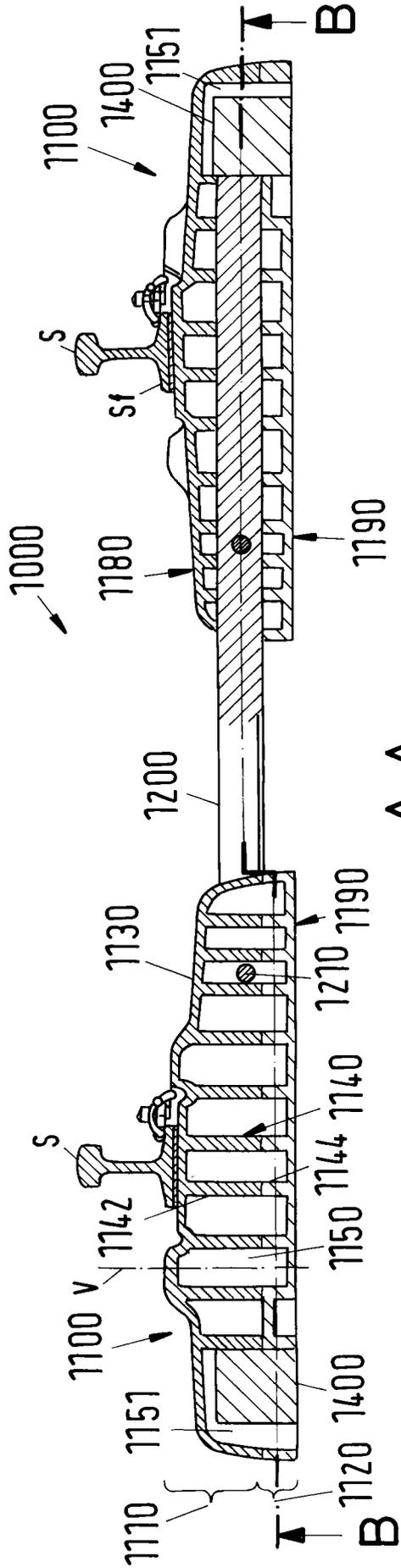
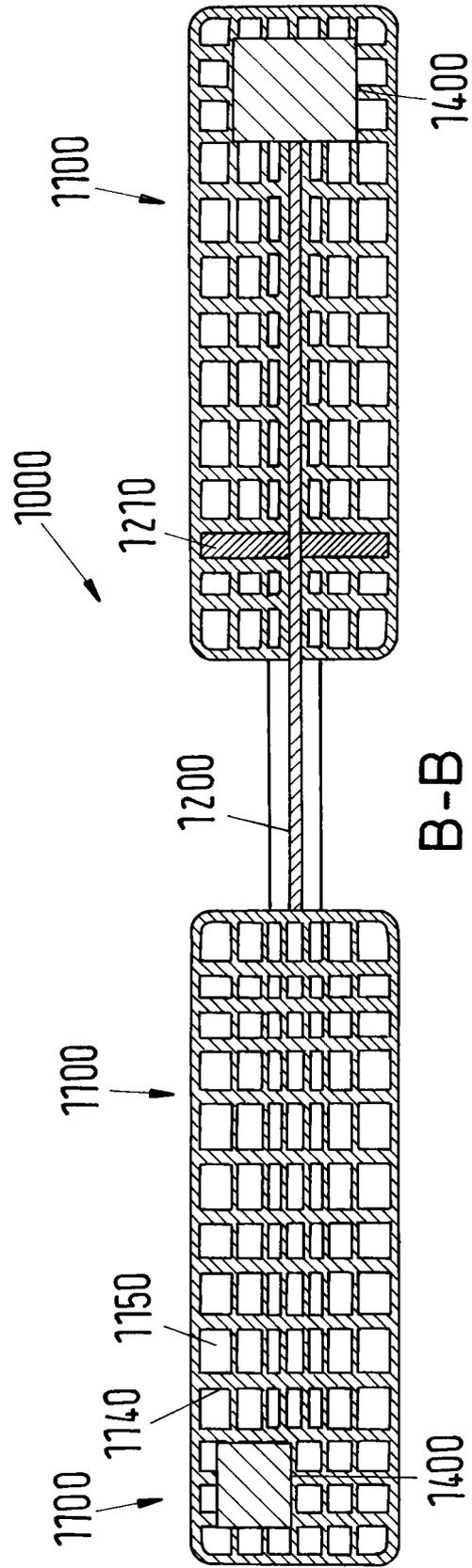


Fig.2

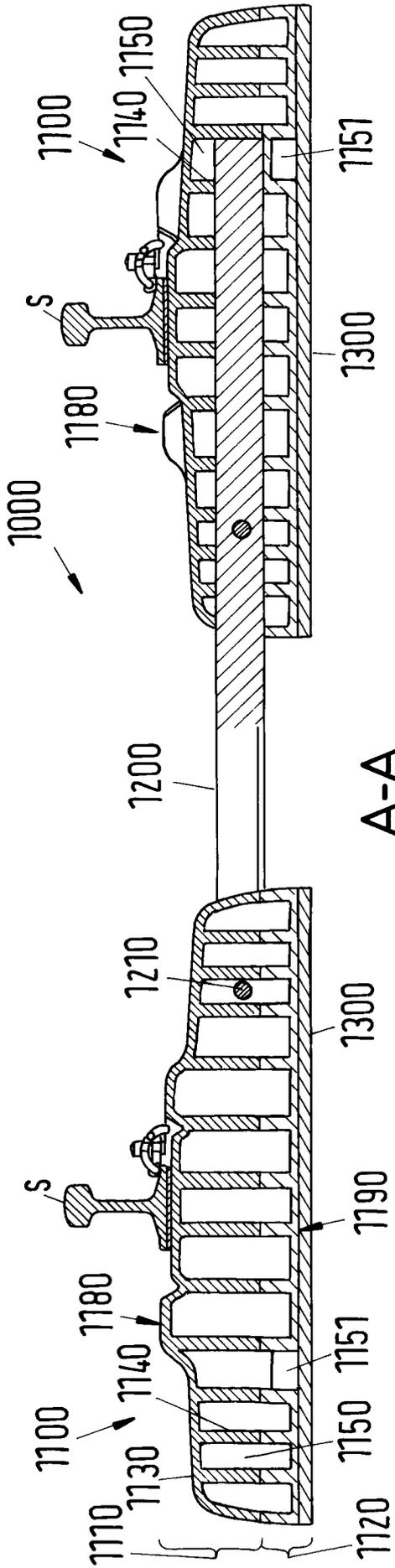




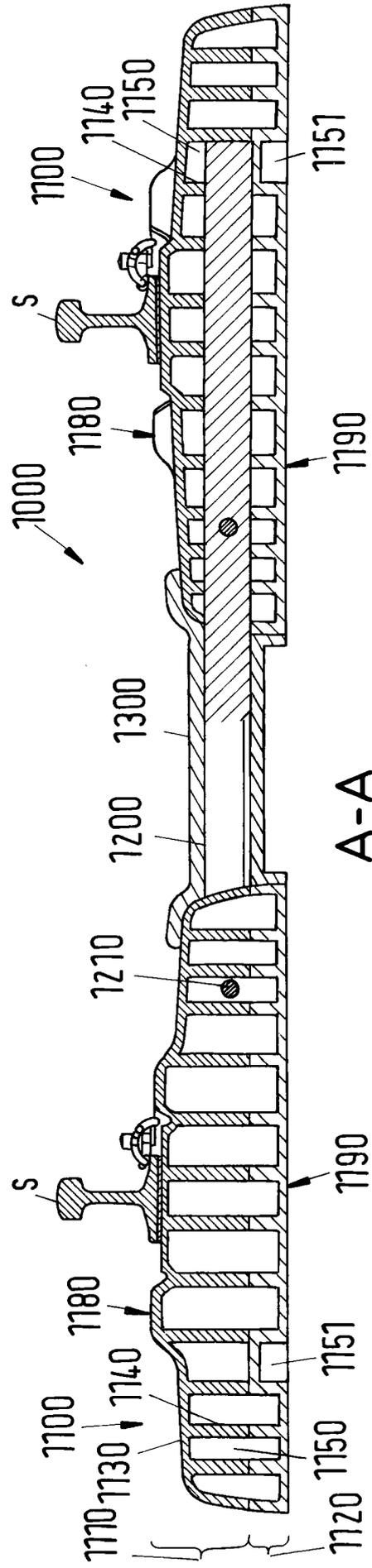
A-A  
Fig. 4



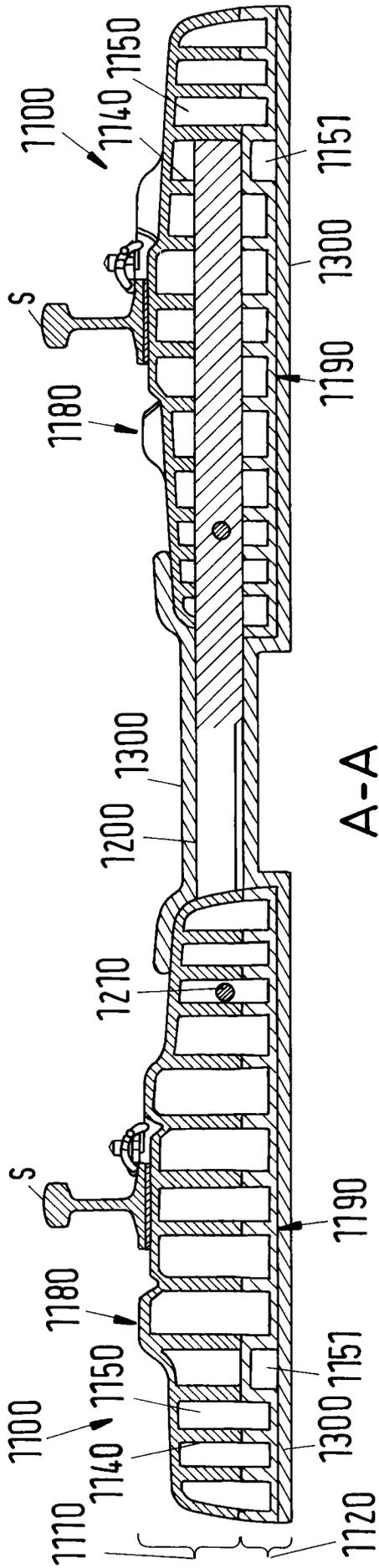
B-B  
Fig. 5



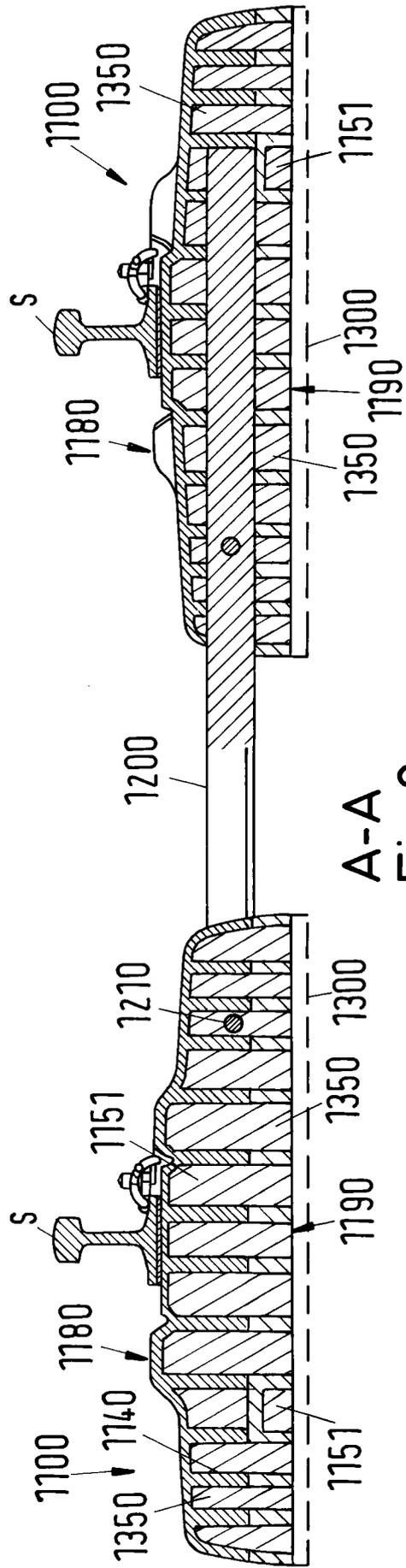
A-A  
Fig.6



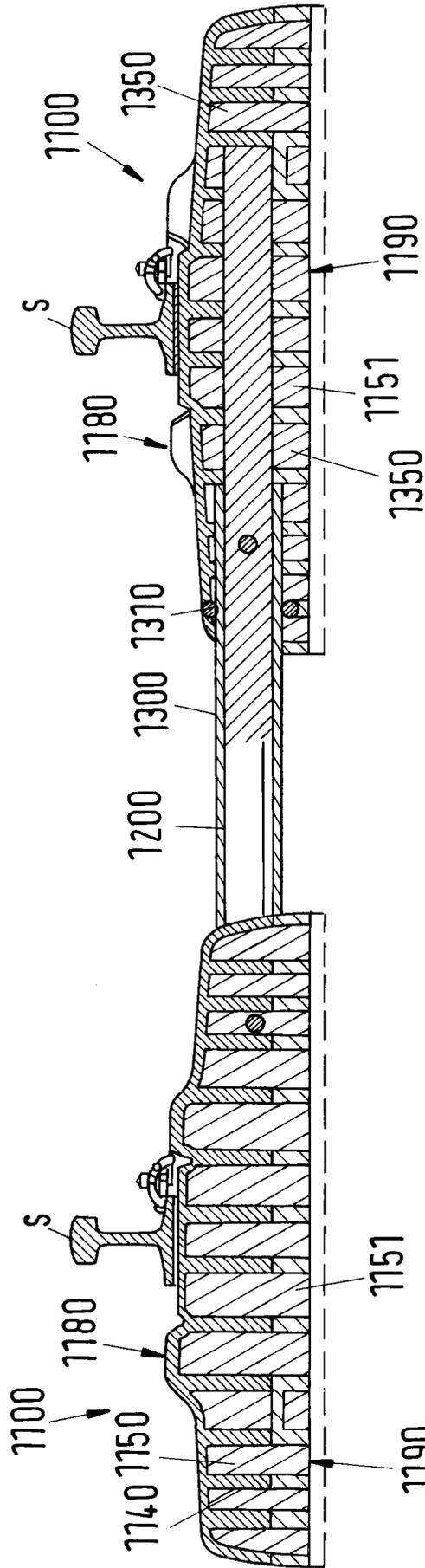
A-A  
Fig.7



A-A  
Fig. 8

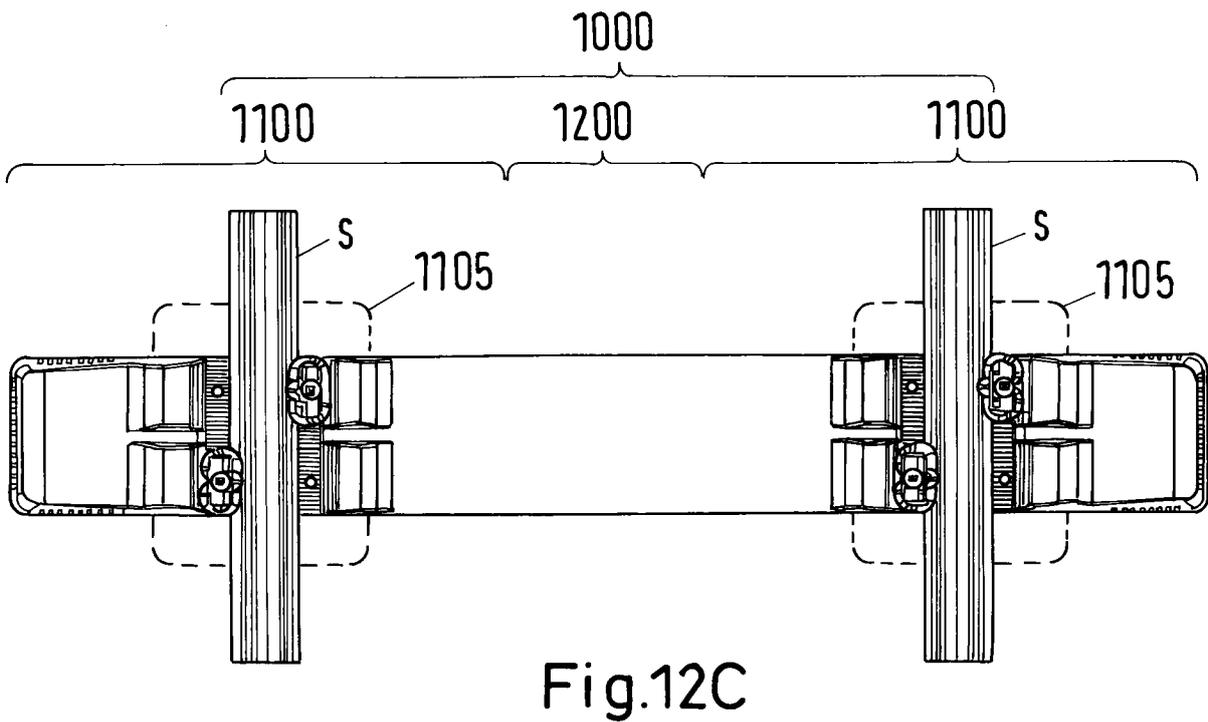
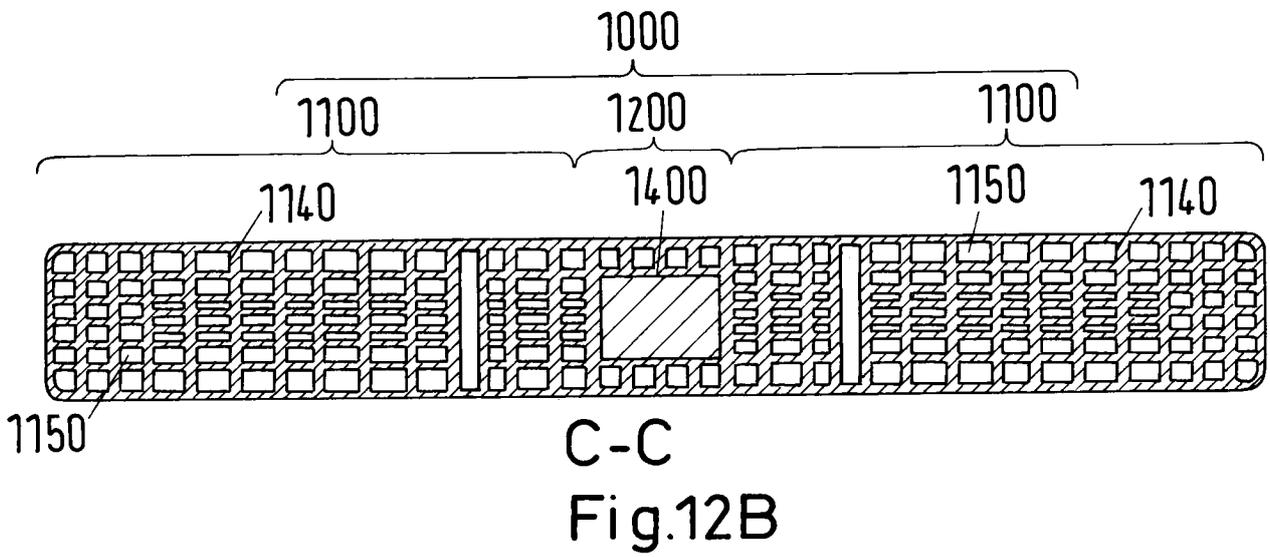
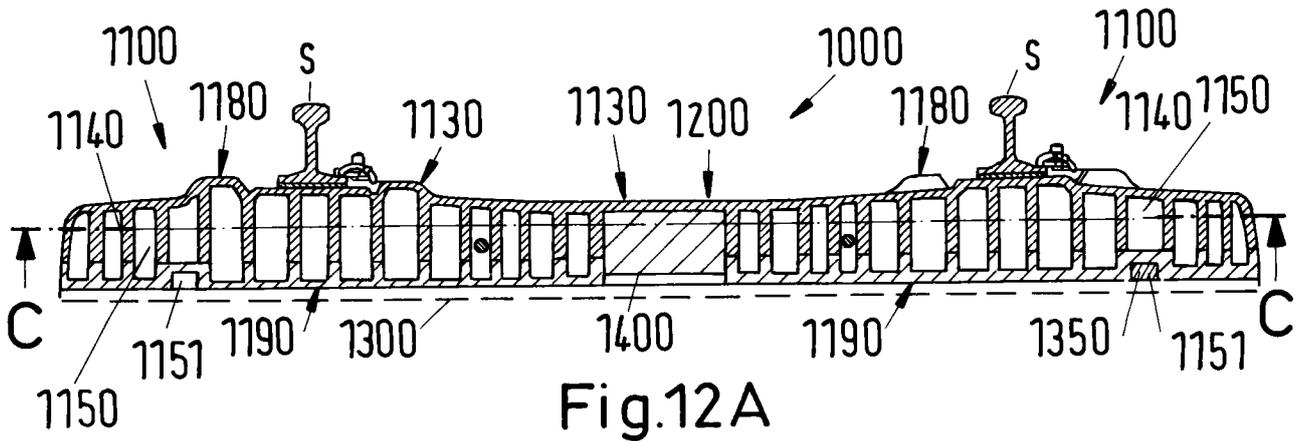


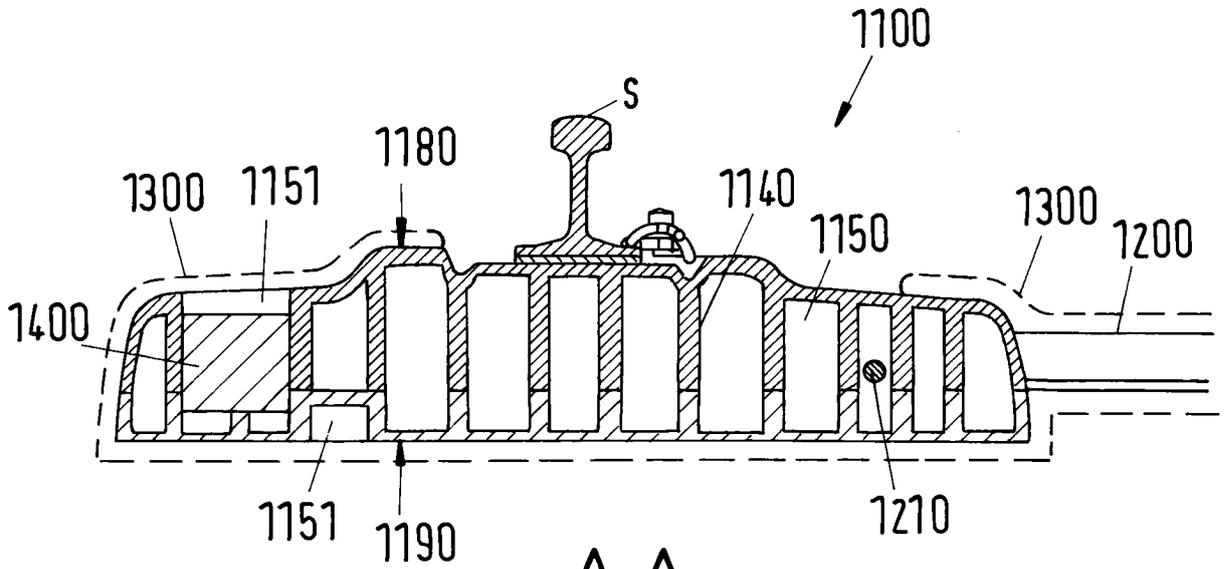
A-A  
Fig. 9



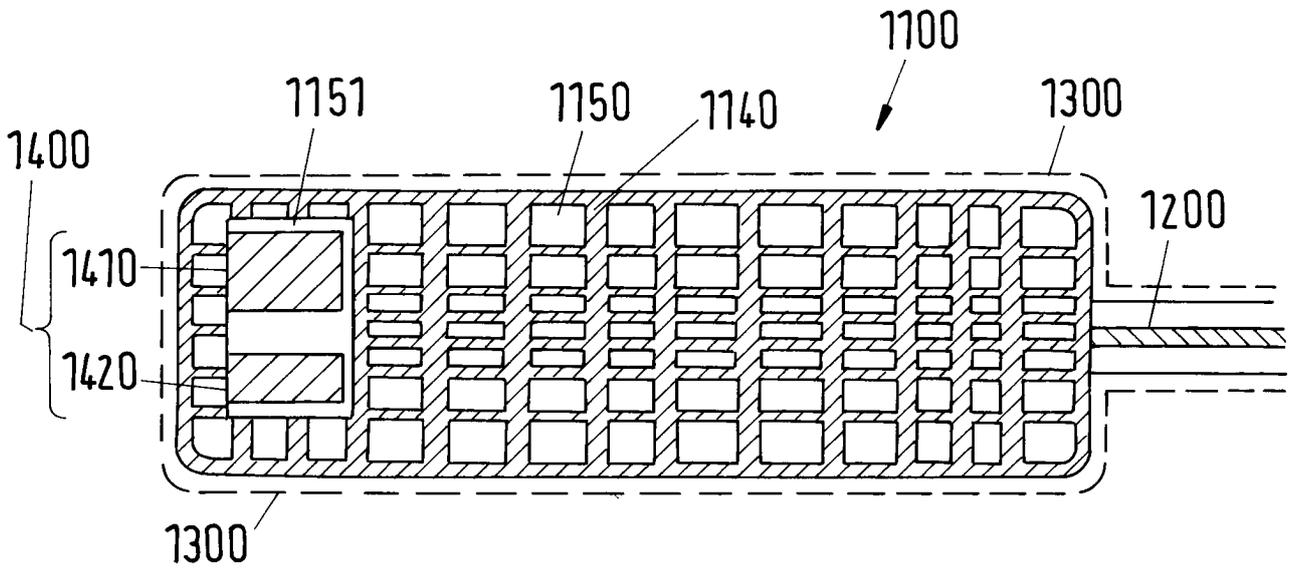
A-A  
Fig.10



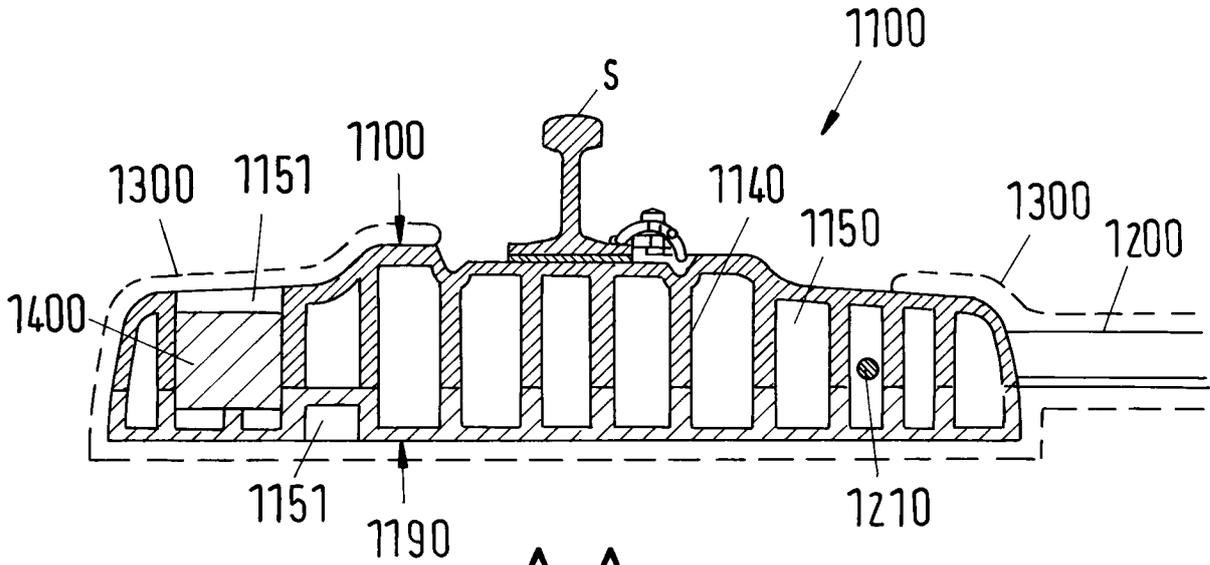




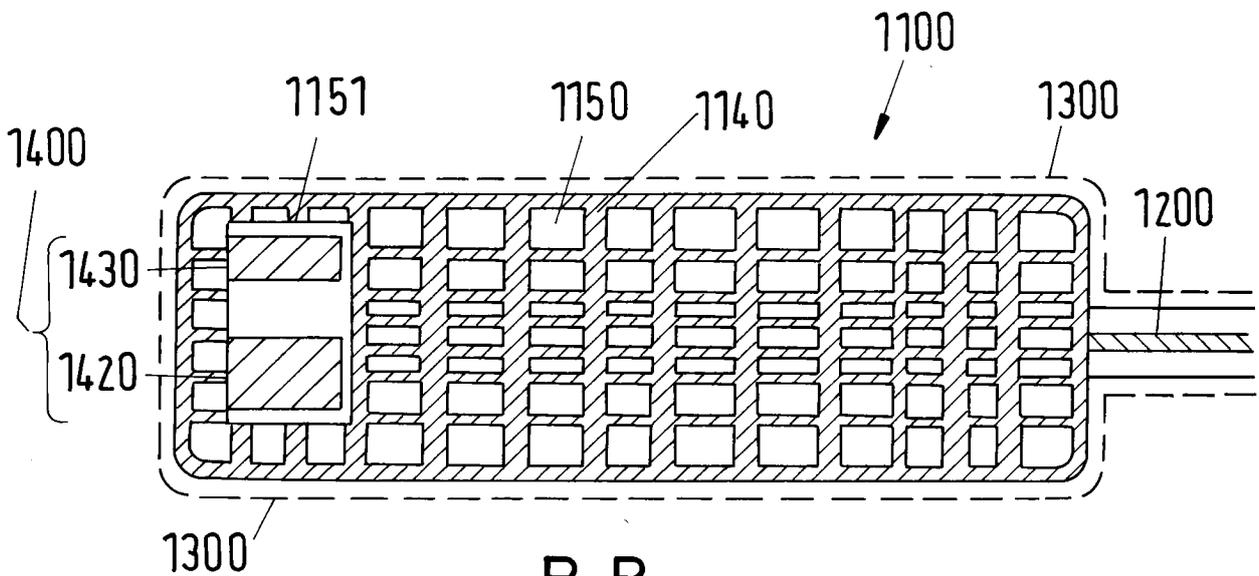
A-A  
Fig.13A



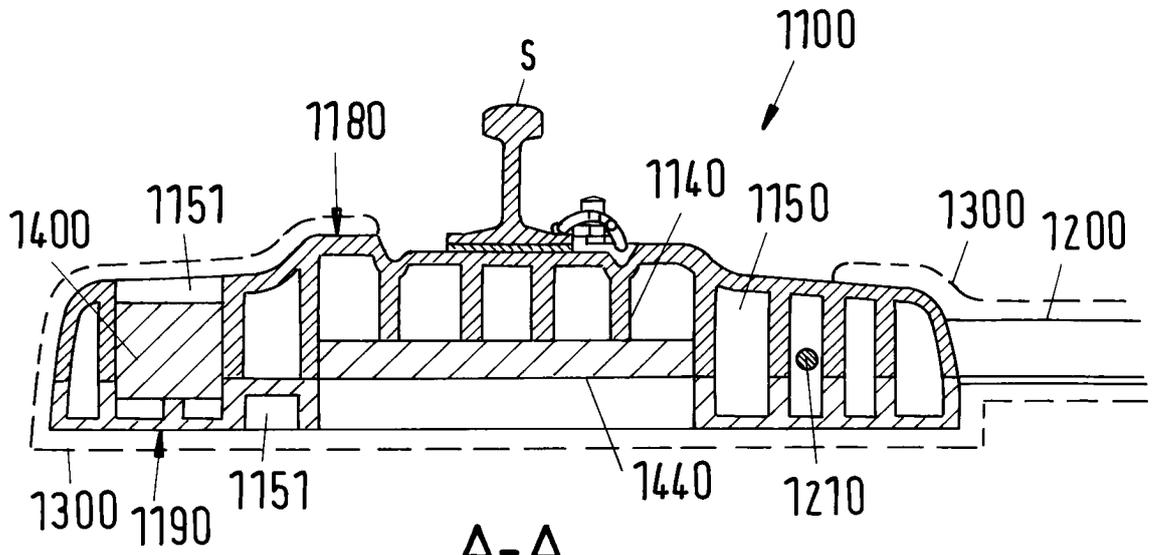
B-B  
Fig.13B



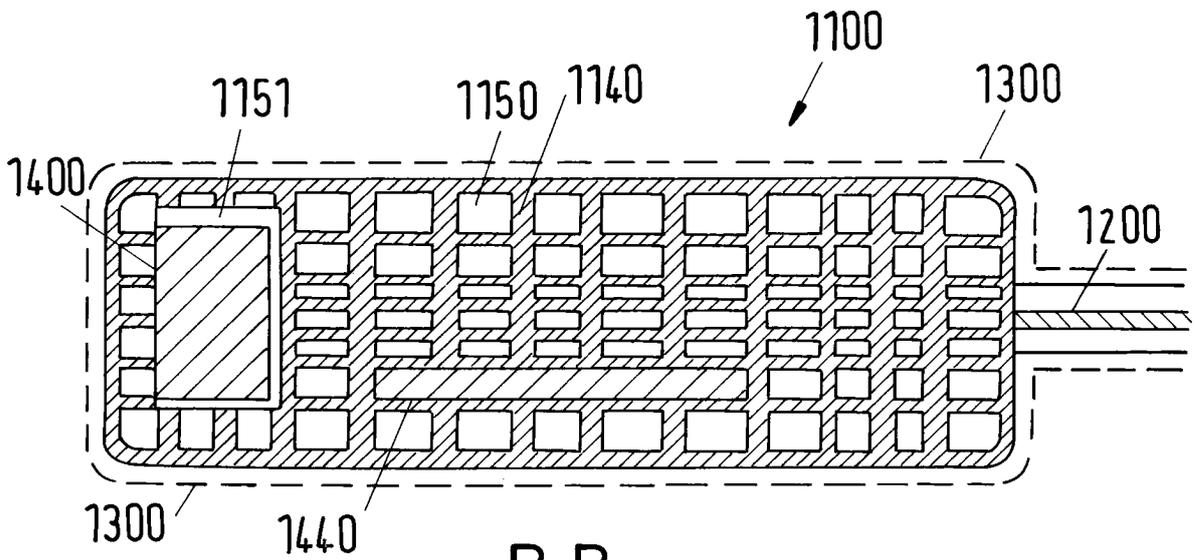
A-A  
Fig.14A



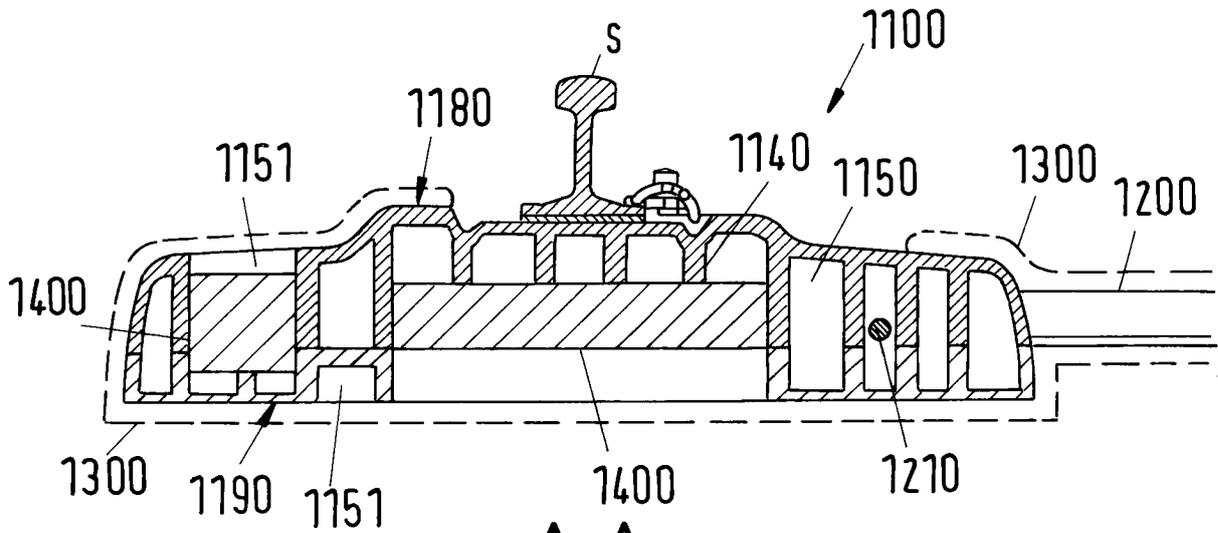
B-B  
Fig.14B



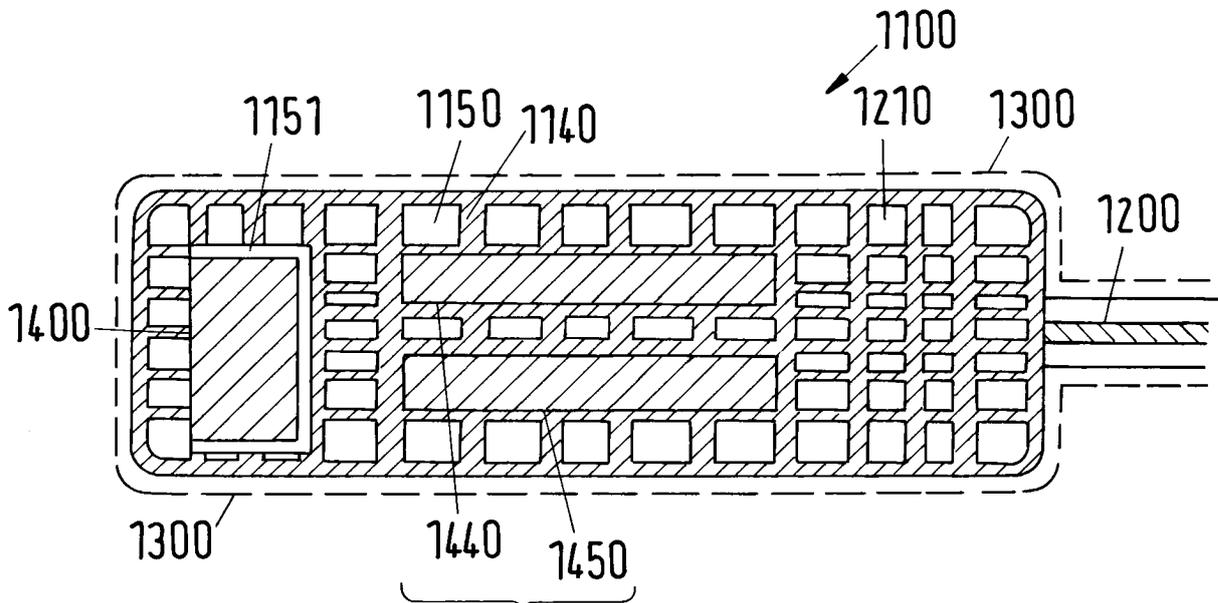
A-A  
Fig.15A



B B  
Fig.15B



A-A  
Fig.16A



B-B  
Fig.16B

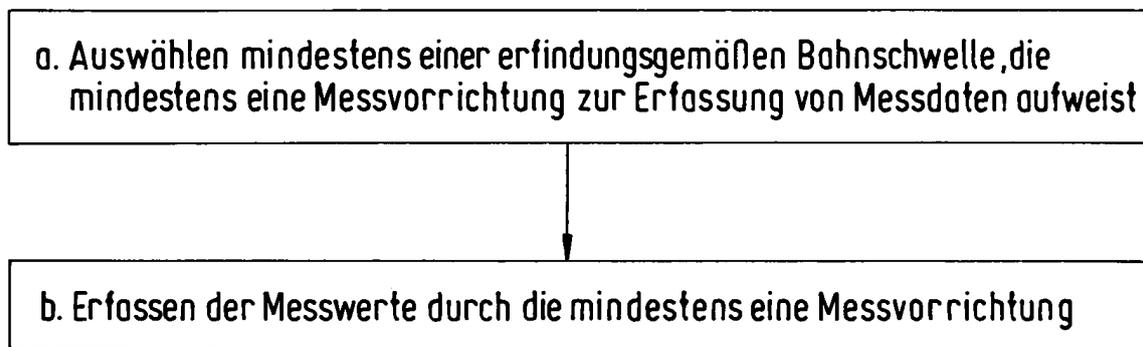


Fig.17

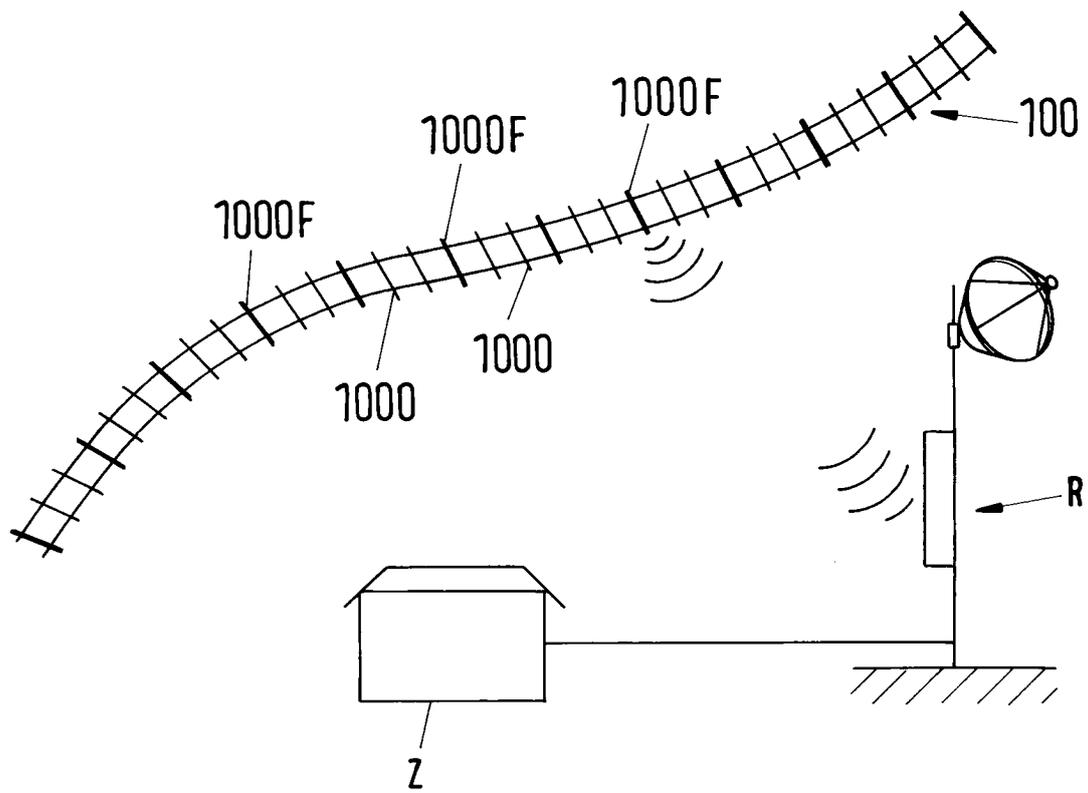


Fig.18