

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 693 600 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
07.02.2001 Patentblatt 2001/06

(51) Int Cl.⁷: **E04C 3/294**

(21) Anmeldenummer: **95110313.4**

(22) Anmeldetag: **02.07.1995**

(54) Schwingungsarmer Verbundträger

Vibration reduced composite girder

Poutre mixte à vibration amortie

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB LI LU NL

(30) Priorität: **18.07.1994 DE 4425310**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.01.1996 Patentblatt 1996/04

(73) Patentinhaber: **Spannverbund Gesellschaft für
Verbundträger GmbH
65510 Idstein (DE)**

(72) Erfinder: **Wolperding, Gernot
D-65510 Idstein (DE)**

(74) Vertreter: **Weber, Dieter, Dr. et al
Patentanwälte
Dr. Weber, Seiffert, Dr. Lieke
Postfach 61 45
65051 Wiesbaden (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

BE-A- 795 916	DE-A- 2 206 140
DE-A- 2 241 327	DE-A- 2 455 993
FR-A- 1 018 618	FR-A- 1 544 207
FR-A- 2 128 569	FR-A- 2 627 526
GB-A- 2 001 381	US-A- 2 809 074
US-A- 3 260 024	US-A- 4 343 123

EP 0 693 600 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Verbundträger, wie er im Bauwesen verwendet wird, und der im wesentlichen aus einem ersten, auf Zug belastbaren Element sowie einem mit dem ersten Element fest verbundenen zweiten, auf Druck belastbaren Element besteht. Solch ein Verbundträger ist bereits seit langem bekannt. Er ist z. B. in der DE 2 206 140 beschrieben.

[0002] Brücken und zum Beispiel auch die Decken von großen Hallen werden häufig mit derartigen Verbundträgern gespannt, wobei die auf Zug belastete Komponente im allgemeinen ein Stahlträger mit Doppel-T-Profil ist, der im Bereich seiner beiden Enden auf entsprechenden Auflagerflächen aufliegt. Derartige Stahlträger halten sehr hohen Zugkräften stand. Sie sind auch bereits, bezogen auf den Materialeinsatz, relativ biegsteif, wobei im Falle einer gleichmäßigen, über die Länge zwischen den Auflagerpunkten verteilten Belastung eine Durchbiegung auftritt und wobei das Biegemoment von den Enden her zur Mitte hin kontinuierlich zunimmt und im wesentlichen die Form einer Parabel mit einem Scheitelpunkt in der Mitte des Trägers bildet. Nach üblichen Konventionen wird ein derartiges Biegemoment als positives Biegemoment bezeichnet und berücksichtigt.

[0003] Die Biegesteifigkeit des Stahlträgers lässt sich jedoch im Verbund mit einem auf druck- belastbaren bzw. druckfesten Element noch beträchtlich erhöhen. Im allgemeinen wird dieser Verbund hergestellt mit einer Betonschicht bzw. Betonplatte, die auf der Oberseite bzw. dem Obergurt des Stahlträgers aufliegt und die an mehreren Stellen fest mit dem Stahlträger verbunden ist. Im allgemeinen werden für diese Verbindung sogenannte Kopfbolzendübel verwendet, das heißt, mit Kopf versehene Stahlstifte, die an den Obergurt angeschweißt werden und von diesem nach oben vorstehen. Nach der Verschalung für eine Deckenplatte, in welche der Stahlträger integriert ist, wird dann der Beton gegossen und umfließt dabei auch die Kopfbolzen, so daß eine feste Verbindung zwischen der Betonplatte und dem darunterliegenden Stahlträger hergestellt wird.

[0004] Daß die Biegesteifigkeit eines solchen Verbundträgers gegenüber dem für sich allein betrachteten Stahlträger erheblich verbessert wird, ergibt sich aus der folgenden Betrachtung. Wird der Stahlträger an beiden Enden aufgelegt und über seine Länge hinweg gleichmäßig belastet, so ergibt sich, wie bereits erwähnt, eine Durchbiegung mit einem in der Mitte maximalen Biegemoment. Bei Kräftegleichgewicht bedeutet dies, daß der Obergurt (der obere Flansch) des Stahlträgers dabei gestaucht ist, während der Untergurt eine Dehnung erfährt. Die Stauchungen und Dehnungen sind jeweils im mittleren Bereich des Trägers maximal, weil hier der größte Biegemoment auftritt. Bei symmetrischer Ausbildung des Doppel-T-Trägers verläuft eine neutrale Linie, das heißt eine Linie innerhalb des Stahl-

trägers, entlang welcher das Material weder eine Stauchung noch eine Dehnung erfährt, genau entlang der Mitte des den Obergurt und den Untergurt des Trägers verbindenden Steges. Die mit dem Obergurt eines Doppel-T-Trägers fest vergossene Betonplatte hat in dem bei der Durchbiegung Druckkräfte aufnehmenden Bereich einen wesentlich größere Querschnitt hat als der Obergurt des Stahlträgers und setzt daher den auftretenden Druckkräften einen wesentlich größeren Widerstand entgegen als allein der Obergurt des Stahlträgers.

Die mit dem Obergurt fest verbundene Betonplatte lässt damit nur eine geringe Stauchung des Obergurtes zu, die neutrale Linie verschiebt sich im Steg in Richtung des Obergurtes und für die Aufnahme der Zugkräfte steht ein größerer Querschnittsteil des Stahlträgers zu Verfügung, wobei durch die Verschiebung der neutralen Linie auch bei gegebener Dehnung des Untergurtes der Widerstand gegen eine Durchbiegung erhöht wird. Mit anderen Worten, die Durchbiegung wird bei gegebener Belastung erheblich verringert, das System insgesamt also biegsteifer.

[0005] Ein solcher Verbundträger, der an seinen beiden Enden auf entsprechenden Auflagerflächen aufliegt, stellt gleichzeitig ein schwingungsfähiges Gebilde dar. Dabei nimmt die Resonanzfrequenz eines solchen schwingungsfähigen Gebildes mit der Erhöhung der Gesamtmasse des Systems und der Vergrößerung des Abstandes der Auflagepunkte immer weiter ab und gerät hierdurch in einen Frequenzbereich, innerhalb dessen auch typische Belastungen durch Menschen, Fahrzeuge und sonstige Maschinen auftreten. Von Brücken ist dieses Resonanzphänomen auch Laien bekannt, da zum Beispiel marschierende Kolonnen nicht im Gleichschritt über Brücken hinweggehen dürfen, weil unter Umständen die Schrittfrequenz mit der Resonanzfrequenz der Brücke übereinstimmen und diese dadurch zum Einsturz gebracht werden könnte.

[0006] Auch Hallen, die von Fahrzeugen, zum Beispiel Gabelstaplern, befahren werden oder in denen sich größere Menschenmengen aufhalten und bewegen, sollten möglichst keine tragenden Elemente haben, deren Resonanzfrequenz im Bereich zwischen einem halben und z. B. drei Hertz liegen.

[0007] Andererseits lassen sich jedoch bei den gegebenen Spannweiten, Massen und Materialeigenschaften (jedenfalls der gängigen Materialien wie Stahl und Beton) Eigenfrequenzen in dem angesprochenen Bereich nicht immer ausschließen. Die Stahlträger und eventuell auch die Betondecken für solche Verbundträger werden daher oftmals überdimensioniert, um bei gegebenen Belastungen die Schwingungsamplituden zu verkleinern und um auch eventuell im Resonanzbereich auftretenden Belastungen standzuhalten.

[0008] Die DE-A 2 241 327 beschreibt einen Verbundträger mit einem ersten Element, das gegenüber einem zweiten Element begrenzt bewegbar ist. Der darin beschriebene verstärkte Träger aus Stahl und/oder Beton ist als Druckglied ausgebildet und dient nur der Verstär-

kung des Trägers und nicht der Schwingungsdämpfung.

[0009] Auch die BE-A-795 916 und die FR-A-2 128 569 zeigen Verbundträger mit gegeneinander beweglichen Elementen. Bei der BE-A-795 916 ist diese Beweglichkeit auf die Montage des Verbundträgers beschränkt. Im montierten Zustand ist keine Beweglichkeit mehr gegeben. Bei der FR-A-2 128 569 hat ein erstes Element in der Tat ein wenig Spiel gegenüber einem zweiten Element. Dies dient aber vielmehr dem Ausgleich von nicht angepaßten Ausdehnungskoeffizienten und nicht der Schwingungsaufnahme bzw. Übertragung.

[0010] Gegenüber dem vorstehend beschriebenen Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, einen Verbundträger mit den eingangs genannten Merkmalen zu schaffen, der hinsichtlich seines Schwingungsverhaltens verbessert ist.

[0011] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß mindestens ein Abschnitt des ersten oder zweiten Elements gegenüber dem jeweils anderen Element oder aber gegenüber einem dritten, mit dem ersten oder zweiten Element verbundenen Element begrenzt bewegbar ist, und daß ein energieabsorbierendes Dämpfungsmaterial zwischen den beweglichen Elementen bzw. Abschnitten der Elemente angeordnet ist, in welchem bei einer Relativbewegung der betreffenden Abschnitte Reibungswärme erzeugt und damit Bewegungsenergie verbraucht wird.

[0012] Nach wie vor sind das auf Druck belastbare Element und das auf Zug belastbare Element fest miteinander verbunden, erfindungsgemäß wird aber dennoch sicher gestellt, daß bei den auftretenden Belastungen zumindest Abschnitte des ersten und zweiten Elementes sich relativ zueinander bewegen, wodurch Reibung erzeugt und jede Bewegung und insbesondere auch Schwingungen im Resonanzbereich gedämpft werden.

[0013] Dabei ist es allerdings nicht zwingend notwendig, daß sich das erste und zweite Element (abschnittsweise) relativ zueinander bewegen, sondern man erreicht den gleichen Effekt auch, wenn ein drittes (oder weiteres) Element mit dem ersten oder zweiten Element im wesentlichen fest verbunden ist und dabei die erwähnte abschnittsweise Relativbewegung und damit eine entsprechende Reibung zuläßt. In beiden Fällen wird jede Bewegung des Verbundträgers durch diese Reibung gedämpft. Dabei reicht es aus, wenn das Bewegungsspiel der gegeneinander bewegbaren Abschnitte in der Größenordnung von einigen zehntel Millimetern liegt und zum Beispiel mindestens 0,1 mm beträgt. Vorrangig sollte jedoch die maximale Verschiebung der Elemente gegeneinander bei einer zulässigen statischen Höchstbelastung mindestens 0,5 mm betragen, wobei dieses Spiel als Differenz der Positionen ohne und mit Belastung zu verstehen ist.

[0014] Auch bei sehr großen Spannweiten sollte es jedoch im allgemeinen ausreichen, wenn das maximale Bewegungsspiel 10 mm nicht übersteigt.

[0015] Es versteht sich, daß für eine wirksame Dämpfung die gegeneinander bewegbaren Abschnitte der erwähnten Elemente in Reibeingriff miteinander stehen müssen, wobei dieser Reibeingriff direkt zwischen den

5 Oberflächen der Elemente vorhanden sein kann, aber auch ein indirekter Reibeingriff vorgesehen sein kann, beispielsweise durch irgendeine geeignete Zwischenschicht zwischen den begrenzt gegeneinander bewegbaren Abschnitten der Elemente.

[0016] Dabei ist eine Ausgestaltung der Erfindung bevorzugt, bei welcher der Reibeingriff durch Klemmschrauben sichergestellt wird, welche in jeweils mindestens einem der hierdurch verbundenen Elemente in einem Befestigungloch mit Spiel aufgenommen sind, da 15 diese Klemmschrauben keine feste, unverrückbare Verbindung zwischen den beiden Elementen schaffen sollen, sondern lediglich die Teile so fest aneinander drücken sollen, daß bei einer dennoch auftretenden Relativbewegung zwischen ihnen erhebliche Reibungskräfte 20 zu überwinden sind.

[0017] Um entsprechende Reibungseffekte zu erzielen, ist es zweckmäßig, wenn das erste Element und das zweite Element an mindestens zwei deutlich von einander beabstandeten Punkten miteinander starr verbunden sind und zwischen diesen Punkten keine starre Verbindung aufweisen. Bei dem eingangs als Stand der Technik beschriebenen System aus Doppel-T-Träger und Betonplatte sollten entsprechende Verbindungen zwischen diesen beiden Elementen, das heißt, Kopfbolzen 25 auf dem Doppel-T-Träger, nur in den Endabschnitten des Doppel-T-Trägers vorhanden sein, so daß in dem übrigen Bereich, also über mehr als 70% der Länge des T-Trägers hinweg, keine feste Verbindung zwischen Träger und Betonplatte vorgesehen ist. Daß bei der Belastung eines solchen Verbundträgers Relativbewegungen 30 zwischen dem Obergurt und der darauf aufliegenden Betondecke auftreten, wird noch im Zusammenhang mit den Figuren erläutert und beschrieben werden.

[0018] Zweckmäßig kann es jedoch außerdem sein, 40 wenn, insbesondere bei der Verbindung mit einem dritten Element, der Abstand der starr miteinander zu verbindenden Punkte der Elemente wählbar ist. Dieser Abstand kann dann so gewählt werden, daß die Eigenfrequenz des dritten Elementes sich deutlich von der typischerweise auftretenden Belastungsfrequenz und der Eigenfrequenz des Grundelementes unterscheidet. Außerdem sollte die Eigenfrequenz des Grundelementes auch zu etwaigen Harmonischen der Grundfrequenz des dritten Elementes beabstandet sein. Mit der zusätzlichen Anordnung von Dämpfungsmaterial zwischen diesem andersfrequent, meist mit niedrigerer Frequenz, schwingungsfähigen Gebilde und dem ersten und/oder zweiten Element werden dann die auftretenden Bewegungen noch besser gedämpft, was insgesamt zu einem sehr starren und nur wenig schwingungsfähigem 45 Gesamtverbund führt, was es zum Beispiel auch möglich macht, sowohl Träger als auch Betonplatte geringer zu dimensionieren, was wiederum günstige Auswirkun-

gen bezüglich der Erhöhung der Resonanzfrequenz hat, vor allem aber zu einer beträchtlichen Kostensparnis führt.

[0019] Als günstig hat es sich dabei erwiesen, wenn die Masse des Schwingungstilgers (= drittes Element) etwa 3% der Masse des Gesamtsystems beträgt und deutlich langsamer als das Grundsystem (ohne Schwingungstilger) schwingt.

[0020] Auch wenn die vorliegende Erfindung hier in Verbindung mit der konkreten Ausführungsform eines Verbundträgers, bestehend aus einem Doppel-T-Träger und einer darauf aufliegenden und mit diesem verbundenen Betonplatte, beschrieben worden ist, so versteht es sich, daß die Erfindung generell auf alle Typen von Verbundträgern anwendbar ist, bei denen ein auf Zug belastbares bzw. ein Zuglast aufnehmendes und ein auf Druck belastbares bzw. Drucklasten aufnehmendes Element miteinander verbunden sind, unabhängig von der konkreten Ausgestaltung dieser beiden Elemente. Es versteht sich deshalb, daß das auf Zug belastbare Element auch ein (Rechteck-) Rohr oder ein Fachwerkträger sein kann, bzw. ein Doppel-T-Träger, dessen Steg als Fachwerk ausgebildet ist. Die Beschreibung erfolgt jedoch weiterhin anhand der Ausführungsform mit einem Verbund aus Doppel-T-Träger mit einer aufliegenden Betonplatte.

[0021] Dabei ist es zweckmäßig, wenn die zwischen Steg und Ober- bzw. Untergurt gebildeten Freiräume eines Doppel-T-Trägers mit Kammerbeton ausgefüllt sind, beispielsweise zum Zwecke des Brandschutzes, um den Steg und den Obergurt je nach feuerpolizeilichen Bestimmungen eine hinreichend lange Zeit vor einer Erhitzung im Falle eines Brandes zu schützen. In den Kammerbeton kann eine zusätzliche, Zugkräfte aufnehmende Bewehrung eingelegt sein und auch hier kann die Verbindung zwischen Kammerbeton und Bewehrung so ausgestaltet werden, daß abschnittsweise eine Relativbewegung, sei es zwischen Kammerbeton und Steg oder Gurten, sei es zwischen Kammerbeton und Bewehrung oder gegenüber beiden, möglich ist.

[0022] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung trägt dadurch zu einer weiteren Verbesserung und Optimierung des Schwingungsverhaltens bei, daß ein drittes Element vorgesehen ist, dessen Masse mindestens 3 % der Masse des auf Zug belastbaren, ersten Elements beträgt und daß dieses dritte Element über mindestens teilweise auf Druck belastete Elastomerfedern an dem ersten oder zweiten Element aufgehängt bzw. auf einem dieser Elemente gelagert ist.

[0023] Neben den zuvor beschriebenen Ausführungsformen, bei welcher ein drittes Element über ausschließlich auf Scherung beanspruchte Elastomerblöcke an dem Untergurt eines Stahlträgers aufgehängt ist, hat es sich als günstig erwiesen, wenn derartige Elastomerblöcke und die entsprechenden dritten Elemente so angeordnet werden, daß die Elastomerelemente mindestens teilweise auf Druck belastet werden. Weiterhin hat es sich als günstig erwiesen, wenn die Masse eines

solchen dritten Elements mindestens 3 % und vorzugsweise zwischen 4 und 10 % der Masse des auf Zug belasteten ersten Elementes beträgt, letzteres ist im allgemeinen ein Doppel-T-Stahlträger, auf dessen Ober- oder Unterflansch eine Stahlbetonplatte aufliegt.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist das dritte Element als kompakte, blockförmige Tilgermasse ausgebildet, wobei der Begriff "Tilgermasse" zum Ausdruck bringen soll, daß durch diese Masse Schwingungen aufgefangen bzw. "getilgt" werden.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist diese Tilgermasse in einer Aussparung im Kammerbeton eines Doppel-T-Trägers vorgesehen, der das auf Zug belastbare erste Element darstellt. Dieser Block ist relativ zu dem Kammerbeton in seiner Aussparung bewegbar und auf Elastomerfedern in der Aussparung gelagert. Es versteht sich, daß der Block in der betreffenden Aussparung ein gewisses Spiel haben muß, um sich relativ zu dem Träger und dem übrigen Kammerbeton bewegen zu können, um Schwingungen aufzunehmen. Abgesehen von entsprechenden Fugen zwischen Tilgermasse und den Wänden der Aussparung im Kammerbeton ist dabei allerdings die Tilgermasse bzw. der Block aus Tilgermasse so ausgebildet, daß er den Steg eines entsprechenden Doppel-T-Trägers im Bereich der Aussparung nahezu vollständig abdeckt und so die Wirkung als Feuerschutz für den Stahlträger behält. Vorzugsweise besteht der eingefügte, die Tilgermasse bildende Block ebenfalls aus Beton. Bei einer anderen Ausführungsart wird der Feuerschutz nicht durch den Kammerbeton gebildet und die Tilgermasse aus Beton dient nur zur Verringerung der Schwingungen.

[0026] Gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung ist eine am Untergurt eines Doppel-T-Stahlträgers aufgehängte Unterspannung vorgesehen, welche die Tilgermasse bildet oder trägt. In einer bevorzugten Ausgestaltung weist diese Unterspannung ein Zugband auf, welches trapezförmig und somit teilweise parallel zum Untergurt weggespannt ist, wobei zwei stabförmige, an den Enden der kurzen parallelen Trapezseiten ansetzende und auf Druck belastbare Teile das Zugband im Abstand zum Untergurt halten. Die betreffenden stabförmigen Teile können Leisten, Stäbe, Stangen oder auch plattenförmige Elemente sein.

[0027] Zweckmäßigerweise besteht das Zugband aus einem Stahlteil, vorzugsweise einem Flachstahlelement oder Rundstahlelement. An der Unterspannung bzw. an dem parallel zum Untergurt verlaufenden Zugbandabschnitt ist eine Tilgermasse angeordnet, wobei auch das Zugband selbst entsprechend massiv ausgebildet sein und als Tilgermasse dienen kann. Diese Tilgermasse ist zusätzlich an stab- oder leistenförmigen Elementen befestigt, die sich zum Untergurt des Doppel-T-Trägers und gegebenenfalls durch Bohrungen in diesem hindurch erstrecken, so daß die Tilgermasse mit Hilfe dieser Stäbe und über zwischengeschaltete Ela-

stomerfedern an dem Doppel-T-Träger aufgehängt ist. Dabei kann die Aufhängung auch an einem gegebenenfalls an dem Doppel-T-Träger vorgesehenen Kammerbeton angeordnet sein. Beispielsweise kann der Kammerbeton abschnittsweise in einen oberen und einen unteren Lagerbock aufgeteilt sein, wobei die auf Zug belastbaren Stangen, welche die Tilgermasse tragen, an dem oberen Lagerbock befestigt sind, der untere Lagerbock z. B. auf dem Untergurt des Doppel-T-Trägers aufliegt und Elastomerfedern in einem Spalt bzw. Zwischenraum zwischen dem oberen und dem unteren Lagerbock angeordnet sind. Dabei ist eine Ausführungsform der Erfindung besonders bevorzugt, bei welcher zwei Abschnitte eines Spaltes zwischen dem oberen und dem unteren Lagerbock V-förmig relativ zueinander geneigt verlaufen, wobei in diesen relativ zueinander geneigt verlaufenden Abschnitten die Elastomerfeder-elemente angeordnet sind. Dies führt in der Belastungssituation zu einer kombinierten Druck- und Scherbelastung der Elastomerfeder-elemente, wobei im Falle von Relativbewegungen in Längsrichtung der Spalte die zusätzlich aufgeprägte Scherverformung der Elastomerfedern stark energieabsorbierend und dämpfend wirkt.

[0028] Weiterhin hat es sich als günstig erwiesen, zwischen relativ zueinander beweglichen Teilen des Verbundträgers und/oder des dritten Elementes Zwischenschichten mit definierter Reibung in Kombination mit Gleitfolien oder dergleichen anzuordnen.

[0029] Die reibenden Zwischenschichten werden z.B. aus zwei Edelstahlplatten gebildet, deren benachbarte Flächen aufgerauht sind und die mit einem bestimmten Anpreßdruck aufeinander reiben. Der Anpreßdruck kann durch eine vorgespannte Schraubverbindung in jedem Anwendungsfall genau eingestellt werden, wobei die Schraubenlänge und der Schraubendurchmesser so bestimmt werden, daß bei der erzeugten Horizontalverschiebung in der Schraube zulässige Biegebeanspruchungen auftreten.

[0030] Die reibenden Schichten können auch aus Kunststoffplatten, deren Oberflächen aufgerauht sind, bestehen.

[0031] Bei einer anderen Ausführungsart werden die Reibflächen aus Kunstrarzanstrichen gebildet, in die feiner Quarzsand eingestreut ist.

[0032] Zwischen den Berührungsflächen mit erhöhter Reibung befinden sich Gleitflächen mit sehr geringer Reibung, die aus Gleitfolien oder gleitfähigen Anstrichen gebildet werden.

[0033] Das Wesen der Erfindung sowie weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten derselben werden noch deutlicher anhand der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen und der dazugehörigen Figuren. Es zeigen:

Figur 1 einen Längs- und einen Querschnitt durch einen Verbundträger,

Figur 2a bis g, schematisch die Kräfte, Momente

und Relativbewegungen, die Druck- und Zugelement gemäß der vorliegenden Erfindung erfahren,

einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform mit einem zusätzlichen dritten Element, eine Abwandlung der Ausführungsform gemäß Figur 3, ein Beispiel eines Dämpfungselementes,

eine Seitenansicht eines Verbundträgers mit Unterspannung einen Querschnitt durch den unteren Bereich eines Verbundträgers nach Figur 6,

im linken Teilbild eine Längsansicht und im rechten Teilbild eine Querschnittsansicht eines Verbundträgers, der als Tilgermasse einen Block aus Beton aufweist, und

einen Teilquerschnitt durch einen Verbundträger mit speziellen Reibungselementen.

5 Figur 3

Figur 4

10 Figur 5

Figur 6

15 Figur 7

Figur 8

20

Figur 9

25

[0034] Man erkennt in Figur 1 im linken Teilbild einen Längsschnitt und im rechten Teilbild einen Querschnitt durch einen Verbundträger, der im wesentlichen aus einem Doppel-T-Träger 1 aus Stahl und einer darauf aufliegenden, fest mit dem Obergurt 3 verbundenen Betonplatte 2 besteht. Ein energieabsorbierendes Dämpfungselement ist mit 13 bezeichnet.

[0035] Der Doppel-T-Träger 1 besteht aus einem Obergurt 3 (auch oberer Flansch genannt), einem Steg 4 und einem Untergurt 5 (unterer Flansch). Wie man im Längsschnitt erkennen kann, sind die beiden Endabschnitte des Obergurtes 3 mit mehreren Kopfbolzen 6 versehen, die eine feste Verankerung der Betonplatte 2 am Obergurt 3 bzw. an dem Doppel-T-Träger sicherstellen sollen.

[0036] An den beiden Enden des Doppel-T-Trägers 1 sind in der üblichen Weise Auflagerpunkte 7 in Form von Dreiecken schematisch angedeutet. Figur 2 zeigt in den Teilbildern a bis f Kräfte und Momentenverteilungen sowie horizontale Verschiebungen zwischen Bereichen des Doppel-T-Trägers 1 und der Betonplatte 2. In Figur 2a ist in vertikaler Richtung die Normalkraftkurve der Betondruckplatte über der Länge des Trägers aufgezeichnet. Wie man erkennt, steht die Betonplatte 2 unter einer konstanten Druckspannung, die konventionsgemäß mit einem negativen Vorzeichen gekennzeichnet wird. Darunter erkennt man in Figur 2b die Momentenlinie des Doppel-T-Trägers, zunächst noch ohne Berücksichtigung der Ankopplung an die Betonplatte, jedoch bei einer unterstellten, gleichmäßigen Belastung von oben. Das auftretende Biegemoment ist entsprechend den üblichen Konventionen positiv, wird jedoch

nach unten aufgetragen. Dabei ergibt sich für die Momentenlinie im wesentlichen eine Parabelform mit einem Scheitelpunkt in der Mitte zwischen den zwei Auflagerpunkten 7.

[0037] Über die Kopfbolzen und die Betondruckplatte 2 wird jedoch der Durchbiegung des Doppel-T-Trägers 1 eine Gegenkraft entgegengesetzt, weil aufgrund der Durchbiegung die Kopfbolzen 6 von den beiden Enden her tendenziell aufeinander zubewegt werden, wobei dieser Bewegung jedoch die weitgehende Inkompressibilität der Betonplatte 2 entgegensteht. Da in der Betonplatte 2 in Längsrichtung eine gleichmäßige Druckverteilung herrscht, werden demnach auf die Kopfbolzen 6 an den beiden entgegengesetzten Enden entgegengesetzt wirkende, die Kopfbolzen voneinander wegdrückende Kräfte ausgeübt, die bezüglich der neutralen Linie 17 des Doppel-T-Trägers 1 effektiv über einen Hebel angreifen. Dies bewirkt ein konstantes, im Vergleich zu der vorher betrachteten Durchbiegung entgegengesetztes, Biegemoment, welches in Figur 2c wiedergegeben ist. Die Gesamtmomentenlinie, die sich aus der Überlagerung der Durchbiegungsmomentenlinie gemäß Figur 2b und durch die Ankopplung an die Betondruckplatte 2 ergibt, ist in Figur 2d wiedergegeben. Figur 2e zeigt die Normalkraftlinie des Stahlträgers der aus Gründen des Gleichgewichts zur Betondruckkraft einer Zugbelastung ausgesetzt ist.

[0038] Aus diesen auf den Doppel-T-Träger wirkenden Momenten und Normalkräften kann man leicht die horizontale Bewegung bestimmter Abschnitte des Obergurtes ableiten. Dabei wird vorausgesetzt, daß sich der Abstand der Auflagerpunkte 7 nicht verändert und daß bei der Durchbiegung bzw. beim Einwirken der Biegemomente gemäß Figur 2d der Untergurt 5 gedehnt und der Obergurt 3 gestrafft wird. Dies ist in Figur 2f anschaulich für drei verschiedene Punkte dargestellt. Ganz links erkennt man in Figur 2f, daß dort, wo das Biegemoment 0 ist, nur eine konstante Dehnung des Stahlträgers infolge der Normalkraft gemäß Figur 2e auftritt. In der Mitte des Trägers, wo das Biegemoment am größten ist, stellt man am Obergurt 3 eine Stauchung und am Untergurt 5 eine Dehnung fest, wie dies durch die negativen bzw. durch die positiven Kennzeichen im rechten Teilbild der Figur 2f zu erkennen ist. Dieses Bild ist jedoch unsymmetrisch, da aufgrund der Wirkung der Betonplatte 2 im Stahlträger eine zusätzliche Dehnung entsteht.

[0039] In einer dazwischenliegenden Position fällt die Stauchung noch geringer aus, da das Biegemoment hier kleiner ist.

[0040] Betrachtet man zwei zwar in der Nähe der Mitte des Doppel-T-Trägers angeordnete, aber in Längsrichtung voneinander beabstandete Punkte, deren Abstand jedoch klein genug ist, so daß die Stauchung in dem Bereich zwischen den beiden Punkten näherungsweise als konstant angesetzt oder durch einen Mittelwert der Stauchung an den beiden Punkten ersetzt werden kann, so erkennt man, daß sich aufgrund der stär-

keren Stauchung in der Mitte diese beiden Punkte stärker aufeinander zubewegen werden als zwei beliebige andere Punkte im gleichen Abstand in Längsrichtung an irgendeiner anderen Stelle auf der Oberfläche des

5 Obergurtes 3. In der Nähe des Momentennulldurchgangs treten im Obergurt 3 sogar Dehnungen auf. Dagegen steht die Betonplatte 2 über ihre ganze Länge hinweg unter einer konstanten Druckspannung, so daß sich entlang der gesamten Länge der Unterseite um einen bestimmten Abstand voneinander entfernte Punkte 10 aufgrund der Druckspannung überall um denselben festen Betrag einander annähern. Da der Obergurt 3 und die Betonplatte 2 in dem Bereich zwischen den Kopfbolzen nicht starr miteinander verbunden sind, ergibt sich 15 aus dem Vergleich der Bewegung von Punkten auf der Oberseite des Obergurtes 3 und der Unterseite der Betondruckplatte 2 zwingend, daß Relativbewegungen zwischen diesen aneinander anliegenden Flächen auftreten müssen, die dementsprechend auch Reibung 20 verursachen. In Figur 2g ist schematisch der Betrag der Relativverschiebung über der Länge des Trägers aufgetragen. Man erkennt, daß an den Rändern und in der Mitte nur relativ geringfügige Relativbewegungen auftreten, während an Punkten dazwischen die Kurve der 25 Relativbewegung jeweils über ein Maximum verläuft. Dieses Maximum sollte jeweils mindestens in der Größenordnung von einigen zehntel Millimetern liegen, um für eine wirkungsvolle Dämpfung hinreichend Energie abführen zu können.

30 **[0041]** Eine weitere Ausführungsform der Erfindung zeigt Figur 3. In diesem Fall ist als drittes Element eine zusätzliche untere Grundplatte 10 an dem Untergurt 5 befestigt. Eine feste Verbindung 11, zum Beispiel durch Schweißen, ist wiederum nur an den Enden der Grundplatte 10 und dem Untergurt 5 hergestellt. In den Zwischenbereichen sind Relativverschiebungen möglich, wobei Klemmschrauben 12 dafür Sorge tragen, daß die beiden Elemente 10, 5 auf jeden Fall in Reibeingriff miteinander bleiben.

35 **[0042]** Bei Betrachtung der Momentenlinien ähnlich den Überlegungen zu Figur 2 stellt man auch hier eine Relativbewegung zwischen der Oberseite der Grundplatte 10 und der Unterseite des Obergurtes 5 fest, wenn der gesamte Verbundträger abwechselnd be- und 40 entlastet wird.

45 **[0043]** Eine Variante dieser Ausführungsform ist in Figur 4 dargestellt, wobei über die Verbindung 11 zwischen der Grundplatte 10 und dem Untergurt 5 bewußt ein Abstand zwischen der Grundplatte 10 und dem Untergurt 5 hergestellt wird, so daß ein Spalt oder eine Lücke 15 entsteht. In diesen Spalt können unterschiedliche Dämpfungsglieder eingelegt werden, zum Beispiel ein Schlauch, der mit einem zähflüssigen Material, einem Gel oder dergleichen gefüllt ist. Beim Durchbiegen des 50 Verbundträgers gemäß Figur 5 treten wiederum Relativverschiebung und auch Verformungen, insbesondere eine Verengung des Spaltes 15 auf, so daß auch hier wieder Verformungs- und Reibungsarbeit geleistet wird,

was die Bewegungen stark dämpft und das Auftreten von Resonanzschwingungen zumindest aber große Resonanzamplituden weitgehend verhindert. Wenn die Grundplatte 10 breiter als der Untergurt 5 ausgeführt wird, können beidseitig des Untergurtes 5 an diesem und an der Grundplatte 10 Elastomerblöcke 18 befestigt werden, die bei einer Relativverschiebung zwischen Untergurt 5 und Grundplatte 10 Scherkräfte aufnehmen. Wie sich herausgestellt hat, wirken Elastomerblöcke in dieser Anordnung gerade bei Belastung mit Scherkräften besonders gut dämpfend. Eine entsprechende Ausführungsform ist in Figur 5a dargestellt, welche den unteren Teil eines Verbundträgers im Schnitt zeigt. Man erkennt vom Doppel-T-Träger noch den Steg 4 und den Untergurt 5. Seitlich am Untergurt 5 sind zwei Elastomerblöcke 18 befestigt, die auf ihren dem Untergurt 5 abgewandten Seiten jeweils mit einer (Stahl-)Schiene 19 fest verbunden sind, welche wiederum auf die Grundplatte 10 aufgeschweißt sind. Diese ist in diesem Fall breiter als der darüber liegende Untergurt 5 und, wie z. B. in Figur 3 oder 4 dargestellt, an ihren Endabschnitten mit dem Untergurt 5 fest verbunden. Die Elastomerblöcke 18 und die Schienen 19 erstrecken sich im wesentlichen über die gesamte Länge der Grundplatte, mindestens jedoch entlang derjenigen Bereiche, wo die stärksten Relativbewegungen zwischen Grundplatte 10 und Untergurt 5 auftreten.

[0044] In beiden Ausführungsformen gemäß Figur 3 und 4 sind neben den Befestigungsteilen 11 auch Klemmschrauben 12 vorgesehen, mit deren Hilfe gemäß Figur 3 die Grundplatte 10 fester an den Untergurt 5 angepresst werden soll, um die Reibungskräfte entsprechend groß zu machen. Zweckmäßigerweise sind diese Klemmschrauben gerade dort angeordnet, wo die stärksten Relativbewegungen zwischen dem Untergurt 5 und der Grundplatte 10 auftreten.

[0045] Bezüglich der Ausführungsform gemäß Figur 4 ist zu beachten, daß die Grundplatte 10 dort frei gespannt ist und wie eine Saite schwingen kann. Die Klemmschrauben 14 sind in diesem Fall in erster Linie dafür vorgesehen, die Eigenfrequenz der schwingungsfähigen Grundplatte 10 zu erhöhen.

[0046] Mit dem erfundungsgemäßen System gelingt es unter anderem, bei gegebenen Spannweiten die Eigenfrequenz des Systems zu erhöhen, da leichtere Bauelemente verwendet werden können, was gleichzeitig Preisvorteile bietet.

[0047] Dies ist dadurch möglich, daß aufgrund der bewußt vorgesehenen Reibung zwischen einzelnen Elementen des Verbundträgers eventuell auftretende Schwingungen bzw. Schwingungsanregungen stark gedämpft werden, so daß der Träger bei allen praktisch vorkommenden Belastungen nie in gefährliche, die Belastungsgrenze übersteigende Resonanzschwingungen gerät. Der Träger kann deshalb leichter und mit geringerem Profilquerschnitt gewählt werden, als dies aufgrund der Sicherheitsauslegung nach herkömmlichen Kriterien möglich ist.

[0048] Man erkennt in Figur 6 in einer Seitenansicht bzw. in einem Längsschnitt einen Verbundträger, der aus einem Doppel-T-Stahlträger 1 und einer darauf befestigten Betonplatte 2 besteht. Die beiden Enden des

5 Trägers 1 liegen auf Auflagern 7 auf. Die Verbindung zwischen Stahlträger 1 und Betonplatte 1 erfolgt, wie auch bei den vorherigen Ausführungsformen, in der Nähe des Auflagerbereiches durch in den Beton hineinragende und an den Obergurt des Stahlträgers ange-

10 schweißte Kopfbolzen.

[0049] Am Untergurt 5 des Stahlträgers 1 ist ein trapezförmig weggespanntes Zugband 21 mit seinen beiden Enden in der Nähe der Auflagerpunkte 7 befestigt. Zwei starre Stäbe, Platten oder Stege 22 spannen das

15 Zugband 21 nach unten weg in die erwähnte Trapezform. Das Zugband kann aus einem platten- oder bandförmigen Stahlelement bestehen. Im mittleren Bereich, in welchem das Zugband 21 ansonsten zwischen den beiden Endpunkten der kurzen Trapezseite durchhängt

20 würde, ist es über Stäbe oder Platten 23 und zwischengeschaltete Elastomerfedern 27 an dem Untergurt 5 des Stahlträgers 1 aufgehängt. Bei Schwingungsbewegungen kann das Zugband 21 in dem mittleren, zwischen den Stäben 22 frei gespannten Bereich Relativbewegungen zum Stahlträger 1 ausführen, wobei bei

25 der Ausgestaltung des Zugbandes 21 darauf zu achten ist, daß die Eigenfrequenz des so angeordneten Zugbandes deutlich von der Eigenfrequenz des aus Stahlträger 1 und Betonplatte 2 bestehenden Verbundträgers 30 abweicht. Dies führt bei Schwingungen, welche auf die Betonplatte bzw. den Verbundträger übertragen werden, zu Relativbewegungen zwischen dem Zugband 21 und dem Untergurt 5 des Stahlträgers 1 bzw. bezüglich des gesamten Stahlträgers 1, wobei die zwischengeschalteten Elastomerfedern 27 entsprechende Kräfte 35 aufnehmen und Energie absorbieren.

[0050] Eine bevorzugte Möglichkeit der Aufhängung des Zugbandes 21 im mittleren Bereich zwischen den Stäben 22 erkennt man im Querschnitt gemäß Figur 7.

40 Auf dem Untergurt 5 des Doppel-T-Trägers 1 befindet sich ein unterer Lagerbock 25, wobei dieser Lagerbock 25 aus zwei getrennten Abschnitten bestehen kann, welche auf je einer Seite des Steges vorgesehen sind, wobei andererseits jedoch auch Aussparungen im Steg

45 vorgesehen sein können, durch welche mindestens abschnittsweise eine Verbindung zwischen den beiderseits des Steges 4 angeordneten Lagerbockteilen 25 hergestellt werden kann. Der untere Lagerbock 25 hat zwei relativ zueinander V-förmig abfallende Wände, die auch 50 durch einen horizontalen unteren Abschnitt miteinander verbunden sein können.

[0051] Der obere Lagerbock 26 ist komplementär hierzu ausgebildet, hat also im Querschnitt eine Trapezform mit zwei V-förmig relativ zueinander verlaufenden

55 Außenwänden, welche dieselbe Steigung haben wie die V-förmig verlaufenden Innenwände des unteren Lagerbockes 25, wo daß beide Lagerböcke 25, 26 komplementär zueinander passen. Wird der Lagerbock 26 re-

lativ zum Lagerbock 25 angehoben, so ergeben sich zwischen den schräg verlaufenden Außenwänden entsprechende Spalte, in welchen elastomere Federn 27 bzw. Elastomerblöcke angeordnet sind. Über Stangen 28 und gegebenenfalls noch Querstreben sind die Stäbe oder Stegplatten 23, an welchen wiederum die Tilgermasse bzw. das Zugband 21 hängt, mit dem oberen Lagerbock 26 verbunden. Dementsprechend werden Relativbewegungen des Zugbandes oder der Tilgermasse 21 gegenüber dem Untergurt 5 des Verbundträgers 1 bzw. gegenüber dem gesamten Verbundträger 1 über die Stegplatten 23, die Stangen 28, Querstreben und den oberen Lagerbock 26 von den Elastomerfedern 27 aufgefangen. Dabei wird die auftretende Schwingungsenergie absorbiert, und die Schwingungen werden stark gedämpft. Dies gilt sowohl für Relativbewegungen in horizontaler als auch in vertikaler Richtung, wobei auch die winkelige Ausrichtung der Elastomerfedern 27 relativ zueinander dazu beiträgt, daß die Bewegungen in jeder beliebigen Richtung gedämpft werden.

[0052] In Figur 8 ist eine andere Variante eines Schwingungsdämpfungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt. Im linken Teilbild erkennt man wiederum den Verbundträger in einer Längsseitenansicht auf zwei Auflagern 7, während das rechte Teilbild einen Querschnitt durch den Verbundträger im Bereich der Federn 27 eines Schwingungstilgerblockes 30 zeigt.

[0053] Der Verbundträger 1 gemäß Figur 8 besteht aus der oberen Betonplatte 2 und einem Doppel-T-Stahlträger 1. Die Verbindung zwischen diesen beiden Elementen erfolgt in derselben Weise wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsformen. In dem in Figur 8 dargestellten Ausführungsbeispiel sind die zwischen Obergurt 3, Untergurt 5 und Steg 4 definierten Zwischenräume mit sogenanntem "Kammerbeton" 32 ausgefüllt, der noch mit einer Bewehrung 8 versehen ist. Dieser Kammerbeton 32 bildet einerseits eine optische Verkleidung des Stahlträgers 1, dient aber vor allem einem Schutz des Stahlträgers 1, insbesondere bei einem etwaigen Brand. Wenn Stahlträger im Falle eines Brandes einer direkten Flammeneinwirkung oder allgemein starker Hitze ausgesetzt sind, können sie aufgrund der möglicherweise auftretenden, hohen Temperaturen rasch an Festigkeit verlieren, so daß der Verbundträger dann insgesamt unter der vorhandenen Last bricht. Damit ein derartiges Versagen von Verbundträgern im Falle von Bränden möglichst nicht allzufrüh auftritt und damit genügend Zeit für Rettungs- und Schutzmaßnahmen verbleibt, werden die durch den Träger definierten Freiräume mit dem Kammerbeton 32 gefüllt, der dann mindestens den Steg des Trägers für eine gewisse Zeit gegen Hitzeeinwirkung schützt, so daß ein derart geschützter Verbundträger einer Hitzeeinwirkung im Falle eines Brandes längere Zeit standhält, ohne unter der vorhandenen Last nachzugeben.

[0054] Bei dieser weiteren Ausführungsform, die sich auf derartige, mit Kammerbeton gefüllte Doppel-T-Träger bezieht, ist eine Aussparung in dem Kammerbeton

vorgesehen, in welcher ein als Tilgermasse dienender Block 30 auf Elastomerfedern 27 gelagert ist. Die Aussparung und der Block 30 sind so gestaltet, daß der Block 30 die Aussparung im wesentlichen ausfüllt, wo-

bei jedoch rundum kleine Fugen verbleiben, damit der auf den Elastomerfedern 27 gelagerte Block 30 sich relativ zu dem übrigen Kammerbeton 32 und dem Stahlträger 1 bewegen kann. Ähnlich wie auch bei der vorher beschriebenen Ausführungsform werden dann die möglicherweise auftretenden Schwingungen des Systems durch Relativbewegungen zwischen dem Block 30 und dem übrigen System aufgrund der Kopplung durch die Elastomerfedern 27 gedämpft.

[0055] Dadurch, daß der Block 30 der Form der entsprechenden Aussparung angepaßt ist, übernimmt er in diesem Bereich die Funktion des Kammerbetons 32 als Flammen- bzw. Feuerschutz. Insbesondere ist es zweckmäßig, wenn auch der Block 30 aus Beton besteht. Um in diesem Bereich den Schutz gegen Hitze-

einwirkung noch zu verbessern, kann der Rand der Aussparung auch mit Abstufungen versehen sein, und der Block 30 weist dann entsprechende Vorsprünge auf, so daß Block 30 und Kammerbeton 32 einander im Bereich der Fugen überlappen, so daß die Fugen 31 vollständig abgedeckt sind.

[0056] Wie bereits erwähnt, bestehen die Federn 27 aus Platten oder Blöcken aus einem elastomeren Material, selbstverständlich können jedoch derartige Elastomerfedern auch durch andere gedämpfte Federsystem ersetzt werden, beispielsweise durch eine Kombination normaler Stahlfedern mit Stoßdämpfern, durch hydraulische Mehrkammersysteme, bei welchen durch Relativbewegungen ein Hin- und Herfließen einer Flüssigkeit durch einen Engpaß erzwungen wird etc.

[0057] Figur 9 zeigt ausschnittsweise einen Querschnitt durch den auf Zug belastbaren Stahlträger 1 und ein benachbartes, auf Druck belastbares zweites oder drittes Element 3, welche in einem Bereich, in welchem die Teile 1, 2 prinzipiell um kleine Distanzen gegeneinander verschiebbar sind, dabei jedoch durch eine Spannschraube 12 zusammengehalten werden, die über eine Lastverteilungsplatte 33 ein Paar von aufgerauhten Stahlplatten 34 aneinanderpreßt, von denen eine Platte mit dem ersten Element und die andere Platte

mit dem zweiten Element fest verbunden ist. Durch eine entsprechende Vorspannung der Spannschraube 12 erreicht man, daß eine relativ gut definierbare Reibungskraft erforderlich ist, um die aneinander anliegenden aufgerauhten Reibungsflächen der Stahlplatten 34 aufeinander zu verschieben, wobei die Spannschraube 12 dafür ausgelegt ist, eine während dieser Verschiebung auftretende Biegebeanspruchung aufzunehmen und wobei insbesondere die Schraube 12 mit Spiel durch entsprechende Bohrungen mindestens in den Stahlplatten 34 und der Lastverteilungsplatte 33 und/oder einem oberen Flansch des Elementes 1 aufgenommen ist. Außerhalb des durch die Klemmschraube zusammengehaltenen Bereiches ist eine spezielle Gleitschicht 35

vorgesehen, die z.B. aus Gleitfolien oder einem gut gleitfähigen Anstrich besteht, so daß zu der Kraft, welche erforderlich ist, um in diesem Bereich die Elemente 1 und 2 gegeneinander zu verschieben, nahezu ausschließlich die aufgerauhten Platten 34 beitragen. Diese Platten 34 können selbstverständlich auch aus einem anderen Material als Stahl bestehen und können insbesondere auch Kunststoffplatten sein. Die Platten 34 können auch durch einen Kunsthharzanstrich ersetzt werden, dem z.B. Quarzsand beigemischt ist.

Patentansprüche

1. Verbundträger, bestehend aus einem auf Zug belastbaren ersten Element (1) und einem mit dem ersten Element (1) fest verbundenen zweiten, auf Druck belastbaren Element (2), **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein Abschnitt des ersten oder zweiten Elementes gegenüber dem jeweils anderen, das heißt dem zweiten bzw. dem ersten Element, oder gegenüber einem dritten, mit dem ersten oder zweiten Element verbundenen, Element begrenzt bewegbar ist, und daß ein energieabsorbierendes Dämpfungsmaterial (13, 18) zwischen relativ zueinander beweglichen Abschnitten der Elemente (1, 2, 10) angeordnet ist.
2. Verbundträger nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** das maximale Bewegungsspiel gegeneinander bewegbare Abschnitte der Elemente mindestens 0,1, vorzugsweise mindestens 0,5 mm beträgt.
3. Verbundträger nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** das maximale Bewegungsspiel gegeneinander bewegbare Abschnitte der Elemente (1, 2, 8, 10) höchstens 10 mm beträgt.
4. Verbundträger nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die begrenzt gegeneinander bewegbaren Abschnitte in direktem oder indirektem Reibeingriff miteinander stehen.
5. Verbundträger nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Reibeingriff durch Klemmschrauben (12) hergestellt wird, welche mit Spiel in Löchern aufgenommen sind und die gegeneinander bewegbaren Abschnitte der Elemente (1, 2, 10) gegeneinander drücken.
6. Verbundträger nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** das erste und das zweite Element an mindestens zwei relativ weit voneinander beabstandeten Punkten, vorzugsweise im Bereich der Enden des Verbundträgers, starr miteinander verbunden sind.

7. Verbundträger nach einem der Ansprüche 1 bis **dadurch gekennzeichnet**, daß das dritte Element zwei oder mehr Verbindungselemente in der Nähe seiner Enden oder in unterschiedlichen Abständen aufweist, so daß der größte Abstand zwischen zwei Verbindungselementen wählbar ist.
8. Verbundträger nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß das auf Zug belastbare erste Element (1) ein Doppel-T-Träger ist.
9. Verbundträger nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zwischen Steg (4) sowie Ober-(3) und Untergurt (5) gebildeten Freiräume mit Kammerbeton (16) ausgefüllt sind.
10. Verbundträger nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Nähe des Untergurts (5) im Kammerbeton auf Zug belastete Elemente (8) vorgesehen sind.
11. Verbundträger nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß das auf Zug belastete Element ein Fachwerkträger ist.
12. Verbundträger nach Anspruch 11 und einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Steg eines Doppel-T-förmigen Trägers durch ein Fachwerk gebildet wird.
13. Verbundträger nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß vorzugsweise seitlich am Untergurt 5 und auf einer, vorzugsweise breiter als der Untergurt 5 ausgebildeten, Grundplatte 10 Elastomerblöcke 18 befestigt sind, die bei einer Relativverschiebung zwischen Untergurt 5 und Grundplatte 10 Scherkräfte aufnehmen.
14. Verbundträger, nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß das dritte Element mindestens 3 % der Masse des ersten Elements (1) aufweist und über auf Druck belastete Elastomerfedern (27) an dem ersten oder zweiten Element (1, 2) aufgehängt bzw. auf einem dieser Elemente (1, 2) gelagert ist.
15. Verbundträger nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Masse des dritten Elements zwischen 4 und 20 % der Masse des ersten Elements beträgt.
16. Verbundträger nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, daß das dritte Element als kompakte, blockförmige Tilgermasse ausgebildet ist.
17. Verbundträger nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Kammerbeton eines in Form

- eines Doppel-T-Stahlträgers ausgebildeten ersten Elements (1) eine Aussparung vorgesehen ist, wobei die Tilgermasse in dieser Aussparung auf Elastomerfedern gelagert ist.
18. Verbundträger nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tilgermasse (30) ebenfalls aus Beton besteht und in der hierfür vorgesehenen Aussparung den Steg (4) des Stahlträgers weitgehend abdeckt.
19. Verbundträger nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine am Untergurt (5) (unterer Flansch) eines Doppel-T-Stahlträgers, welcher als erstes Element (1) dient, eine am Untergurt (5) des Stahlträgers aufgehängte Unterspannung (20) vorgesehen ist.
20. Verbundträger nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Unterspannung aus einem parallel vom Untergurt (5) weggespannten Zugband (21) besteht, welches zusammen mit dem Untergurt eine Trapezform definiert, wobei zwei stabförmige, an den Enden der kurzen der parallelen Trapezseiten ansetzende und auf Druck belastbare Teile im Abstand zum Untergurt (5) gehalten werden.
21. Verbundträger nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Unterspannung eine Tilgermasse (21) aufweist, welche entweder aus dem Zugband selbst oder einem zusätzlichen Element besteht, wobei die Tilgermasse über stab- oder leistenförmige Elemente und zwischengeschaltete Elastomerfedern an dem Stahlträger bzw. dessen Kammerbeton aufgehängt ist.
22. Verbundträger nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen relativ zueinander beweglichen Teilen eine oder mehrere Reibflächen und/oder eine oder mehrere Gleitfolien angeordnet ist bzw. sind.
- Claims**
1. A composite beam comprising a first element (1) which can be loaded in tension and a second element (2) which is fixedly connected to the first element (1) and which can be loaded in compression, characterised in that at least one portion of the first or second element is limitedly movable relative to the respective other element, that is to say the second or the first element respectively, or relative to a third element connected to the first or second element, and that an energy-absorbing damping material (13, 18) is arranged between relatively mutually movable portions of the elements (1, 2, 10).
 2. A composite beam according to claim 1 characterised in that the maximum clearance of motion of mutually movable portions of the elements is at least 0.1, preferably at least 0.5 mm.
 3. A composite beam according to claim 1 or claim 2 characterised in that the maximum clearance of motion of mutually movable portions of the elements (1, 2, 8, 10) is at most 10 mm.
 4. A composite beam according to one of claims 1 to 3 characterised in that the limitedly mutually movable portions are in direct or indirect frictional engagement with each other.
 5. A composite beam according to claim 4 characterised in that the frictional engagement is provided by clamping screws (12) which are received with play in holes and which urge the mutually movable portions of the elements (1, 2, 10) against each other.
 6. A composite beam according to one of claims 1 to 5 characterised in that the first and second elements are rigidly connected together at at least two points which are spaced relatively far from each other, preferably in the region of the ends of the composite beam.
 7. A composite beam according to one of claims 1 to 6 characterised in that the third element has two or more connecting elements in the proximity of its ends or at different spacings so that the largest spacing between two connecting elements can be selected.
 8. A composite beam according to one of claims 1 to 7 characterised in that the first element (1) which can be loaded in tension is a double-T-beam.
 9. A composite beam according to claim 8 characterised in that the free spaces formed between the web (4) and the upper and lower flanges (3 and 5 respectively) are filled with aerated concrete (16).
 10. A composite beam according to claim 9 characterised in that elements (8) which are loaded in tension are provided in the aerated concrete in the proximity of the lower flange (5).
 11. A composite beam according to one of claims 1 to 10 characterised in that the element loaded in tension is a lattice beam.
 12. A composite beam according to claim 11 and one of claims 8 to 10 characterised in that the web of a double-T-shaped beam is formed by a lattice.
 13. A composite beam according to one of claims 1 to

- 12 characterised in that elastomer blocks (18) are fixed preferably laterally to the lower flange (5) and on a base plate (10) which is preferably wider than the lower flange (15), which elastomer blocks carry shearing forces upon relative displacement upon the lower flange (5) and the base plate (10).
14. A composite beam according to one of claims 1 to 13 characterised in that the third element is of at least 3% of the mass of the first element (1) and by way of elastomer springs (27) which are loaded in tension is suspended from the first or second element (1, 2) or mounted on one of said elements (1, 2).
15. A composite beam according to claim 14 characterised in that the mass of the third element is between 4 and 20% of the mass of the first element.
16. A composite beam according to one of claims 1 to 15 characterised in that the third element is in the form of a compact, block-shaped damping weight.
17. A composite beam according to claim 16 characterised in that an opening is provided in the aerated concrete of a first element (1) which is in the form of a double-T-steel beam, wherein the damping weight is supported in said opening on elastomer springs.
18. A composite beam according to claim 16 characterised in that the damping weight (30) also comprises concrete and in the opening provided therefor substantially covers over the web (4) of the steel beam.
19. A composite beam according to one of claims 1 to 18 characterised in that provided on the lower flange (5) (lower chord) of a double-T-steel beam which serves as the first element (1) is a trussing (20) suspended from the lower flange (5) of the steel beam.
20. A composite beam according to claim 19 characterised in that the trussing comprises a tensile band (21) which is trussed in parallel relationship away from the lower flange (5) and which together with the lower flange defines a trapezium shape, wherein two bar-shaped members which fit to the ends of the short ones of the parallel sides of the trapezium and which can be loaded in compression are held at a spacing relative to the lower flange (5).
21. A composite beam according to claim 19 or claim 20 characterised in that the trussing has a damping weight (21) which either comprises the tensile band itself or an additional element, wherein the damping weight is suspended to the steel beam or the aerated concrete thereof by way of bar-shaped or strip-shaped elements and interposed elastomer springs.
22. A composite beam according to one of claims 1 to 21 characterised in that one or more frictional surfaces and/or one or more sliding foils is or are arranged between parts which are movable relative to each other.

Revendications

1. Poutre composite, constituée d'un premier élément (1) pouvant être chargé en traction et d'un deuxième élément (2), pouvant être chargé en compression, assemblé à demeure au premier élément (1), caractérisée en ce qu'au moins un segment du premier élément ou du deuxième élément peut subir un déplacement limité par rapport à l'autre élément, c'est-à-dire respectivement au deuxième ou au premier élément, ou par rapport à un troisième élément, assemblé au premier ou au deuxième élément, et en ce qu'un matériau d'amortissement (13, 18) absorbant l'énergie est disposé entre les segments, mobiles l'un par rapport à l'autre, des éléments (1, 2, 10).
2. Poutre composite selon la revendication 1, caractérisée en ce que le jeu de déplacement maximal d'éléments mobiles l'un par rapport à l'autre des éléments est d'au moins 0,1 et de préférence d'au moins 0,5 mm.
3. Poutre composite selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le jeu de déplacement maximal de segments, mobiles l'un par rapport à l'autre, des éléments (1, 2, 8, 10) est d'au plus 10 mm.
4. Poutre composite selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les segments mobiles l'un par rapport à l'autre sont en prise directe ou indirecte, par frottement, l'un avec l'autre.
5. Poutre composite selon la revendication 4, caractérisée en ce que la prise par frottement est réalisée par des vis de serrage (12), qui sont logées avec jeu dans des trous, et qui appuient l'un contre l'autre les segments, mobiles l'un par rapport à l'autre, des éléments (1, 2, 10).
6. Poutre composite selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le premier et le deuxième éléments sont reliés l'un à l'autre en au moins deux points disposés relativement loin l'un de l'autre, de préférence dans la zone des extrémités de la poutre composite.
7. Poutre composite selon l'une des revendications 1

- à 6, caractérisée en ce que le troisième élément comporte deux éléments d'assemblage, ou plus, au voisinage de ses extrémités ou à des distances différentes, de sorte que la distance maximale entre deux éléments d'assemblage soit sélectionnable.
8. Poutre composite selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que le premier élément (1) pouvant être chargé en traction est une poutre en H.
9. Poutre composite selon la revendication 8, caractérisée en ce que les espaces libres formés entre l'âme (4) et la membrure supérieure (3) et la membrure inférieure (5) sont remplis de béton de remplissage (16).
10. Poutre composite selon la revendication 9, caractérisée en ce que des éléments (8) chargés en traction sont prévus dans le béton de remplissage au voisinage de la membrure inférieure (5).
11. Poutre composite selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que l'élément chargé en traction est une poutre en treillis.
12. Poutre composite selon la revendication 11 et l'une des revendications 8 à 10, caractérisée en ce que l'âme d'une poutre en H est formée d'un treillis.
13. Poutre composite selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que, de préférence en position latérale contre la membrure inférieure (5), et sur une plaque de base (10) configurée de préférence plus large que la membrure inférieure (5), sont fixés des blocs élastomères (18), qui absorbent les forces de cisaillement en présence d'un déplacement relatif de la membrure inférieure (5) et de la plaque de base (10).
14. Poutre composite selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisée en ce que le troisième élément a une masse d'au moins 3 % de la masse du premier élément (1), et est, par l'intermédiaire de ressorts (27) en élastomère chargés en compression, suspendu au premier ou au deuxième élément (1, 2) ou logé sur l'un de ces éléments (1, 2).
15. Poutre composite selon la revendication 14, caractérisée en ce que la masse du troisième élément est comprise entre 4 et 20 % de la masse du premier élément.
16. Poutre composite selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisée en ce que le troisième élément est configuré comme une masse d'amortissement compacte en forme de bloc.
17. Poutre composite selon la revendication 16, caractérisée en ce qu'on prévoit un évidement dans le béton de remplissage d'un premier élément (1) configuré sous la forme d'une poutre en acier en H, la masse d'amortissement étant logée dans cet évidement sur des ressorts en élastomères.
18. Poutre composite selon la revendication 16, caractérisée en ce que la masse d'amortissement (30) est elle aussi constituée de béton, et, dans l'évidement prévu à cet effet, recouvre presque complètement l'âme (4) de la poutre en acier.
19. Poutre en acier selon l'une des revendications 1 à 18, caractérisée en ce que l'on prévoit, contre la membrure inférieure (5) (semelle inférieure) d'une poutre en acier en H, servant de premier élément (1), une structure de sous-contrainte (20), suspendue à la membrure inférieure (5) de la poutre en acier.
20. Poutre composite selon la revendication 19, caractérisée en ce que la structure de sous-contrainte est constituée d'un tirant (21) tendu parallèlement à la membrure inférieure (5), tirant qui, avec la membrure inférieure, définit une forme trapézoïdale, deux pièces en forme de barre, s'appuyant sur la plus petite des bases parallèles du trapèze et pouvant être chargées en compression, étant maintenues à distance de la membrure inférieure (5).
21. Poutre composite selon la revendication 19 ou 20, caractérisée en ce que la structure de sous-contrainte comporte une masse d'amortissement (21), qui est constituée d'un tirant proprement dit ou d'un élément supplémentaire, la masse d'amortissement étant, par l'intermédiaire d'éléments en forme de barre ou de baguette, ainsi que de ressorts en élastomère intercalés, suspendue à la poutre en acier ou à son béton de remplissage.
22. Poutre composite selon l'une des revendications 1 à 21, caractérisée en ce qu'une ou plusieurs surfaces de frottement et/ou une ou plusieurs feuilles de glissement sont disposées entre des pièces mobiles l'une par rapport à l'autre.

Fig. 1

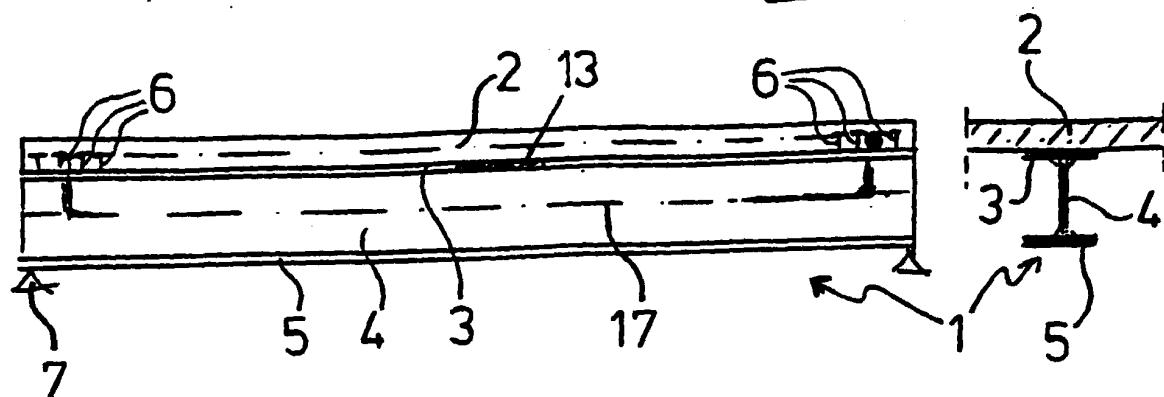


Fig. 3

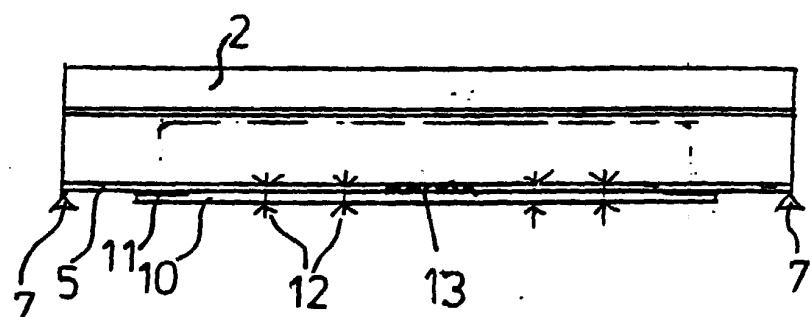


Fig. 4

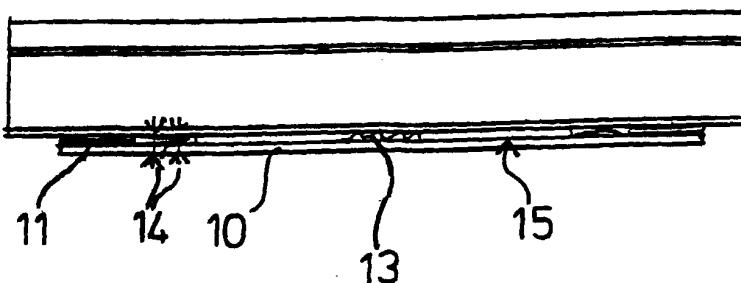
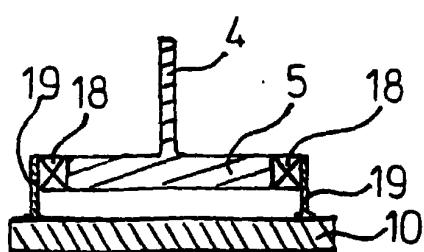
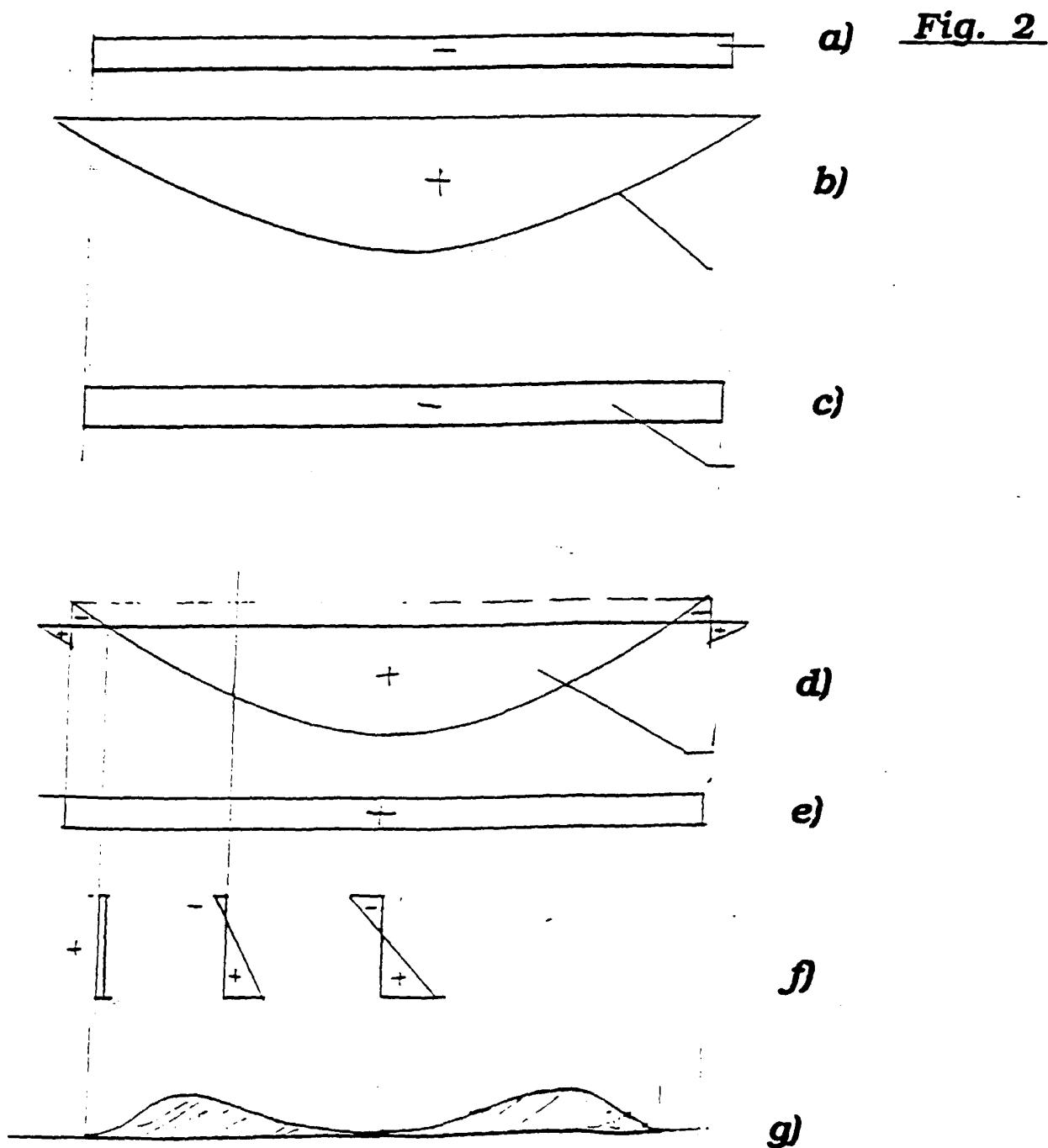


Fig. 5





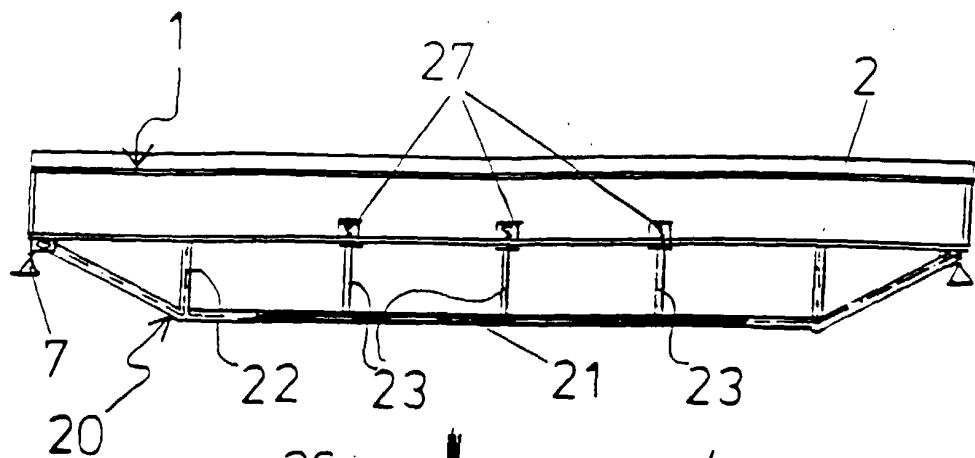


Fig. 6

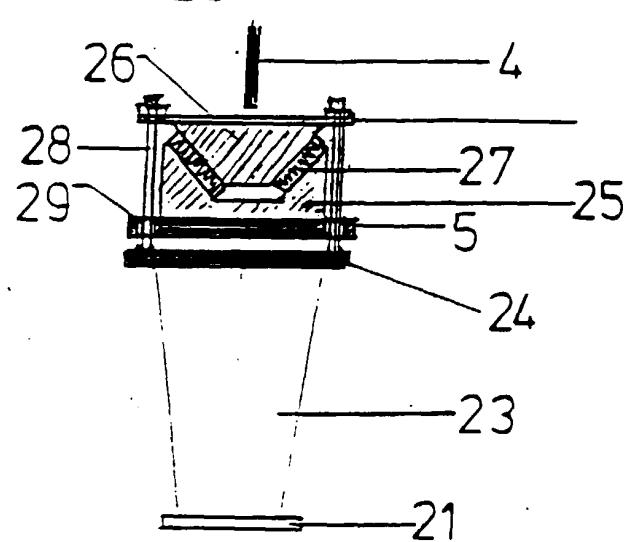
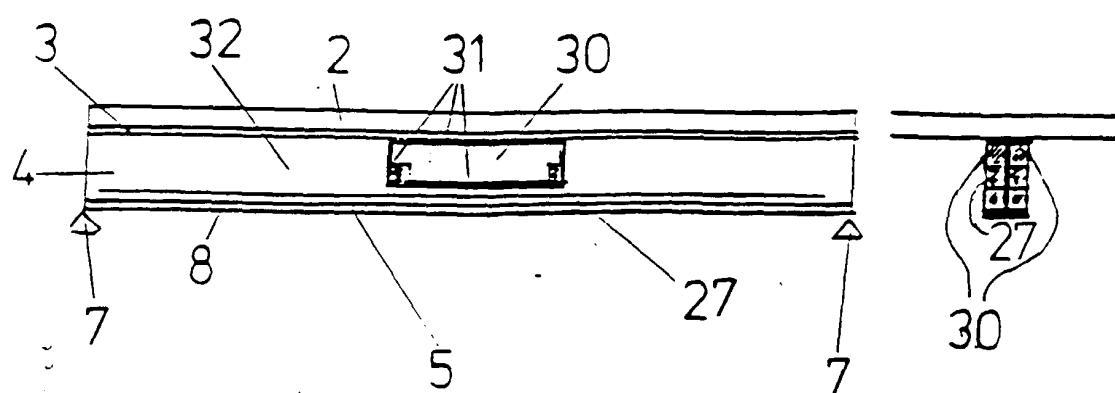


Fig. 7

Fig. 8



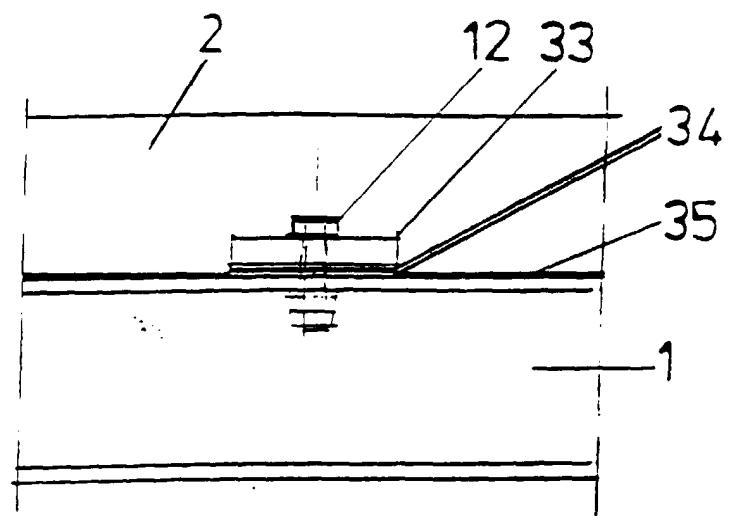


Fig. 9