

(19)



(11)

EP 2 977 528 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.01.2016 Patentblatt 2016/04

(51) Int Cl.:
E04G 23/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15176711.8**

(22) Anmeldetag: **14.07.2015**

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

(71) Anmelder: **CBP Guideway Systems GmbH**
82110 Germering (DE)

(72) Erfinder: **Feix, Jürgen Univ.-Prof. Dr.-Ing.**
80638 München (DE)

(74) Vertreter: **Rau, Schneck & Hübner**
Patentanwälte Rechtsanwälte PartGmbH
Königstraße 2
90402 Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **24.07.2014 DE 102014214473**

(54) **VERSTÄRKUNGSANORDNUNG FÜR EIN BAUWERK UND VERFAHREN ZUM VERSTÄRKEN EINES BAUWERKS MIT EINER DERARTIGEN VERSTÄRKUNGSANORDNUNG**

(57) Eine Verstärkungsanordnung für ein Bauwerk (1) umfasst ein an dem Bauwerk (1) anordenbares Verstärkungselement (7; 9; 7a) und mindestens ein Verbindungselement (8; 8a) zum Verbinden des Verstärkungselements (7; 9; 7a) mit dem Bauwerk (1), wobei das Verbindungselement (8; 8a) aufweist einen Verankerungsabschnitt (12) zum Verankern des Verbindungselements Befestigungsschraube (8; 8a) im Bauwerk (1), einen eine Haltevorrichtung (17; 18; 25) aufweisenden Halteab-

schnitt (16; 16a) zum Halten des Verstärkungselements (7; 9; 7a) und einen zwischen dem Verankerungsabschnitt (12) und dem Halteabschnitt (16; 16a) angeordneten Lastabtragsabschnitt (20; 20a) zum Abtragen von Lasten an dem Verbindungselement (8; 8a) in das Verstärkungselement (7; 9; 7a), wobei das Verbindungselement (8; 8a) mit dem Lastabtragsabschnitt (20; 20a) in einer Durchgangsöffnung (10; 10a) kraftschlüssig mit dem Verstärkungselement (7; 9; 7a) verbunden ist.

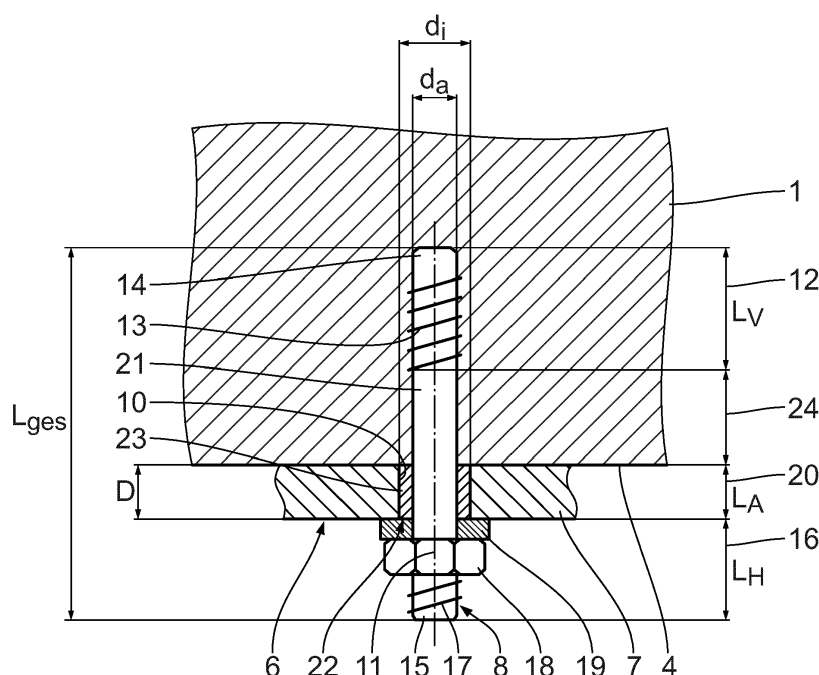


Fig. 3

EP 2 977 528 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Patentanmeldung nimmt die Priorität der deutschen Patentanmeldung DE 10 2014 214 473.6 in Anspruch, deren Inhalt durch Bezugnahme hierin aufgenommen wird.

[0002] Die Erfindung betrifft eine Verstärkungsanordnung für ein Bauwerk sowie ein Verfahren zum Verstärken eines Bauwerks mit einer derartigen Verstärkungsanordnung.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist bekannt, für ein Bestandsbauwerk dessen Biegetragfähigkeit dadurch zu steigern, dass Verstärkungslamellen auf die Oberfläche des Bauwerks aufgeklebt werden. Die Klebeverbindung ist nicht oder nur mit sehr aufwändigen Mitteln wieder lösbar. Die Klebeverbindung wird vorwiegend im Außenbereich eingesetzt, wobei Umgebungseinflüsse wie Temperatur, Feuchte, Staub und Vibrationsbelastungen des Bauwerks zu einer Alterung und vorzeitigen Schädigung der Klebeverbindung führen können.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine beständige, zuverlässige und unaufwändige Verstärkung für ein Bauwerk bereitzustellen.

[0005] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, dass ein Verstärkungselement mit einem Bauwerk mit mindestens einem Verbindungselement befestigbar ist. Das Verbindungselement ist insbesondere eine Befestigungsschraube. Ein Verbindungselement im Sinne der Erfindung kann auch ein Dübel mit korrespondierender Schraube oder ein Befestigungsanker sein. Insbesondere sind mindestens zwei Verbindungselemente vorgesehen, um eine Zugspannung oder Druckspannung in das Verstärkungselement einzubringen. Um zu gewährleisten, dass in das Bauwerk eingeprägte Lasten von der Befestigungsschraube in das Verstärkungselement kontrolliert abgetragen werden, weist die Befestigungsschraube einen Lastabtragsabschnitt auf. Die Befestigungsschraube ist mit dem Lastabtragsabschnitt in einer Durchgangsöffnung des Verstärkungselements kraftschlüssig mit diesem verbunden. Somit ist ein dauerhaftes und zuverlässiges Abtragen einer Belastung von dem Bauwerk über die Befestigungsschraube in das Verstärkungselement möglich. Eine kraftschlüssige Verbindung zwischen der Befestigungsschraube und dem Verstärkungselement ist insbesondere dadurch gewährleistet, dass eine unmittelbare Kraftübertragung von der Befestigungsschraube auf das Verstärkungselement erfolgt. Insbesondere ist die Befestigungsschraube mit dem Lastabtragsabschnitt in der Durchgangsöffnung des Verstärkungselements spielfrei angeordnet. Ein derartiges Bauwerk ist beispielsweise ein auf mehreren Auflagern angeordnetes Brückenelement, das in Folge von Eigengewicht und/oder äußeren Lasten auf Biegung beansprucht wird. Im mechanischen Sinn handelt es sich um einen Biegebalken. Die mindestens eine Befestigungsschraube weist zudem einen Verankerungsabschnitt auf, mit dem sie im Bauwerk verankert werden kann. Der Ver-

ankerungsabschnitt kann ein Außenschneidgewinde aufweisen. Mit dem Außenschneidgewinde kann die Befestigungsschraube unmittelbar in eine dafür vorgesehene Bohrung in dem Bauwerk eingeschraubt werden. Das Verbindungselement ist insbesondere lösbar an dem Bauwerk befestigt. Es ist möglich, das Verstärkungselement von dem Bauwerk zu lösen. Zusätzlich kann eine aushärtende, insbesondere klebende, Masse in die Bohrung des Bauwerks zugegeben werden, um die Verbindung zwischen Befestigungsschraube und Bauwerk, also die Verankerung, zu verbessern. Die Befestigungsschraube weist einen Halteabschnitt auf, um das Verstärkungselement zu halten. Dazu ist eine Haltevorrichtung vorgesehen. Die erfindungsgemäße Verstärkungsanordnung ermöglicht das Befestigen des Verstärkungselements ohne eine Klebeverbindung, insbesondere ohne eine vollflächige Klebeverbindung. Der Einsatz der mindestens einen Befestigungsschraube ist unkompliziert. Die Verstärkungsanordnung kann an einem Bestandsbauwerk nachträglich angebracht werden. Gegenüber aus dem Stand der Technik bekannten Schraubverbindungen ermöglicht die erfindungsgemäße Verstärkungsanordnung eine zuverlässige und dauerhafte Verbindung wegen der kraftschlüssigen Anordnung der Befestigungsschraube an dem Verstärkungselement.

[0006] Eine Verstärkungsanordnung, bei der in dem Spalt eine ermüdungsfeste Masse vorgesehen ist, ermöglicht einen verbesserten Lastabtrag von der Befestigungsschraube über die ermüdungsfeste Masse auf das Verstärkungselement. Insbesondere füllt die ermüdungsfeste Masse den Spalt vollständig aus. Insbesondere ist durch die ermüdungsfeste Masse in dem Spalt eine bezogen auf die Schraubenlängsachse vollumfängliche Verbindung der Befestigungsschraube mit dem Verstärkungselement gewährleistet. Die Befestigungsschraube ist in dem Verstärkungselement spaltfrei angeordnet. Dadurch ist gewährleistet, dass, insbesondere für den Fall, dass mehrere Befestigungsschrauben bei der Verstärkungsanordnung verwendet werden, für jede einzelne Schraube der Lastabtrag im Wesentlichen identisch und insbesondere identisch ist. Es ist insbesondere ausgeschlossen, dass Fertigungs- und/oder Montageungenauigkeiten dazu führen, dass eine erste Befestigungsschraube einen größeren Betrag eines Lastabtrags leistet als eine zweite Befestigungsschraube. Dies könnte zu einem vorzeitigen Versagen der ersten Befestigungsschraube, einem anschließenden Versagen der dann überlasteten zweiten Befestigungsschraube und somit zu dem Versagen der Verstärkungsanordnung insgesamt führen. Die Verstärkungsanordnung ermöglicht eine verbesserte Biegetragfähigkeit des Bauwerks. Die ermüdungsfeste Masse kann beim Einfüllen flüssig oder zähflüssig sein und anschließend aushärten. Die ermüdungsfeste Masse kann ein Epoxdharz sein. Die ermüdungsfeste Masse kann auch eine Kunststoffmatrix aufweisen, die mit Verstärkungspartikeln, insbesondere aus Metall, insbesondere Metallspäne, angereichert ist. Ins-

besondere ist die ermüdungsfeste Masse inkompressibel, insbesondere nach dem Aushärten. Als ermüdungsfeste Masse kann auch eine zementgebundene Masse, insbesondere Verpressmörtel, dienen. Eine Verstärkungsanordnung, bei der ein Innendurchmesser der Durchgangsöffnung größer ist als ein Außendurchmesser des Lastabtragsabschnitts ermöglicht eine unaufwändige und unkomplizierte Anbringung des Verstärkungselements an dem Bauwerk. Die Befestigungsschraube kann durch die Durchgangsöffnung durchgesteckt werden. Insbesondere ist der Innendurchmesser der Durchgangsöffnung größer als ein Außendurchmesser des Außenschneidgewindes. Die Befestigungsschraube ist beabstandet und insbesondere definiert beabstandet von dem Verstärkungselement angeordnet. Insbesondere ist dadurch ausgeschlossen, dass entlang eines äußeren Umfangs, insbesondere im Bereich des Lastabtragsabschnitts, die Befestigungsschraube bereichsweise an einer Innenwand der Durchgangsöffnung anliegt und bereichsweise kein Kontakt zwischen dem Verstärkungselement und der Befestigungsschraube vorliegt. Insbesondere beträgt der Innendurchmesser der Durchgangsöffnung mindestens 102% des Außendurchmessers des Lastabtragsabschnitts, insbesondere mindestens 105%, insbesondere mindestens 108%, insbesondere mindestens 110% und insbesondere mindestens 115%. Aufgrund dieses Durchmesserhältnisses ist zwischen der Befestigungsschraube und dem Verstärkungselement ein Spalt vorgesehen. Der Spalt ist insbesondere im Bereich des Lastabtragsabschnitts und der Durchgangsöffnung angeordnet. Der Spalt ist insbesondere zumindest abschnittsweise ringförmig ausgeführt. Der Spalt kann entlang einer Schraubenlängsachse einen veränderlichen Durchmesser aufweisen und insbesondere abschnittsweise konisch ausgeführt sein. Es ist auch denkbar, dass die Befestigungsschraube mit einem äußeren Umfang bereichsweise unmittelbar an der Seitenwand der Durchgangsöffnung anliegt. In jedem Fall ist die Befestigungsschraube zumindest bereichsweise entlang einer Umfangsrichtung um eine Schraubenlängsachse beabstandet von der Durchgangsöffnung angeordnet.

[0007] Die Verstärkungsanordnung ermöglicht die Verwendung des Verstärkungselements als Zugelement oder als Druckelement. Bei der Verwendung als Zugelement ist das Verstärkungselement an einer auf Zugbeanspruchung belasteten Oberfläche des Bestandsbauwerks angebracht. Bei einem auf Lagern angeordneten Einfeld-Brückenträger ist dies typischerweise die Unterseite der Brücke bzw. des Brückenträgers. Ein Einfeld-Brückenträger ist ein einteiligen Brückenträger, der auf Stützen, also auf Lagern, angeordnet ist. Die Lager sind insbesondere in einem jeweiligen Endbereich des Einfeld-Brückenträgers angeordnet. Ein Mehrfeld-Brückenträger umfasst mehrere Einfeld-Brückenträger, die benachbart nebeneinander angeordnet sind. Insbesondere können benachbarte Felder des Mehrfeld-Brückenträgers auf einer gemeinsamen Stütze angeordnet sein, so-

dass eine Stütze zwei Endabschnitte benachbarter Felder stützt. Ein Feldelement entspricht einem Einfeld-Brückenträger. Bei einem Mehrfeld-Brückenträger tritt Zugbeanspruchung innerhalb eines Feldes, also zwischen zwei Stützen, an der Unterseite des jeweiligen Feldelements auf. Im Bereich der Lager, insbesondere der Stützen, ist mit einer Zugbeanspruchung an der Oberseite des jeweiligen Feldelements zu rechnen. Die Verstärkungsanordnung ermöglicht aber auch die Anordnung des Verstärkungselements auf einer Oberseite als Druckelement dort, wo Druckbelastungen auftreten. Das Verstärkungselement ist flexibel einsetzbar.

[0008] Eine Verstärkungsanordnung, bei der das Verstärkungselement lamellenförmig mit einer Länge, einer Breite und einer Dicke ausgeführt ist, kann vorteilhaft am Bauwerk angeordnet werden. Insbesondere ist das Verstärkungselement leichtbauend ausgeführt. Das lamellenförmig ausgeführte Verstärkungselement kann zielgerichtet an einem Ort hoher Belastung an dem Bauwerk angebracht sein. Insbesondere ist die Länge des Verstärkungselements deutlich größer als dessen Breite und Dicke. Insbesondere ist die Breite größer als die Dicke des Verstärkungselements. Insbesondere ist die Länge mindestens fünfmal so groß wie die Breite, insbesondere mindestens zehnmal so groß, insbesondere mindestens zwanzigmal so groß, insbesondere mindestens fünfzigmal so groß, insbesondere mindestens hundertmal so groß und insbesondere höchstens eintausendmal so groß wie die Breite. Die Breite des Verstärkungselements beträgt typischerweise etwa das Zweifache bis Zwanzigfache und insbesondere das Dreifache bis Zehnfache der Dicke des Verstärkungselements.

[0009] Eine Verstärkungsanordnung, bei der das Verstärkungselement aus Metall oder aus Kohlefaser hergestellt ist, ermöglicht einen effizienten, zuverlässigen und stabilen Lastabtrag. Insbesondere ist das Verstärkungselement aus Stahl und insbesondere aus Baustahl hergestellt. Diese Materialien sind kostengünstig verfügbar. Kohlefaser ermöglicht eine hohe Stabilität bei gleichzeitig geringem Gewicht. Kohlefaser ist insbesondere für die Aufnahme von Zugbeanspruchungen gut geeignet.

[0010] Eine Verstärkungsanordnung, bei der die Haltevorrichtung als Senkkopf ausgeführt ist, ermöglicht ein unmittelbares Halten des Verstärkungselements mittels der Befestigungsschraube. Der Senkkopf der Befestigungsschraube ist in einer dafür vorgesehenen Senkkopfböhrung des Verstärkungselements angeordnet. Der Senkkopf ist insbesondere vollständig innerhalb des Verstärkungselements angeordnet. Insbesondere schließt eine Stirnseite der Senkkopfschraube bündig mit einer dem Bauwerk abgewandten Oberfläche des Verstärkungselements.

[0011] In einer alternativen Ausführungsform kann die Haltevorrichtung auch als Haltegewinde, insbesondere als metrisches Gewinde, auf das eine Haltemutter aufschraubbar ist, ausgeführt sein. Vorteilhaft bei dieser Ausführung ist, dass die Befestigungsschraube zunächst unabhängig von dem Verstärkungselement in dem Bau-

werk verankert werden kann. Auf einen an dem Bauwerk vorstehenden Abschnitt der Befestigungsschraube kann die Verstärkungsanordnung aufgesetzt und anschließend mittels der Haltemutter angeschraubt werden.

[0012] Eine Verstärkungsanordnung mit mehreren Befestigungsschrauben ermöglicht einen verbesserten Lastabtrag von dem Bauwerk auf das Verstärkungselement. Aufgrund der kraftschlüssigen Verbindung zwischen der Befestigungsschraube und dem Verstärkungselement ist jede Befestigungsschraube an dem Lastabtrag beteiligt. Insbesondere ist jede Befestigungsschraube gleichmäßig an dem Lastabtrag beteiligt. Die Verstärkungsanordnung umfasst mindestens zwei Befestigungsschrauben, insbesondere mindestens fünf Befestigungsschrauben, insbesondere mindestens zehn Befestigungsschrauben und insbesondere höchstens eintausend Befestigungsschrauben. Entlang der Länge des Verstärkungselements können die Befestigungsschrauben einreihig hintereinander angeordnet sein. In Abhängigkeit der Breite des Verstärkungselements und/oder des Durchmessers der Befestigungsschrauben ist es auch möglich, entlang der Länge des Verstärkungselements die Befestigungsschrauben mehrreihig, insbesondere zweireihig, insbesondere dreireihig und insbesondere vierreihig anzubringen. Es ist auch denkbar, entlang der Länge des Verstärkungselements die Befestigungsschrauben versetzt anzubringen.

[0013] Eine Verstärkungsanordnung, bei der die Befestigungsschrauben belastungsgerecht an dem Bauwerk anordenbar sind, ermöglicht eine zielgerichtete Verstärkung des Bauwerks. Insbesondere ist es möglich, eine veränderliche Befestigungsschraubendichte an dem Bauwerk und/oder dem Verstärkungselement zu schaffen. Als Befestigungsschrauben-Dichte wird die Anzahl der Befestigungsschrauben je Flächeneinheit verstanden. Die Befestigungsschrauben-Dichte ist also umso größer, je größer die Anzahl der Befestigungsschrauben je Flächeneinheit ist. Eine vergleichsweise große Verbindungselement-Dichte, also Befestigungsschrauben-Dichte, ist insbesondere in Bereichen des Bauwerks erforderlich, in welchen eine hohe Belastung erwartet wird oder auftritt. Bereiche hoher Belastung des Bauwerks können beispielsweise experimentell durch Ermittlung einer Schwingungsbelastung oder einer Kraftmessung ermittelt werden. Bereiche hoher Belastung können auch empirisch, beispielsweise aufgrund von standardisierten Lasttabellen ermittelt werden. Die Belastung des Bauwerks kann auch berechnet werden, beispielsweise mittels Finite-Elemente-Berechnungsverfahren.

[0014] Eine Verstärkungsanordnung, bei der die Befestigungsschraube einen Werkzeugabschnitt zum Ansetzen eines Werkzeugs für eine Drehmomentübertragung aufweist, ermöglicht eine unkomplizierte Anbringung der Befestigungsschraube. Das Verankern der Befestigungsschraube an dem Bauwerk ist vereinfacht. Insbesondere ist der Werkzeugabschnitt als eine bezogen

auf eine Schraubenlängsachse unrunde Querschnittsform ausgeführt. Die unrunde Querschnittsform ist insbesondere im Inneren, also als innere Kontur, an dem Werkzeugabschnitt ausgeführt. Insbesondere ist der Werkzeugabschnitt als Innenschlitz, als Innenkreuz, als Innensechskant, als Innenmehrrund und insbesondere als Innensechsrund ausgeführt.

[0015] Eine Verstärkungsanordnung, bei der das Verstärkungselement zweiteilig ausgeführt ist, wobei ein erstes und ein zweites Verstärkungsteil mittels eines Spannelements spannbar miteinander verbindbar sind, ermöglicht ein Anbringen des Verstärkungselements an dem Bauwerk mit einer Vorspannung. Die Vorspannung wirkt insbesondere einer existierenden und/oder zukünftigen Spannungsbelastung, insbesondere einer Zugspannung oder Druckspannung, entgegen. Die Vorspannung ist insbesondere eine Druckspannung oder eine Zugspannung. Dadurch ist es möglich, bereits existierenden und/oder möglicherweise auftretenden Spannungsrisen entgegenzuwirken. Eine derartige Verstärkungsanordnung wirkt unmittelbar. Insbesondere ist eine Verformung des Bauwerks in Folge eines Spannungsrisisses nicht erforderlich, bis das Verstärkungselement aktiviert wird und eine Zugspannungsbelastung abbaut. Die Verstärkungsanordnung mit einem mehrteiligen Verstärkungselement ermöglicht ein frühzeitigeres Eingreifen.

[0016] Der Erfindung liegt die weitere Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Verstärken eines Bauwerks zu vereinfachen.

[0017] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 12 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, eine erfindungsgemäße Verstärkungsanordnung an einem bereitgestellten Bauwerk anzubringen, wobei das bereitgestellte Bauwerk, insbesondere durch Vorschädigungen und/oder Alterungen und/oder eingeprägte Lasten verstärkungsbedürftig ist. Zunächst wird mindestens eine Bohrung in das Bauwerk eingebracht. Das Verstärkungselement wird an dem Bauwerk angeordnet und mittels der mindestens einen Befestigungsschraube an dem Bauwerk befestigt. Die Befestigungsschraube wird an dem Bauwerk verankert. Durch die Ausgestaltung der Befestigungsschraube ist die Reihenfolge von Befestigen des Verstärkungselements und Verankern der Befestigungsschraube an dem Bauwerk festgelegt. Abschließend erfolgt ein kraftschlüssiges Verbinden der Befestigungsschraube an dem Lastabtragsabschnitt in der Durchgangsöffnung des Verstärkungselements. Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass an einem bereits existierenden Bauwerk, also an einem Bestandsbauwerk, die Verstärkungsanordnung unkompliziert und insbesondere nachträglich unaufwändig anbringbar ist. Es ist möglich, ein Bauwerk nachträglich zu verstärken. Das Verstärken des Bauwerks ist unaufwändig und unmittelbar anwendbar. Die weiteren Vorteile des Verfahrens entsprechen im Wesentlichen den Vorteilen der erfindungsgemäßen Verstärkungsanordnung, worauf hiermit verwiesen wird.

[0018] Ein Verfahren, bei dem ein Einfüllen einer ermüdungsfesten Masse in einen zwischen der Befestigungsschraube und dem Verstärkungselement angeordneten Spalt erfolgt, ermöglicht eine unkomplizierte Realisierung der kraftschlüssigen Verbindung zwischen Befestigungsschraube und Verstärkungselement. Es ist möglich, dass die ermüdungsfeste Masse für das Einfüllen flüssig ist und insbesondere eine Viskosität von höchstens $100 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, insbesondere von höchstens $500 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, insbesondere von höchstens $1000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, insbesondere von höchstens $10000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ aufweist. Je höher die Viskosität, also je größer die Zähigkeit der ermüdungsfesten Masse, desto geringer ist das Risiko, dass die ermüdungsfeste Masse aus dem Spalt in Folge der Schwerkraft nach unten heraus tropft.

[0019] Die ermüdungsfeste Masse kann in die Durchgangsöffnung eingefüllt werden bevor oder nachdem die Befestigungsschraube durch die Durchgangsöffnung durchgeführt wird. Bei einem vorherigen Befüllen ist gewährleistet, dass der verbleibende Spalt zuverlässig mit der ermüdungsfesten Masse ausgefüllt ist. Nicht erforderliches Volumen der ermüdungsfesten Masse wird beim Einsetzen der Befestigungsschraube aus dem Spalt heraus verdrängt. Es ist auch möglich, zunächst die Befestigungsschraube durch die Durchgangsöffnung durchzuführen und anschließend die ermüdungsfeste Masse in den verbleibenden Spalt einzufüllen. Dieses Vorgehen ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn die ermüdungsfeste Masse eine geringe Viskosität aufweist, die insbesondere höchstens $500 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ und insbesondere höchstens $100 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ beträgt. Es ist ausgeschlossen, dass die ermüdungsfeste Masse in die Bohrung des Bauwerks gelangen kann. Die Verankerung der Befestigungsschraube in dem Bauwerk ist durch die ermüdungsfeste Masse nicht beeinträchtigt. Der Einsatz der ermüdungsfesten Masse kann wohldosiert erfolgen. Der Verbrauch der ermüdungsfesten Masse ist reduziert.

[0020] Bei einem Verfahren, bei dem mehrere Befestigungsschrauben an dem Bauwerk angeordnet werden, kann insbesondere die Befestigungsschraubendichte gezielt beeinflusst werden.

[0021] Bei einem Verfahren, bei dem die Befestigung des Verstärkungselements ein Anbringen einer Haltemutter an einem Haltegewinde umfasst, ist das nachträgliche Anbringen der Verstärkungsanordnung an einem Bestandsbauwerk unkompliziert möglich.

[0022] Ein Verfahren mit einem zweiteilig ausgeführten Verstärkungselement ermöglicht eine vorgespannte Anbringung desselben an dem Bauwerk. Dazu ist ein erstes Verstärkungselementteil und ein zweites Verstärkungselementteil vorgesehen, die unabhängig voneinander mit dem Bauwerk verbunden werden. Die mit dem Bauwerk verbundenen Verstärkungselementteile werden mittels eines Spannelements vorgespannt und in der vorgespannten Anordnung wird das mehrteilige Verstärkungselement an dem Bauteil befestigt.

[0023] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen, zusätzliche Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben

sich aus der nachfolgenden Beschreibung von zwei Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch ein Bauwerk mit einer Verstärkungsanordnung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 einen Querschnitt gemäß der Schnittlinie II-II in Fig. 1,

Fig. 3 eine vergrößerte Detailansicht gemäß Fig. 2,

Fig. 4 eine Fig. 3 entsprechende Darstellung einer Verstärkungsanordnung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel und

Fig. 5 eine Fig. 1 entsprechende Darstellung einer Verstärkungsanordnung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

[0024] Fig. 1 zeigt ein Bauwerk 1 in Form eines Betonelements für eine Brücke. Das Bauwerk 1 kann neu errichtet sein. Es kann sich auch um ein Bestandsbauwerk handeln. Das Bauwerk 1 ist allein aus darstellerischen Gründen in Fig. 1 als Rechteckbalkenelement dargestellt. Das Bauwerk 1 kann auch eine andere, insbesondere von einer Regel-Geometrie abweichende Geometrie aufweisen. Das Bauwerk 1 ist auf mehreren, insbesondere mindestens zwei, Auflagern 2 angeordnet. In Folge äußerer Lasten F , die als Punkt-, Linien- und/oder Flächenlasten an dem Bauwerk 1 angreifen können und insbesondere in vertikaler Richtung 3 wirken, ist das Bauwerk 1 auf Biegung beansprucht. Als Last F gilt auch das Eigengewicht des Bauwerks 1. Die vertikale Gesamtbelastung, die von den Lasten F verursacht wird, wird von den Auflagern 2 aufgenommen. Eine Durchbiegung des Bauwerks 1 bewirkt eine Zugbeanspruchung an einer den Auflagern 2 zugewandten Unterseite 4, insbesondere in Folge der Dehnung. An einer der Unterseite 4 gegenüberliegenden Oberseite 5 des Bauwerks 1 tritt entsprechend eine Druckbeanspruchung auf.

[0025] An der Unterseite 4 ist eine Verstärkungsanordnung 6 vorgesehen. Die Verstärkungsanordnung 6 umfasst ein Verstärkungselement 7 sowie mehrere Verbindungselemente in Form von Befestigungsschrauben 8, mittels der das Verstärkungselement 7 an dem Bauwerk 1 befestigt ist. Das an der Unterseite 4 angebrachte Verstärkungselement 7 dient also zur Aufnahme von Zugbeanspruchungen. Das Verstärkungselement 7 ist ein Zugelement.

[0026] Rein schematisch ist in Fig. 1 an der Oberseite 5 ein weiteres Verstärkungselement 9 dargestellt, das als Druckelement ausgeführt ist. Die Verstärkungselemente 7, 9 sind im Wesentlichen identisch ausgeführt und unterscheiden sich lediglich durch den Ort ihrer Anordnung an dem Bauwerk 1. Die Verstärkungselemente 7, 9 sind einteilig ausgeführt.

[0027] Das Verstärkungselement 9 weist gegenüber

dem Verstärkungselement 7 eine reduzierte Länge L auf. Die Länge L ist deutlich größer als eine sich senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 1 erstreckende Breite B . Die Breite B ist größer als die Dicke D des Verstärkungselements 7.

[0028] Das Verstärkungselement 7 ist als Metall-Lamelle ausgeführt. Die Lamelle kann auch aus Kohlefaser, also Carbon, ausgeführt sein. Kohlefaser eignet sich besonders, um Zugbeanspruchungen aufzunehmen. Das Verstärkungselement 7 weist mehrere Durchgangsöffnungen 10 auf. Durch die Durchgangsöffnung 10 ist die Befestigungsschraube 8 geführt. Die Durchgangsöffnung 10 weist einen Innendurchmesser d_i auf.

[0029] Die Befestigungsschrauben 8 sind an dem Bauwerk 1, insbesondere entlang der Länge L des Verstärkungselements 7, ungleichmäßig verteilt angeordnet. Insbesondere in den den Auflagern 2 benachbarten Bereichen an der Unterseite 4 sind vergleichsweise mehr Befestigungsschrauben 8 angeordnet als beispielsweise in einem zwischen den Auflagern 2 mittleren Bereich. Das bedeutet, dass in den den Auflagern 2 zugewandten Bereichen an der Unterseite 4 des Bauwerks 1 eine höhere Befestigungsschrauben-Dichte vorliegt. In diesen Bereichen kann ein höherer Lastabtrag von dem Bauwerk 1 über die Befestigungsschrauben 8 in das Verstärkungselement 7 erfolgen. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel wird in einem korrespondierenden Bereich an der Oberseite 5 des Bauwerks 1 jeweils eine Linienlast eingebracht, die zu einer erhöhten Beanspruchung führt, so dass die genannten Bereiche erhöhter Befestigungsschrauben-Dichte an der Unterseite 4 erforderlich sind. Eine erhöhte Befestigungsschrauben-Dichte kann auch aufgrund anderer Lastzustände erforderlich sein.

[0030] Die Befestigungsschraube 8 ist gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel als Betonschraube ausgeführt. Die Befestigungsschraube 8 weist eine Schraubenlängsachse 11 auf. Entlang der Schraubenlängsachse 11 ist an einem vorderen Ende der Befestigungsschraube 8 ein Verankerungsabschnitt 12 vorgesehen. Der Verankerungsabschnitt 12 weist eine Länge L_V auf. Der Verankerungsabschnitt 12 weist ein Außenschneidgewinde 13 auf, mit dem die Befestigungsschraube 8 unmittelbar in ein Bohrloch des Bauwerks 1 eingedreht ist. Dazu schneidet das selbstschneidende Außenschneidgewinde 13 die erforderlichen Gewindegänge in das das Bohrloch umgebende Material. An einem vorderen Ende 14 der Befestigungsschraube 8 kann ein gewindefreier Abschnitt vorgesehen sein. Das vordere Ende 14 kann mit einer Einführfase ausgeführt sein. Die entlang der Schraubenlängsachse 11 orientierte Länge L_V des Verankerungsabschnitts 12 beträgt zwischen 30% und 50% der Gesamtlänge L_{ges} der Befestigungsschraube 8. Zwischen dem Lastabtragsabschnitt 20 und dem Verankerungsabschnitt 12 kann entlang der Schraubenlängsachse 11 ein weiterer Zwischenabschnitt 24 angeordnet sein. Der Zwischenabschnitt 24 kann gewindelös ausgeführt sein. Es ist auch denkbar, dass der Schaft 21 im

Zwischenabschnitt 24 identisch zu dem Schaft 21 im Lastabtragsabschnitt 20 ausgeführt ist. In diesem Fall wird zwischen dem Zwischenabschnitt 24 und dem Lastabtragsabschnitt 20 nicht unterschieden. An einem hinteren, äußeren Ende 15 der Befestigungsschraube 8 ist ein Halteabschnitt 16 vorgesehen. Der Halteabschnitt 16 dient zum Halten des Verstärkungselements 7 an dem Bauwerk 1. Der Halteabschnitt 16 umfasst eine Haltevorrichtung, die gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Haltegewinde 17 und eine darauf aufschraubbare Haltemutter 18 umfasst. Das Haltegewinde 17 ist als metrisches Außengewinde ausgeführt. Die Haltemutter 18 ist eine zu dem Haltegewinde 17 korrespondierende Außen-Sechskant-Mutter. Eine Scheibe 19 dient zur Vergrößerung der Kontaktfläche zwischen der Haltemutter 18 und dem Verstärkungselement 7. Der Halteabschnitt 16 weist eine Länge L_H auf, die zwischen 20% und 50% der Gesamtlänge L_{ges} der Befestigungsschraube 8 beträgt. An dem hinteren Ende 15 und insbesondere innerhalb des Halteabschnitts 16 ist an der Befestigungsschraube 8 ein Werkzeugabschnitt vorgesehen. Der Werkzeugabschnitt ermöglicht ein Ansetzen eines Werkzeugs für eine Drehmomentübertragung. Der Werkzeugabschnitt ermöglicht also das Eindrehen der Befestigungsschraube 8 mittels eines Werkzeugs in ein Bohrloch in dem Bauwerk 1. Der Werkzeugabschnitt ist gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel als nicht dargestellter Innensechskant ausgeführt.

[0031] Ausgehend von dem hinteren Ende 15 schließt sich dem Halteabschnitt 16 ein Lastabtragsabschnitt 20 an. Die Länge L_A des Lastabtragsabschnitts 20 ist im Wesentlichen durch die Dicke D des Verstärkungselements 7 vorgegeben. Innerhalb des Lastabtragsabschnitts 20 ist die Befestigungsschraube, also der Schaft 21 der Befestigungsschraube 8, gewindefrei ausgeführt. Die Befestigungsschraube 8, insbesondere der Schaft 21, weist einen Außendurchmesser d_a auf. Insbesondere im Bereich des Lastabtragsabschnitts 20 ist der Außendurchmesser d_a kleiner als der Innendurchmesser d_i der Durchgangsöffnung 10 des Verstärkungselements 7.

[0032] Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Befestigungsschraube 8 konzentrisch in der Durchgangsöffnung 10 angeordnet. Dadurch, dass der Außendurchmesser d_a des Schafts 21 kleiner ist als der Innendurchmesser d_i der Durchgangsöffnung 10 resultiert zwischen der Befestigungsschraube 8 und dem Verstärkungselement 7 ein ringförmiger Spalt 22. In dem Spalt 22 ist eine ermüdungsfeste Masse, also eine inkompressible Masse 23 angeordnet, die eine kraftschlüssige Verbindung der Befestigungsschraube 8 mit dem Verstärkungselement 7 ermöglicht.

[0033] Es ist auch möglich, dass die Befestigungsschraube 8 exzentrisch in der Durchgangsöffnung 10 angeordnet ist. Eine exzentrische Anordnung kann beispielsweise daraus resultieren, dass Lochrandabstände der Durchgangsöffnungen 10 in dem Verstärkungselement 7 abweichend von den Abständen der Schraubenlängsachsen 11 benachbarter Befestigungsschrauben 8

toleriert. Eine derartige Abweichung resultiert insbesondere aus dem Setzvorgang, also dem Einsetzen der Befestigungsschraube 8 in das dafür vorgesehene Bohrloch des Bauwerks 1. Die exzentrische Anordnung der Befestigungsschraube 8 in der Durchgangsöffnung 10 ist für die Funktion der Verstärkungsanordnung 6 unproblematisch. Wesentlich ist, dass der Spalt 22 vollumfänglich, insbesondere entlang eines Umfangswinkels um die Schraubenlängsachse 11 von mindestens 270°, insbesondere von mindestens 300°, insbesondere von mindestens 330° und insbesondere von mindestens 345° gegeben ist.

[0034] Nachfolgend wird ein Verfahren zum Verstärken des Bauwerks 1 mit der Verstärkungsanordnung 6 näher erläutert. Zunächst werden in das Bauwerk 1 Bohrungen für die Befestigungsschrauben 8 vorgesehen. Für jede Befestigungsschraube 8 wird eine Bohrung vorgesehen. Die Anordnung der Bohrungen an dem Bauwerk 1, also die daraus resultierende Befestigungsschrauben-Dichte an der Unterseite 4 oder der Oberseite 5, erfolgt auf Basis einer ermittelten, gemessenen und/oder prognostizierten Belastung des Bauwerks 1. Anschließend wird die Befestigungsschraube 8 mit einem Werkzeug in die Bohrung des Bauwerks 1 eingedreht. Dabei schneidet das selbstschneidende Außenschneidgewinde 13 ein erforderliches Verankerungsgewinde in die Bohrlochwand. Die Befestigungsschraube 8 wird soweit in das Bohrloch eingeschraubt, dass ein Überstandsabschnitt der Befestigungsschraube an der Unterseite 4 des Bauwerks 1 übersteht. Der Überstandsabschnitt entspricht im Wesentlichen dem Halteabschnitt 16 zusammen mit dem Lastabtragsabschnitt 20.

[0035] Auf die jeweiligen Überstandsabschnitte der Befestigungsschrauben 8 wird das Verstärkungselement 7 von unten auf das Bauwerk 1 aufgesetzt. Dabei sind zuvor die Durchgangsöffnungen 10 an dem Verstärkungselement 7, beispielsweise durch Bohren, vorzusehen. Es ist vorteilhaft, die Durchgangsöffnungen 10 nur dort vorzusehen, wo eine Verbindung mit einer Befestigungsschraube 8 erfolgen soll. Dadurch werden unerwünschte Schwächungen des Verstärkungselements 7 vermieden. Anschließend wird in den Spalt 22 zwischen Befestigungsschraube 8 und Verstärkungselement 7 die inkompressible Masse 23 eingefüllt. Anschließend wird die Scheibe 19 aufgesetzt und die Haltemutter 18 auf das Haltegewinde 17 aufgeschraubt. In diesem Zustand ist das Verstärkungselement 7 an dem Bauwerk 1 mittels der Befestigungsschraube 8 gehalten. Nach einem möglicherweise notwendigen Aushärtvorgang ist die Befestigungsschraube 8 im Bereich des Lastabtragsabschnitts 20 kraftschlüssig mit der Befestigungsschraube 8 verbunden. Insbesondere ist der Spalt 22 vollständig mit der inkompressiblen Masse 23 ausgefüllt. Die Verbindung zwischen Befestigungsschraube 8 und Verstärkungselement 7 ist spielfrei.

[0036] Alternativ ist es auch möglich, zunächst das Verstärkungselement 7 mit in die Durchgangsöffnung 10 eingefüllter Masse 23 an dem Bauwerk 1 anzubringen.

Die Befestigungsschrauben 8 werden dann durch die mit der noch nicht ausgehärteten Masse 23 gefüllten Durchgangsöffnungen 10 hindurch in die Bohrung des Bauwerks 1 geführt und dort mittels des Außenschneidgewindes eingedreht.

[0037] Alternativ ist es auch möglich, zunächst die Befestigungsschrauben 8 in den Bohrungen des Bauwerks 1 zu verankern und anschließend das Verstärkungselement 7 mit mit Masse gefüllter Durchgangsöffnung auf die Befestigungsschraube 8 aufzusetzen. Ein Einfüllen der Masse in den Spalt ist dann nicht erforderlich.

[0038] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Konstruktiv identische Teile erhalten dieselben Bezugszeichen wie beim ersten Ausführungsbeispiel, auf dessen Beschreibung hiermit verwiesen wird. Konstruktiv unterschiedliche, jedoch funktionell gleichartige Teile erhalten dieselben Bezugszeichen mit einem nachgestellten a.

[0039] Wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel ist das Verstärkungselement 7a als Zugelement ausgeführt. Der wesentliche Unterschied besteht in der Ausführung der Befestigungsschraube 8a, die gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel als Senkkopfschraube ausgeführt ist. Bei der Befestigungsschraube 8a ist die Haltevorrichtung durch den Senkkopf 25 gebildet. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Senkkopf 25 kegelstumpfförmig ausgeführt. Ausgehend von einer senkrecht zur Schraubenlängsachse 11 orientierten Stirnfläche 26 eine konisch zum Bauwerk 1 hin verjüngende Kegelfläche 27 ist, die in den zylindrischen Schaft 21 übergeht. Der Senkkopf 25 bildet entlang der Schraubenlängsachse 11 einen Hinterschnitt. Durch den Hinterschnitt ist ein unbeabsichtigtes Lösen des Verstärkungselements 7a von dem Bauwerk 1 ausgeschlossen. Insbesondere ist ein maximaler Außendurchmesser der Befestigungsschraube 8a größer als ein minimaler Innendurchmesser der Durchgangsbohrung 10a. Unabhängig von der in die Durchgangsbohrung 10a eingefüllten Menge der inkompressiblen Masse 23 ist eine zuverlässige Befestigung des Verstärkungselements 7a ermöglicht. Der Senkkopf 25 bildet einen radial vorstehenden Kragen der Befestigungsschraube 8a. Der Kragen kann auch dadurch ausgeführt sein, dass die Fläche 27 nicht geneigt und insbesondere parallel zur Stirnfläche 26 orientiert ist. In diesem Fall weist die Schraube einen versenkbaren Schraubenkopf auf, der eine parallel zur Schraubenlängsachse 11 orientierte Schraubenkopfdicke aufweist, die in einer Richtung radial zur Schraubenlängsachse 11 konstant ist.

[0040] Die Durchgangsöffnung 10a weist einen abschnittsweise kegelstumpfförmigen Bereich auf. Die Durchgangsbohrung ist geometrisch ähnlich zu der Senkkopfschraube 8a ausgeführt, so dass der Spalt 22a zwischen Befestigungsschraube 8a und Verstärkungselement 7a im Wesentlichen entlang der Schraubenlängsachse 11 eine konstante Dicke aufweist.

[0041] Da die Befestigungsschraube 8a mit dem Senk-

kopf 25 in dem Verstärkungselement 7a versenkt angeordnet ist, ist die Länge L_H des Halteabschnitts 16a und die Länge L_A des Lastabtragsabschnitts 20a reduziert. Die Summe der Längen L_A und L_H entspricht der Dicke D des Verstärkungselements 7a. Die Länge L_H beträgt etwa 10% der Gesamtlänge L_{ges} der Befestigungsschraube 8a. Die Länge L_A des Lastabtragsabschnitts 20a beträgt etwa 10% der Gesamtlänge L_{ges} der Befestigungsschraube 8a.

[0042] Der Spalt 22a ist mit der inkompressiblen Masse 23 verfüllt.

[0043] Nachfolgend wird ein Verfahren zur Anbringung der Verstärkungsanordnung 6a an dem Bauwerk 1 näher erläutert. In das Bauwerk 1 werden Bohrungen für die Befestigungsschrauben 8a gebohrt. Anschließend wird das Verstärkungselement 7a an der Unterseite 4 des Bauwerks 1 angeordnet. In die Durchgangsöffnungen 10a wird jeweils ein Volumen der inkompressiblen Masse 23 gefüllt. Das eingefüllte Volumen entspricht im Wesentlichen dem später verbleibenden Volumen des Spalts 22a bei eingesetzter Befestigungsschraube 8a. Anschließend wird die Befestigungsschraube 8a durch die mit Masse 23 gefüllte Durchgangsöffnung 10a hindurch in die Bohrung des Bauwerks 1 eingeführt und mit dem Außenschneidgewinde 13 in das Bauwerk 1 eingeschraubt. Aufgrund der Verdrängung füllt die Masse 23 den resultierenden Spalt 22a zwischen Befestigungsschraube 8a und Verstärkungselement 7a vollständig aus. Es ist grundsätzlich auch denkbar, das Verstärkungselement 7a an dem Bauwerk 1 anzuordnen, ohne dass die Masse 23 in den Durchgangsöffnungen 10a vorgesehen ist. Es kann dann die Befestigungsschraube 8a eingedreht werden. In den resultierenden Spalt kann die Masse eingefüllt werden.

[0044] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf Fig. 5 ein drittes Ausführungsbeispiel der Erfindung beschrieben. Konstruktiv identische Teile halten die selben Bezugszeichen wie bei den beiden ersten Ausführungsbeispielen, auf deren Beschreibung hiermit verwiesen wird. Konstruktiv unterschiedliche, jedoch funktionell gleichartige Teile erhalten die selben Bezugszeichen mit einem nachgestellten b.

[0045] Der wesentliche Unterschied gegenüber den vorstehenden Ausführungsbeispielen besteht darin, dass das Verstärkungselement 7b zweiteilig ausgeführt ist mit einem ersten Verstärkungsteil 28 und einem zweiten Verstärkungsteil 29. Das erste Verstärkungselementteil 28 und das zweite Verstärkungselementteil 29 weisen eine Lamelle analog dem ersten Ausführungsbeispiel auf. Von der jeweiligen Lamelle erstreckt sich, insbesondere senkrecht zur Unterseite 4 des Bauwerks 1 an dem ersten Verstärkungselementteil 28 ein erster Anbindungsabschnitt 31 und an dem zweiten Verstärkungselementteil 29 ein zweiter Anbindungsabschnitt 32. An dem ersten Anbindungsabschnitt 31 ist ein erster Spannungsabschnitt 33 und an dem zweiten Anbindungsabschnitt 32 ist ein zweiter Spannungsabschnitt 34 angeordnet.

[0046] In der an dem Bauwerk 1 montierten Anordnung des Verstärkungselements 7b sind der erste Spannungsabschnitt 33 und der zweite Spannungsabschnitt 34 als flächenhafte Abschnitte parallel zueinander orientiert. Der erste Spannungsabschnitt 33 und der zweite Spannungsabschnitt 34 weisen jeweils eine Durchgangsöffnung auf, die insbesondere konzentrisch zueinander angeordnet sind. Durch die fluchtend angeordneten Durchgangsöffnungen der Spannungsabschnitte 33, 34 ist das Spannungselement 30 in Form einer metrischen Schraube durchgesteckt und mittels einer Befestigungsmutter 35 entlang einer Vorspann-Wirklinie vorgespannt. Die Befestigungsmutter 35 ist mittels einer Konter-Mutter 36 gesichert. Die Vorspann-Wirklinie ist parallel zu den Lamellen der Verstärkungselementteile 28, 29 orientiert. Die Vorspann-Wirklinie ist insbesondere senkrecht zu den Schraubenlängsachsen 11 orientiert. Die Vorspann-Wirklinie entspricht der Längsrichtung des Verstärkungselements 7b. Die Vorspann-Wirklinie entspricht der jeweiligen Längsrichtung des ersten Verstärkungselementteils 28 und des zweiten Verstärkungselementteils 29. Die Vorspannung soll möglichen Rissen entgegenwirken, die entlang einer potentiellen Risslinie 37 oder parallel dazu auftreten können. Die Risslinie 37 ist etwa unter einem 45°-Winkel zur Unterseite 4 des Bauwerks 1 orientiert. Die Spannungsabschnitte 33, 34 sind jeweils in einem Endbereich des ersten Verstärkungselementteils 28 und des zweiten Verstärkungselementteils 29 angeordnet. Der erste Spannungsabschnitt 33 und der zweite Spannungsabschnitt 34 sind benachbart zueinander angeordnet.

[0047] Nachfolgend wird ein Verfahren zur Anbringung der Verstärkungsanordnung 6b an dem Bauwerk 1 näher erläutert. In das Bauwerk 1 werden Bohrungen für die Befestigungsschrauben 8 gebohrt.

[0048] Das erste Verstärkungselementteil 28 und das zweite Verstärkungselementteil 29 werden jeweils separat voneinander an dem Bauwerk 1 befestigt, indem jeweils zunächst genau eine Befestigungsschraube 8 zum Befestigen des jeweiligen Verstärkungselementteils 28 und 29 dient. Insbesondere wird das erste Verstärkungselementteil 28 mit der in Fig. 5 ganz links dargestellten Befestigungsschraube 8 und das zweite Verstärkungselementteil 29 mit der in Fig. 5 ganz rechts dargestellten Befestigungsschraube 8 an dem Bauwerk 1 befestigt. Wesentlich ist, dass ein Abstand von der jeweiligen Befestigungsschraube 8 zu dem jeweiligen Spannungsabschnitt 33 bzw. 34 möglichst groß ist. Die mittels jeweils einer Befestigungsschraube 8 an dem Bauwerk 1 befestigten Verstärkungselementteile 28, 29 werden mittels des Spannelements 30 miteinander verbunden und anschließend entlang der Vorspann-Wirkrichtung vorgespannt. In dieser vorgespannten Anordnung können die weiteren Befestigungselemente 8 angebracht werden. Beispielsweise werden dazu die erforderlichen Bohrungen in das Bauwerk 1 durch die Durchgangsöffnungen in dem Verstärkungselement 7b an der Unterseite 4 des Bauwerks 1 eingebracht. Anschließend werden die Be-

festigungsschrauben 8 in die Bohrlöcher eingeschraubt und der Ringspalt zwischen Befestigungsschraube und Durchgangsöffnung mit der inkompressiblen Masse 23 verfüllt.

Patentansprüche

1. Verstärkungsanordnung für ein Bauwerk (1), umfassend

- a. ein an dem Bauwerk (1) anordenbares Verstärkungselement (7, 9; 7a) und
- b. mindestens ein Verbindungselement (8; 8a) zum Verbinden des Verstärkungselements (7, 9; 7a) mit dem Bauwerk (1), wobei das Verbindungselement (8; 8a) aufweist

- i. einen Verankerungsabschnitt (12) zum Verankern des Verbindungselements (8; 8a) im Bauwerk (1),
- ii. einen eine Haltevorrichtung (17, 18; 25) aufweisenden Halteabschnitt (16; 16a) zum Halten des Verstärkungselements (7, 9; 7a) und
- iii. einen zwischen dem Verankerungsabschnitt (12) und dem Halteabschnitt (16; 16a) angeordneten Lastabtragsabschnitt (20; 20a) zum Abtragen von Lasten von dem Verbindungselement (8; 8a) in das Verstärkungselement (7, 9; 7a),

wobei das Verbindungselement (8; 8a) mit dem Lastabtragsabschnitt (20; 20a) in einer Durchgangsöffnung (10; 10a) kraftschlüssig mit dem Verstärkungselement (7, 9; 7a) verbunden ist.

2. Verstärkungsanordnung gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem zwischen dem Verbindungselement (8; 8a) und dem Verstärkungselement (7, 9; 7a) angeordneten Spalt (22; 22a) eine ermüdungsfeste Masse (23) vorgesehen ist, wobei insbesondere ein Innendurchmesser (d_i) der Durchgangsöffnung (10; 10a) größer ist als ein Außendurchmesser (d_a) des Lastabtragsabschnitts (20; 20a), wobei insbesondere gilt: $d_i \geq 1,02 \cdot d_a$, insbesondere $d_i \geq 1,05 \cdot d_a$, insbesondere $d_i \geq 1,08 \cdot d_a$, insbesondere $d_i \geq 1,10 \cdot d_a$ und insbesondere $d_i \geq 1,15 \cdot d_a$.

3. Verstärkungsanordnung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstärkungselement (7, 9; 7a) ein Zugelement oder ein Druckelement ist.

4. Verstärkungsanordnung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstärkungselement (7, 9; 7a) lamellen-

förmig mit einer Länge (L), einer Breite (B) und einer Dicke (D) ausgeführt ist, wobei insbesondere gilt: $L \gg B > D$.

5. Verstärkungsanordnung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstärkungselement (7, 9; 7a) aus Metall, insbesondere aus Stahl, insbesondere aus Baustahl, oder aus Kohlefaser hergestellt ist.

6. Verstärkungsanordnung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltevorrichtung als Senkkopf (25) ausgeführt.

7. Verstärkungsanordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltevorrichtung als Haltegewinde (17) mit Haltemutter (18) ausgeführt ist.

8. Verstärkungsanordnung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** mehrere Befestigungsschrauben (8; 8a).

9. Verstärkungsanordnung gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (8; 8a) belastungsgerecht an dem Bauwerk (1) anordenbar sind, wobei insbesondere eine Verbindungselement-Dichte umso größer ist, desto höher die Belastung ist.

10. Verstärkungsanordnung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verbindungselement (8; 8a) einen Werkzeugabschnitt zum Ansetzen eines Werkzeugs für eine Drehmomentübertragung aufweist, wobei der Werkzeugabschnitt insbesondere eine bezogen auf eine Schraubenlängsachse unrunde, insbesondere innere, Querschnittsform aufweist und insbesondere als Innenschlitz, Innenkreuz, Innensechskant, Innenmehrrund und insbesondere Innensechsrund, ausgeführt ist.

11. Verstärkungsanordnung gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verstärkungselement (7b) zweiteilig ausgeführt ist, wobei ein erstes Verstärkungselementteil (28) und ein zweites Verstärkungselementteil (29) mittels eines Spannelements (30) spannbar miteinander verbindbar sind.

12. Verfahren zum Verstärken eines Bauwerks (1) mit einer Verstärkungsanordnung (6; 6a) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, umfassend die Verfahrensschritte

- Bereitstellen eines Bauwerks (1),
- Einbringen mindestens einer Bohrung in das

Bauwerk (1),

- Anordnen des Verstärkungselements (7, 9; 7a) an dem Bauwerk (1),
- Anbringen des Verstärkungselements (7, 9; 7a) an dem Bauwerk (1) mittels des mindestens einen Verbindungselements (8; 8a),
- kraftschlüssiges Verbinden des Verbindungselements (8; 8a) mit dem Lastabtragsabschnitt (20; 20a) in der Durchgangsöffnung (10; 10a) des Verstärkungselements (7, 9; 7a).

5

10

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, **gekennzeichnet durch** Einfüllen einer ermüdungsfesten Masse (23) in einen zwischen dem Verbindungselement (8; 8a) und dem Verstärkungselement (7, 9; 7a) angeordneten Spalt (22; 22a), der insbesondere zumindest abschnittsweise ringförmig ausgeführt ist.
14. Verfahren gemäß Anspruch 12 oder 13, **gekennzeichnet durch** Anordnen mehrerer Verbindungselemente (8; 8a) an dem Bauwerk (1), wobei insbesondere eine Verbindungselement-Dichte umso größer ist, desto höher die Belastung ist.
15. Verfahren gemäß einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Verstärkungselementteil (28) mit dem Bauteil (1) verbunden und ein zweites Verstärkungselementteil (29) mit dem Bauteil (1) verbunden werden, wobei das erste Verstärkungselementteil (28) mit dem zweiten Verstärkungselementteil (29) mit einer Vorspannung beaufschlagt werden, und wobei das Verstärkungselement (7b) in der vorgespannten Anordnung an dem Bauwerk (1) befestigt wird.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

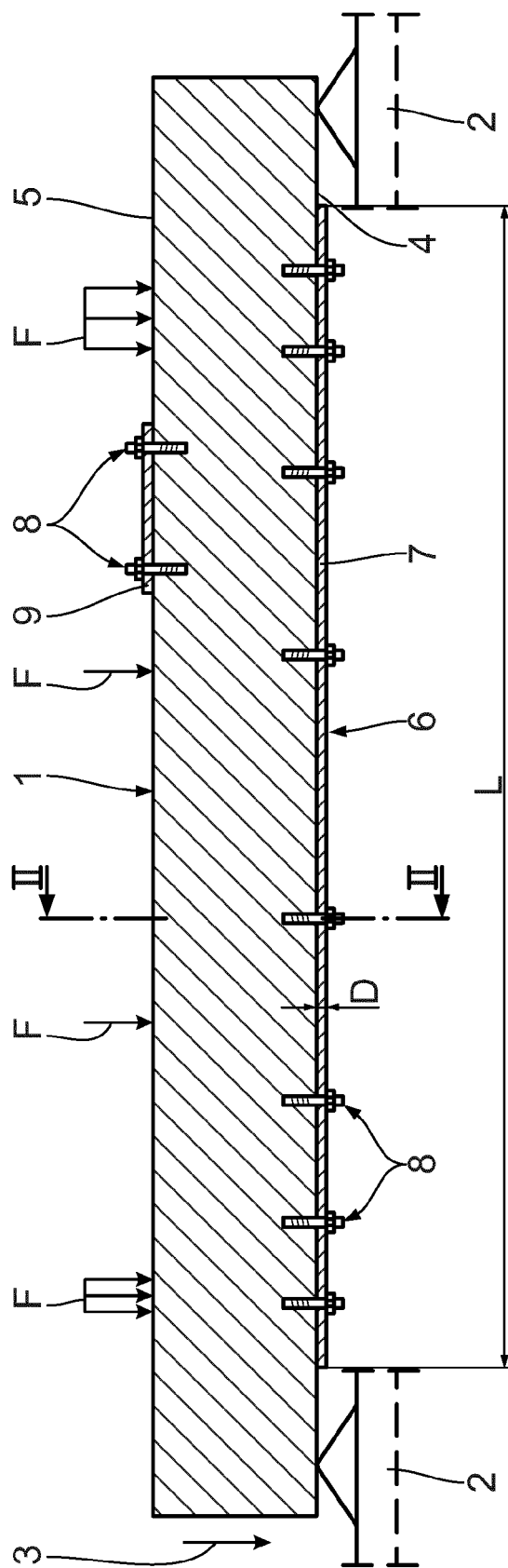


Fig. 1

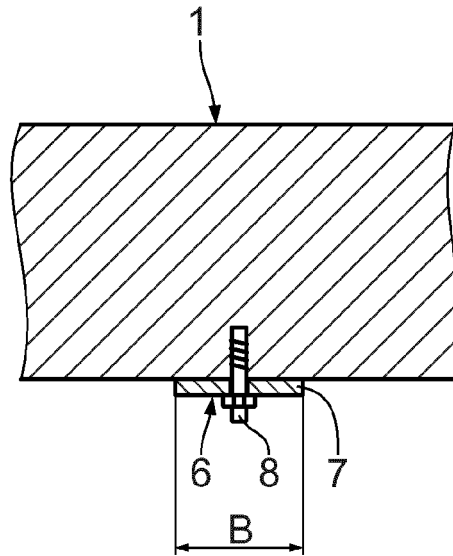


Fig. 2

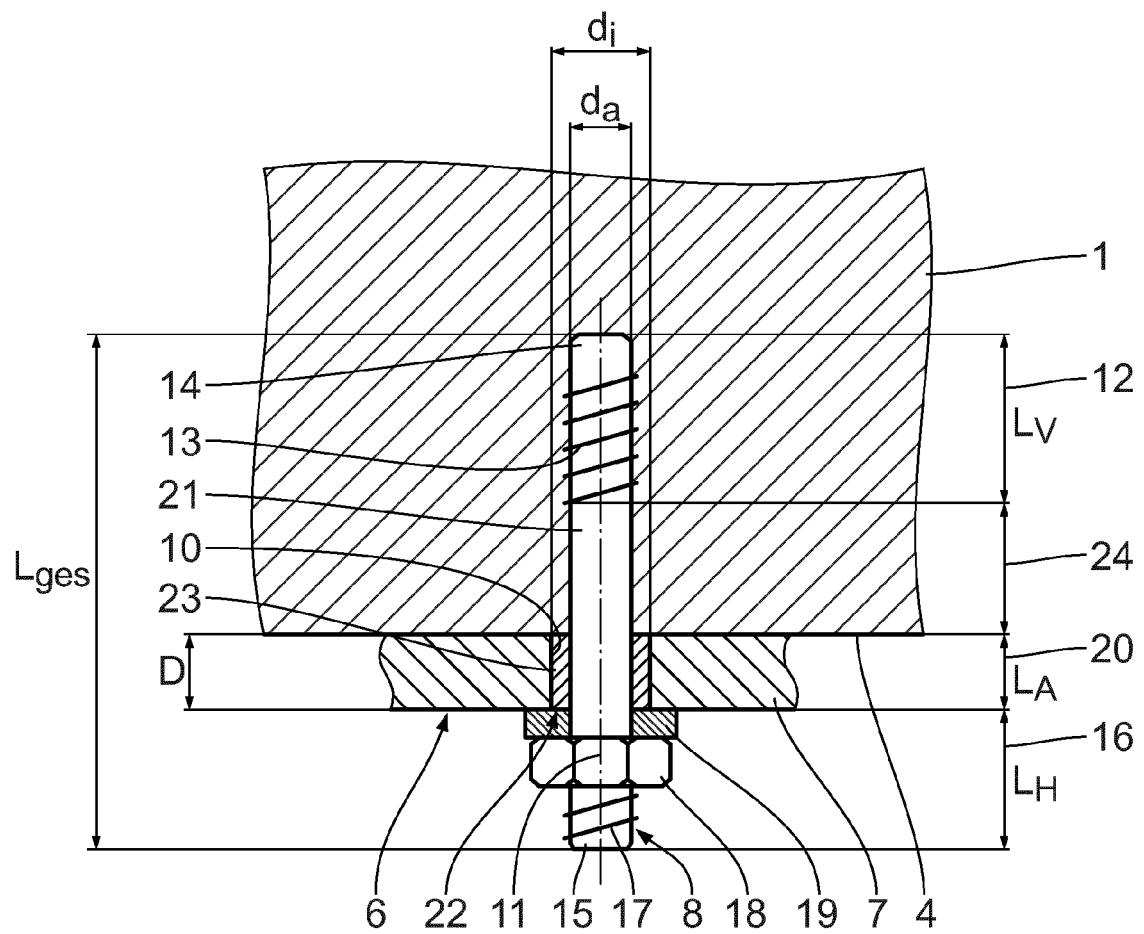


Fig. 3

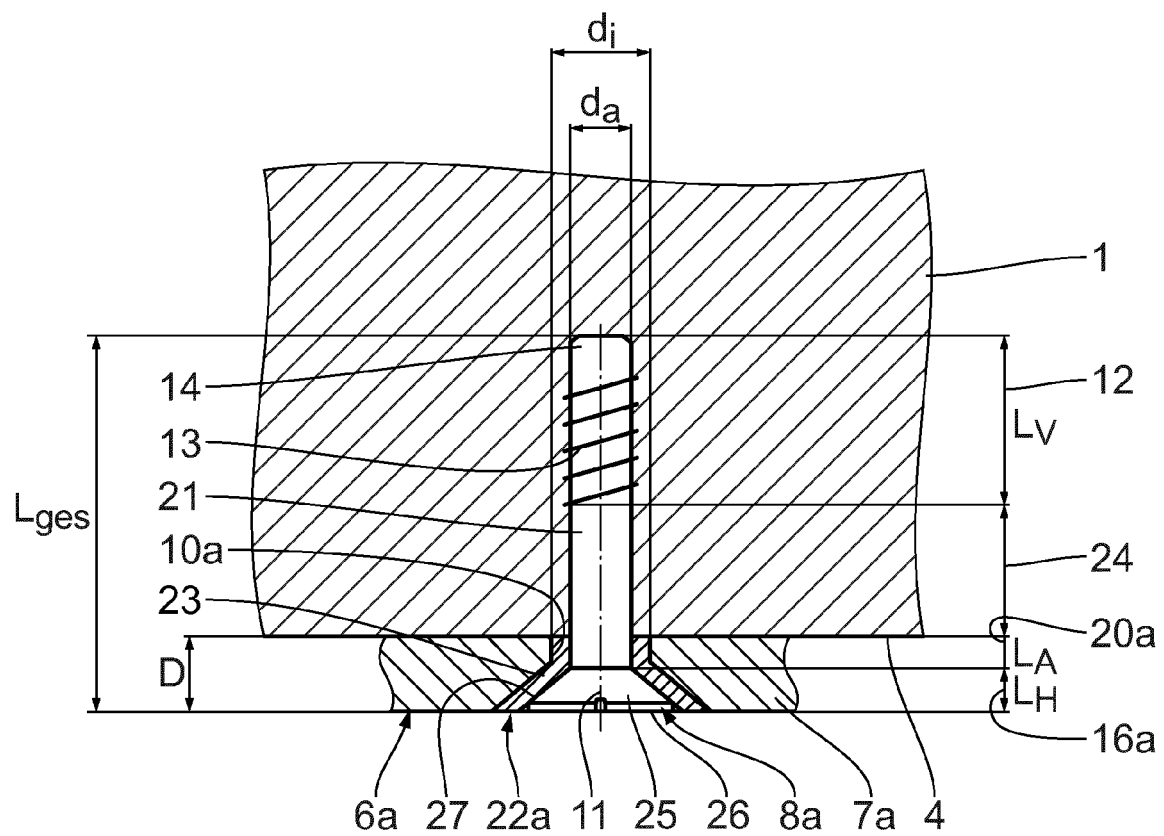


Fig. 4

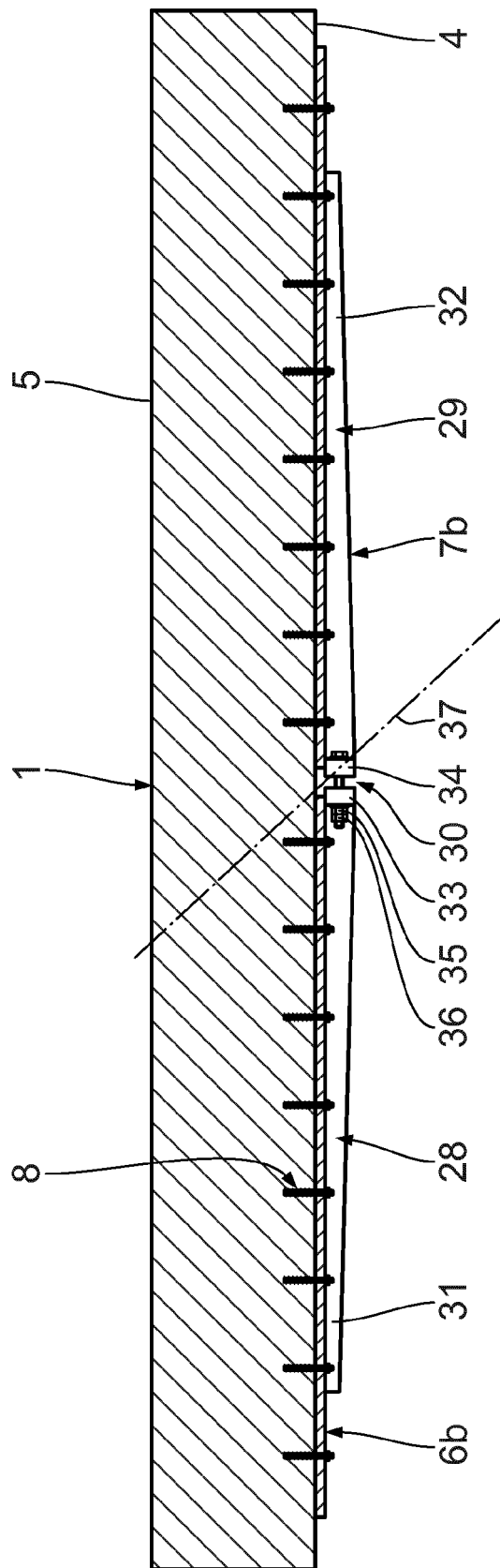


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 15 17 6711

5

10

15

20

25

30

35

40

45

1

50

55

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	Hilti Aktiengesellschaft: "Hilti HIT-HY 200 with HIT-Z", 30. September 2012 (2012-09-30), Seiten 1-20, XP055229751, Feldkircherstrasse 100, Schaan 9494, Liechtenstein Gefunden im Internet: URL:https://www.hilti.nl/medias/sys_master/documents/h4d/9111314268190/Technical_information_ASSET_DOC_LOC_2708950.pdf [gefunden am 2015-11-19] * Seiten 4-7 *	1-5,7-15	INV. E04G23/02
X	JP 2009 249982 A (DAIWA ODAKYU CONSTRUCTION CO L; KFC LTD) 29. Oktober 2009 (2009-10-29) * Zusammenfassung; Abbildungen 7,9,10,13,14 *	1-11,15	
X	JP 2005 200827 A (KFC LTD) 28. Juli 2005 (2005-07-28) * Zusammenfassung; Abbildung 10 *	1,3,5,6,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) E04G
X	JP H09 170203 A (ISUMITSUKU KK) 30. Juni 1997 (1997-06-30) * Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	1,3-12,15	
X	US 5 749 200 A (FUKUOKA KATSUMI [JP]) 12. Mai 1998 (1998-05-12) * Spalten 1-3; Abbildung 1 *	1,3,5,7-12	
X	KR 2003 0066205 A (NO YUN KEUN [KR]; WOO KYOUNG COUST CO LTD [KR]) 9. August 2003 (2003-08-09) * Abbildungen 1-5 *	1,3-5,11	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 20. November 2015	Prüfer Garmendia Irizar, A
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 15 17 6711

5

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

20-11-2015

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2009249982 A	29-10-2009	JP 5188864 B2 JP 2009249982 A	24-04-2013 29-10-2009
JP 2005200827 A	28-07-2005	JP 3936989 B2 JP 2005200827 A	27-06-2007 28-07-2005
JP H09170203 A	30-06-1997	JP 3513784 B2 JP H09170203 A	31-03-2004 30-06-1997
US 5749200 A	12-05-1998	CA 2178286 A1 JP H08338005 A US 5749200 A	15-12-1996 24-12-1996 12-05-1998
KR 20030066205 A	09-08-2003	KEINE	

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102014214473 [0001]