



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**09.01.2019 Patentblatt 2019/02**

(51) Int Cl.:  
**E02D 5/80 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **18177108.0**

(22) Anmeldetag: **11.06.2018**

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

(71) Anmelder: **BBV Systems GmbH**  
**67240 Bobenheim-Roxheim (DE)**

(72) Erfinder: **Escher, Markus**  
**67434 Neustadt an der Weinstraße (DE)**

(74) Vertreter: **Patent- und Rechtsanwälte Ullrich & Naumann**  
**PartG mbB**  
**Schneidmühlstraße 21**  
**69115 Heidelberg (DE)**

(30) Priorität: **07.07.2017 DE 102017211678**

(54) **STUFENANKER UND VERFAHREN ZUR VERANKERUNG EINES STUFENANKERS IN EINEM UNTERGRUND ODER BAUTEIL**

(57) Ein Stufenanker zur Verankerung in einem Untergrund oder Bauteil, mit mehreren dehnbaren Zuggliedern (1, 2), wobei mindestens zwei der Zugglieder (1, 2) eine unterschiedliche definierbare freie Ankerlänge  $L_{tf}$  aufweisen, ist im Hinblick auf eine sichere Prüfung und einen sicheren Einsatz des Stufenankers derart ausgestaltet und weitergebildet, dass jeweilige Dehnsteifigkeiten der mindestens zwei Zugglieder (1, 2) im Bereich

deren jeweiligen freien Ankerlänge  $L_{tf}$  derart definierbar sind, dass die mindestens zwei Zugglieder (1, 2) nach einem Dehnen um einen gleichen Dehnweg je Zugglied (1, 2) einen vorgebbaren Spannungszustand oder eine vorgebbare Spannung aufweisen. Des Weiteren ist ein entsprechendes Verfahren zur Verankerung eines Stufenankers in einem Untergrund oder Bauteil angegeben.

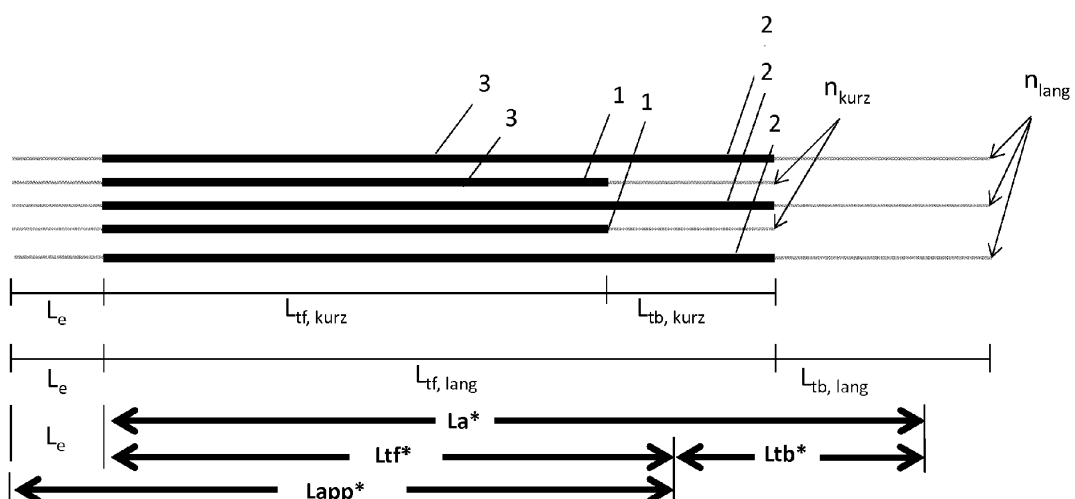


Fig. 1

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Stufenanker zur Verankerung in einem Untergrund oder Bauteil, mit mehreren dehnbaren Zuggliedern, wobei mindestens zwei der Zugglieder eine unterschiedliche definierbare freie Ankerlänge L<sub>tf</sub> aufweisen.

**[0002]** Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur Verankerung eines Stufenankers in einem Untergrund oder Bauteil, wobei der Stufenanker mehrere dehnbare Zugglieder aufweist und wobei mindestens zwei der Zugglieder eine unterschiedliche definierbare freie Ankerlänge L<sub>tf</sub> aufweisen.

**[0003]** Ein Stufenanker sowie ein Verfahren zur Verankerung eines solchen Stufenankers in einem Untergrund sind beispielsweise aus der EP 1 707 684 B1 bekannt. Der bekannte Stufenanker weist mehrere spannbare Zugglieder auf, die jeweils eine unterschiedliche freie Ankerlänge aufweisen. Dabei sind jeweilige Verankerungslängen in unterschiedlichen Tiefen in einem Bohrloch mit einem Verpresskörper verbunden, der die Zugglieder zur Lastübertragung in den Untergrund mit dem umgebenden Untergrund verbindet. Die einzelnen Zugglieder weisen jeweils im Wesentlichen die gleiche Verankerungslänge auf. Durch diese gestufte oder gestaffelte Anordnung der Verankerungslängen entlang der Tiefe des Bohrlochs wird die Gesamt-Traglast des Stufenankers gestuft oder gestaffelt abgetragen. Man kann dies als axiale Staffelung der Verankerungslänge des Stufenankers im Bohrloch bezeichnen.

**[0004]** Bei klassischen Verpressankern ohne eine derartige gestufte oder gestaffelte Lasteintragung werden zur DIN-konformen Prüfung und Festlegung der Anker alle Zugglieder des Ankers um den gleichen Betrag oder Dehnweg gedehnt. Wendet man dieses Prüfverfahren auf einen Stufenanker mit unterschiedlichen freien Ankerlängen der einzelnen Zugglieder an, ergeben sich bei gleichem Dehnweg unterschiedliche Kräfte und Spannungen in den einzelnen Zuggliedern. Genauer gesagt ergeben sich bei einheitlicher Dehnung und gleichem Dehnweg aller Zugglieder aufgrund deren unterschiedlichen freien Ankerlängen unterschiedliche Spannungszustände in den einzelnen Zuggliedern. Zugglieder mit kürzeren freien Ankerlängen werden dabei stärker beansprucht als Zugglieder mit längeren freien Ankerlängen, so dass sich beispielsweise eine Prüflast bei Zuggliedern mit kürzeren freien Ankerlängen schon bei einer Dehnung einstellt, bei der Zugglieder mit längeren freien Ankerlängen noch weit unterhalb dieser Prüflast liegen. Da die DIN-Vorgaben für die Prüfung und Bemessung von Verpressankern grundsätzlich eine gleichförmige Kraft beziehungsweise eine gleiche freie Ankerlänge innerhalb des gesamten Bündels von Zuggliedern eines Verpressankers voraussetzen, wurden unterschiedliche Prüfverfahren entwickelt, die diesem Problem der unterschiedlichen freien Ankerlängen und der hieraus resultierenden unterschiedlichen Kraft- und Spannungsverteilungen Rechnung tragen.

**[0005]** Eine Lösung des Problems besteht darin, die einzelnen Zugglieder mit unterschiedlichen freien Ankerlängen mit Einzelpressen zu dehnen oder zu spannen, so dass jedes Zugglied zu jedem Zeitpunkt des Dehnens oder Spanns der gleichen Last oder Spannung unterworfen ist. Anschließend kann ein einfaches Spannen mit einer üblichen Bündelpresse erfolgen, die dann wiederum jedes Zugglied gleichzeitig um den gleichen Dehnweg spannt. Hierbei ist jedoch problematisch, dass auch in diesem Fall ab dem Einsatz der Bündelpresse wieder unterschiedliche Spannungen in den einzelnen Zuggliedern aufgrund deren unterschiedlichen freien Ankerlängen in Kauf genommen werden müssen. Allerdings ist dieses Verfahren schon besser als ein Verfahren, bei dem eine derartige Bündelpresse und Spannung sämtlicher Zugglieder um den gleichen Dehnweg von Anfang an erfolgt. Allerdings ist dieses Verfahren aufgrund des Einsatzes von sowohl Einzelpressen als auch Bündelpressen und der mehreren Spannschritte sehr aufwändig und führt dieses Verfahren letztendlich zu zeitlich versetzten und ungünstigen Schubspannungen innerhalb des Verpresskörpers. Des Weiteren verlieren die bislang bekannten Verfahren zur Prüfung und Spannung von herkömmlichen Ankern bei Stufenankern in unterschiedlicher Weise letztendlich den Bezug zu den Bemessungsvorgaben und Prüfkriterien der DIN.

**[0006]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Stufenanker sowie ein Verfahren zur Verankerung eines Stufenankers der eingangs genannten Art derart auszugestalten und weiterzubilden, dass eine sichere Prüfung und ein sicherer Einsatz des Stufenankers mit konstruktiv einfachen Mitteln ermöglicht sind.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe durch einen Stufenanker mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Danach ist der Stufenanker derart ausgestaltet und weitergebildet, dass jeweilige Dehnsteifigkeiten der mindestens zwei Zugglieder im Bereich deren jeweiligen freien Ankerlänge L<sub>tf</sub> derart definierbar sind, dass die mindestens zwei Zugglieder nach einem Dehnen um einen gleichen Dehnweg je Zugglied einen vorgebbaren Spannungszustand oder eine vorgebbare Spannung aufweisen.

**[0008]** Des Weiteren wird die voranstehende Aufgabe durch ein Verfahren zur Verankerung eines Stufenankers mit den Merkmalen des Anspruchs 11 gelöst. Danach ist das Verfahren derart ausgestaltet und weitergebildet, dass jeweilige Dehnsteifigkeiten der mindestens zwei Zugglieder im Bereich deren jeweiligen freien Ankerlänge L<sub>tf</sub> derart definiert werden, dass die mindestens zwei Zugglieder nach einem Dehnen um einen gleichen Dehnweg je Zugglied einen vorgebbaren Spannungszustand oder eine vorgebbare Spannung aufweisen.

**[0009]** Erfindungsgemäß ist zunächst erkannt worden, dass durch geschickte Ausgestaltung des Stufenankers die voranstehende Aufgabe auf überraschend einfache Weise gelöst wird. In weiter erfindungsgemäßer Weise ist dann erkannt worden, dass eine gezielte Vorgabe der jeweiligen Dehnsteifigkeiten von Zuggliedern mit unterschiedlichen freien Ankerlängen eine signifikante Vereinfachung von Prüfungsverfahren für den Stufenanker und damit ein sicherer

Einsatz derartiger Stufenanker ermöglicht sind. Dabei werden die jeweiligen Dehnsteifigkeiten der Zugglieder im Bereich deren jeweiligen freien Ankerlänge derart definiert, dass diese Zugglieder nach einem Spannen um einen gleichen Dehnweg je Zugglied einen vorgebbaren Spannungszustand oder eine vorgebbare Spannung aufweisen. Dabei wird über die Definition der jeweiligen Dehnsteifigkeiten die nach einem Spannen um einen gleichen Dehnweg erzeugte Spannung in den jeweiligen Zuggliedern definiert. Hierdurch kann die Spannung oder der Spannungszustand in Abhängigkeit von individuellen Einsatzbedingungen für jedes Zugglied einzeln vorgegeben werden, nämlich über die Definition und Vorgabe der jeweiligen individuellen Dehnsteifigkeiten der einzelnen Zugglieder. Die Spannungen oder Spannungszustände in den einzelnen Zuggliedern können dabei derart vorgewählt werden, dass einfache und bekannte Standard-Prüfungsverfahren zum Einsatz kommen können, beispielsweise eine Prüfung mit einer Bündelpresse, wobei die Spannungszustände oder Spannungen in den einzelnen Zuggliedern innerhalb möglicher Toleranzbereiche der Spannung variieren können. Gleiche Spannungen oder Spannungszustände sind in einem solchen Fall nicht zwingend erforderlich und es können bewusst unterschiedliche Spannungen - im Bereich vorgegebbarer Grenzen - toleriert werden, falls dies für die Prüfung und/oder einen Einsatz des Stufenankers sinnvoll sein sollte.

**[0010]** Folglich sind mit dem erfindungsgemäßen Stufenanker und dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Verankerung eines Stufenankers ein Stufenanker und ein entsprechendes Verfahren angegeben, wonach eine sichere Prüfung und ein sicherer Einsatz des Stufenankers mit konstruktiv einfachen Mitteln ermöglicht sind.

**[0011]** Grundsätzlich ist an dieser Stelle festzuhalten, dass es sich bei dem erfindungsgemäßen Stufenanker - unabhängig von der Art der Lastaufbringung und dem Zeitpunkt der Lastaufbringung über eine Vorspannung oder eine Spannung oder ein Dehnen, das auch durch eine relative Verschiebung der beiden Enden der freien dehnbaren Länge erzeugt werden kann - sowohl um einen sogenannten vorgespannten Stufenanker als auch um einen nicht vorgespannten Stufenanker handeln kann. Die Definition der Dehnsteifigkeiten in den jeweiligen Zuggliedern und die sich hieraus ergebenden Spannungszustände in den Zuggliedern bei einem Dehnen der Zugglieder sind bei nicht vorgespannten Stufenankern in jedem Fall für die Durchführung einer Prüfung der Stufenanker von großem Vorteil. Insoweit ist die vorliegende Erfindung nicht auf vorgespannte Stufenanker eingeschränkt.

**[0012]** Im Hinblick auf eine besonders sichere Prüfung und einen besonders sicheren Einsatz des Stufenankers können die vorgebbaren Spannungszustände oder Spannungen in den Zuggliedern nach einem Spannen im Wesentlichen gleich sein. Schubspannungen innerhalb eines Verpresskörpers können hierdurch weitestgehend vermieden werden und der Bezug zu den Bemessungsvorgaben und Prüfkriterien der DIN wird hierdurch besonders gefördert.

**[0013]** Die Definition der jeweiligen Dehnsteifigkeiten der mindestens zwei Zugglieder kann auf ganz unterschiedliche Art und Weise vorteilhaft vorgenommen werden. Dabei kann die Dehnsteifigkeit durch eine Vorgabe der Anzahl an Traggliedern oder Litzen der jeweiligen Zugglieder definierbar sein, sofern die einzelnen Zugglieder aus mehreren einzelnen Traggliedern oder Litzen aufgebaut sind. Dabei ist zu beachten, dass ein Stufenanker gemäß der vorliegenden Erfindung aus mehreren Zuggliedern aufgebaut ist, die jeweils aus mehreren Traggliedern oder Litzen aufgebaut sein können. Bei der Vorgabe der Anzahl an Traggliedern oder Litzen liegt der Gedanke zugrunde, dass bei einer gleichzeitigen Dehnung sämtlicher Zugglieder um den gleichen Dehnweg sich für Tragglieder oder Litzen mit unterschiedlicher freier Ankerlänge - bei gleicher jeweiliger Dehnsteifigkeit - unterschiedlich hohe Kräfte ergeben, d.h. eine größere Kraft bei einer kurzen freien Ankerlänge als bei einer langen freien Ankerlänge. Insoweit kann die Dehnsteifigkeit dadurch konkret definiert werden, dass ein Zugglied mit einer kürzeren freien Ankerlänge eine größere Anzahl an Traggliedern oder Litzen aufweist als ein Zugglied mit einer größeren freien Ankerlänge. Durch die Definition der Dehnsteifigkeiten werden auch die jeweiligen Federsteifigkeiten oder Federkonstanten vorgegeben, die als Dehnsteifigkeit pro Länge definiert sind. Durch die Wahl der Anzahl an Traggliedern oder Litzen der jeweiligen Zugglieder ist eine sehr einfache Definition der Dehnsteifigkeiten der jeweiligen Zugglieder möglich.

**[0014]** Alternativ oder zusätzlich zu der Vorgabe der Anzahl an Traggliedern oder Litzen der jeweiligen Zugglieder können die Dehnsteifigkeiten durch eine Vorgabe einer Querschnittsfläche und/oder eines Elastizitätsmoduls von einzelnen Traggliedern oder Litzen der jeweiligen Zugglieder definierbar sein. Dabei könnte eine Anzahl an Traggliedern oder Litzen in einem Zugglied gleich bleiben, wenn gleichzeitig Tragglieder oder Litzen mit größerer oder kleinerer Querschnittsfläche - je nach Erfordernis - verwendet werden. Dabei weisen Tragglieder oder Litzen mit größerer Querschnittsfläche eine größere Dehnsteifigkeit auf als Tragglieder oder Litzen mit kleinerer Querschnittsfläche. Weiter alternativ oder zusätzlich hierzu könnte das jeweilige Elastizitätsmodul eines einzelnen Tragglieds oder einer einzelnen Litze definierbar sein. Beispielsweise könnten unterschiedliche Materialien - zum Beispiel Stahl und/oder Glasfasermaterial und/oder Karbonmaterial - eingesetzt werden, um die jeweiligen Dehnsteifigkeiten der Zugglieder über eine Anpassung des Elastizitätsmoduls von Traggliedern oder Litzen der jeweiligen Zugglieder anzupassen. Sämtliche vorgenannten Alternativen - Anzahl an Traggliedern oder Litzen, Vorgabe einer Querschnittsfläche und Vorgabe eines Elastizitätsmoduls - können in alternativer oder auch in kombinierter Weise realisiert werden, um die jeweiligen Dehnsteifigkeiten in der erforderlichen Weise zu definieren.

**[0015]** Falls Zugglieder des Stufenankers keine einzelnen Tragglieder oder Litzen aufweisen, sondern durch jeweils ein Zugelement gebildet sind, können die Dehnsteifigkeiten durch eine Vorgabe einer Querschnittsfläche und/oder eines Elastizitätsmoduls der jeweiligen Zugglieder oder Zugelemente definierbar sein. In diesem Fall scheidet die Alternative

der Vorgabe der Anzahl an Traggliedern oder Litzen als Variationsmöglichkeit aus, ansonsten können in alternativer oder kombinierter Weise Querschnittsflächen und Elastizitätsmodule durch beispielsweise unterschiedliche Materialien definiert angepasst oder variiert werden, um die gewünschten erforderlichen Dehnsteifigkeiten der jeweiligen Zugglieder zu definieren.

**[0016]** Im Hinblick auf eine sehr einfache Definition der jeweiligen Dehnsteifigkeiten über eine Vorgabe der Anzahl an Traggliedern oder Litzen der jeweiligen Zugglieder kann die Anzahl an Traggliedern oder Litzen in den mindestens zwei Zuggliedern zur Erreichung von etwa gleichen Spannungszuständen oder Spannungen in den Zuggliedern durch die folgende Formel definierbar sein:  $n_{\text{lang(rech)}} = n_{\text{kurz}} \cdot (L_{\text{tf, lang}} + L_e) / (L_{\text{tf, kurz}} + L_e)$ , wobei  $n_{\text{lang(rech)}}$  die rechnerisch ermittelte Tragglied- oder Litzenanzahl im Zugglied mit einer längeren freien Ankerlänge  $L_{\text{tf, lang}}$ ,  $n_{\text{kurz}}$  die Tragglied- oder Litzenanzahl im Zugglied mit einer kürzeren freien Ankerlänge  $L_{\text{tf, kurz}}$  und  $L_e$  die Länge eines externen Überstands ist. Hierdurch kann das Verhältnis der Anzahl an Traggliedern oder Litzen  $n_{\text{lang(rech)}}$  im Zugglied mit der längeren freien Ankerlänge zur Anzahl an Traggliedern oder Litzen  $n_{\text{kurz}}$  im Zugglied mit der kürzeren freien Ankerlänge berechnet werden. Dabei kann eine der beiden Tragglied- oder Litzenanzahlen vorgegeben werden oder sein und kann die andere Tragglied- oder Litzenanzahl berechnet werden. Im vorliegenden Fall ist dies beispielhaft durch eine Vorgabe der Tragglied- oder Litzenanzahl für das Zugglied mit der kurzen freien Ankerlänge und eine Berechnung der Tragglied- oder Litzenanzahl für das Zugglied mit der längeren freien Ankerlänge erläutert. Es ist jedoch auch die umgekehrte Vorgehensweise denkbar, wobei sich dann die Anzahl an Traggliedern oder Litzen  $n_{\text{kurz}}$  per Rechnung ergibt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich bei dieser Formel bei Vorgabe der auf der rechten Seite der Formel angeführten Parameter und Berechnung der Anzahl an Traggliedern oder Litzen für das Zugglied mit der längeren freien Ankerlänge ein Wert ergeben kann, der keine ganze Zahl ist. Diese Abweichung von einer ganzen Zahl kann mit einem Korrekturwert ausgeglichen werden. Letztendlich ist die ungerade Anzahl auf eine gerade Anzahl auf- oder abzurunden, so dass sich gewünschte Spannungsverhältnisse oder Spannungszustände in den Zuggliedern nach einem Dehnen um einen gleichen Dehnweg ergeben.

**[0017]** Je nach Ausführungsform können die jeweiligen Verankerungslängen  $L_{\text{tb}}$  der mindestens zwei Zugglieder im Wesentlichen gleich groß sein. Dies führt letztendlich zu einer im Wesentlichen gleichmäßigen Krafteintragung in den Untergrund oder das Bauteil pro Zugglied. Es können je nach Erfordernis jedoch auch unterschiedliche Verankerungslängen  $L_{\text{tb}}$  gewählt werden. Hierbei ist auf den jeweiligen Anwendungsfall abzustellen.

**[0018]** Die jeweiligen Verankerungslängen  $L_{\text{tb}}$  der mindestens zwei Zugglieder können in Zugrichtung im Wesentlichen hintereinander angeordnet sein. Dies führt zu einer besonders gleichmäßigen Krafteintragung in den Untergrund oder in das Bauteil. Alternativ oder zusätzlich hierzu können die jeweiligen Verankerungslängen  $L_{\text{tb}}$  in einem gemeinsamen Verpress- oder Verbundkörper angeordnet sein. Ein derartiger Verpress- oder Verbundkörper dient ebenfalls der gleichmäßigen Lasteintragung in einen Untergrund oder in ein Bauteil.

**[0019]** Hinsichtlich eines besonders sicheren Einsatzes und eines besonders gleichmäßigen Krafteintrags und zur Reduzierung von ungünstigen Schubspannungen können Zugglieder mit unterschiedlicher definierbarer freier Ankerlänge  $L_{\text{tf}}$  im Wesentlichen abwechselnd nebeneinander oder gleichmäßig verteilt im Stufenanker angeordnet sein. Dabei könnte beispielsweise bei Vorliegen von Zuggliedern mit zwei unterschiedlichen freien Ankerlängen in abwechselnder Weise immer ein kürzeres neben einem längeren Zugglied beziehungsweise ein Zugglied mit kürzerer freier Ankerlänge neben einem Zugglied mit längerer freier Ankerlänge angeordnet sein, um im Wesentlichen ausgeglichene oder ungefähr symmetrische Lastverhältnisse zu schaffen. Bei Verwendung einer Lochscheibe zur Separierung einzelner Zugglieder könnte eine im Wesentlichen gleichmäßige Verteilung der Zugglieder unterschiedlicher Länge in der Lochscheibe vorgenommen sein.

**[0020]** In besonders vorteilhafter Weise kann dem Stufenanker eine Bündelpresse zum Erzeugen der Spannung zugeordnet sein. Insoweit ist insbesondere ein System aus Stufenankern und Bündelpresse technisch und wirtschaftlich vorteilhaft.

**[0021]** Im Hinblick auf die Vorteile des beanspruchten Verfahrens zur Verankerung eines Stufenankers in einem Untergrund oder Bauteil darf zur Vermeidung von Wiederholungen auf die zuvor genannten Vorteile eines Stufenankers verwiesen werden, wobei die zu dem Stufenanker genannten Vorteile in analoger Weise auch für das Verfahren gelten.

**[0022]** Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens kann das Spannen, Vorspannen oder Teilvorspannen oder Dehnen der mindestens zwei Zugglieder gleichzeitig, vorzugsweise mittels einer Bündelpresse, erfolgen. Alternativ oder zusätzlich hierzu können die vorgebbaren Spannungszustände oder Spannungen in den Zuggliedern nach einer Lastaufbringung, beispielsweise einem Dehnen oder Spannen, im Wesentlichen gleich sein.

**[0023]** Das Dehnen der Zugglieder kann in jedem Fall alternativ durch ein zeitlich verzögertes und/oder wechselndes Verschieben zweier Verankerungspunkte gegeneinander erzeugt werden. Dabei kann das Verschieben der Verankerungspunkte voneinander unabhängig relativ zueinander erfolgen.

**[0024]** Des Weiteren können grundsätzlich zum Erzeugen des Dehnens der Zugglieder auch Einzelpressen oder Kombinationen von Einzelpressen verwendet werden, die auch zeitlich versetzt eingesetzt werden können.

**[0025]** Im Folgenden werden vorteilhafte Aspekte von Ausführungsbeispielen des erfindungsgemäßen Stufenankers zum besonders guten Verständnis der beanspruchten Lehre nochmals erläutert:

Bei dem erfindungsgemäßen Stufenanker und dem erfindungsgemäßen Verfahren wird die Dehnsteifigkeit von Zuggliedern definiert. Die Dehnsteifigkeit ist das Produkt aus dem Elastizitätsmodul  $E$  eines Werkstoffs in Belastungsrichtung und der Querschnittsfläche  $A$  senkrecht zur Belastungsrichtung - unabhängig von der Form des Querschnitts: Dehnsteifigkeit =  $E \cdot A$ . Wie stark die absolute Längenänderung  $\Delta L$  eines Bauteils bei gegebener Zugkraft ist, hängt neben

der Dehnsteifigkeit auch von seiner Länge ab.

**[0026]** Für einen einheitlichen Querschnitt ist die Federsteifigkeit oder Federkonstante  $c$  gleich der Steifigkeit des Federquerschnitts dividiert durch die Länge der Feder:  $c = E \cdot A / L$ , wobei dies die Dehnsteifigkeit pro Länge darstellt.

**[0027]** Als Zugglied können unterschiedliche Bauelemente zum Einsatz kommen. Dabei kann es sich um ein Tragglied oder um eine Litze oder um eine Anordnung von Traggliedern oder Litzen pro Zugglied oder auch um ein Seil oder eine Anordnung von Seilen pro Zugglied oder um einen Stab oder um eine Anordnung von Stäben pro Zugglied handeln. Des Weiteren können unterschiedliche Materialien für ein Zugglied zum Einsatz kommen, beispielsweise Stahl oder ein Kohlenstoff- oder Glasfaserbauelement. Bei gleichen Materialien ist das Elastizitätsmodul  $E$  gleich. Bei Verwendung unterschiedlicher Materialien in den Zuggliedern liegt je nach Material ein unterschiedliches Elastizitätsmodul bezüglich der unterschiedlichen Zugglieder vor.

**[0028]** Eine Federkonstante  $c = E \cdot A / L$  setzt sich bei einem Stufenanker mit mehreren Zuggliedern aus der Summe der den einzelnen Zuggliedern zugehörigen jeweiligen Federkonstanten zusammen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass jedes Zugglied je nach Material ein individuelles Elastizitätsmodul und möglicherweise einen individuellen Querschnitt und eine individuelle freie Ankerlänge  $L_{tf}$  aufweist. Einem derartigen Stufenanker kann somit eine Ersatzfederkonstante  $c^*$  zugeordnet werden, die sich aus den einzelnen Federkonstanten der einzelnen Zugglieder zusammensetzt. Diese kann als  $c^* = (E \cdot A)^* / L^*$  dargestellt werden, wobei das Produkt aus Elastizitätsmodul und Querschnittsfläche - die Dehnsteifigkeit - als Ersatzdehnsteifigkeit und  $L^*$  als Ersatzdehnlänge bezeichnet werden können.

**[0029]** Letztendlich kann ein Ersatzanker aus mehreren durch einzelne Zugglieder gebildete Teilanker durch Vorgaben in der Bemessung/Dimensionierung und Berechnung nach dem Prinzip resultierender Dehnsteifigkeiten und/oder Federsteifigkeiten derart entworfen werden, dass beispielsweise durch Berechnung und Wahl einer unterschiedlichen Tragglied- oder Litzenzahl je Teilbündel bei gleicher Dehnung und bekannter unterschiedlicher freier Dehnlänge auf dem Niveau der Gebrauchslast die einzelnen Zugglieder oder Teilbündel eine annähernd gleiche Kraft erhalten.

**[0030]** Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf die den Ansprüchen 1 und 11 nachgeordneten Ansprüche und andererseits auf die nachfolgende Erläuterung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im Allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stufenankers zur Verankerung in einem Untergrund oder Bauteil.

**[0031]** Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Stufenankers zur Verankerung in einem Untergrund oder Bauteil, wobei der Stufenanker fünf dehnbare Zugglieder 1, 2 aufweist, wobei zwei Zugglieder 1 eine kürzere freie Ankerlänge  $L_{tf, kurz}$  aufweisen als drei Zugglieder 2, die eine längere freie Ankerlänge  $L_{tf, lang}$  aufweisen. Die Bereiche der freien Ankerlängen  $L_{tf, lang}$  und  $L_{tf, kurz}$  der Zugglieder 1, 2 sind jeweils in einem Hüllrohr 3 angeordnet und darin frei bewegbar.

**[0032]** Im Hinblick auf eine sichere Prüfung und einen sicheren Einsatz des Stufenankers mit konstruktiv einfachen Mitteln sind die jeweiligen Dehnsteifigkeiten der Zugglieder 1 und 2 im Bereich deren jeweiligen freien Ankerlänge  $L_{tf, lang}$  und  $L_{tf, kurz}$  derart definierbar, dass die Zugglieder 1, 2 nach einem Dehnen um einen gleichen Dehnweg je Zugglied 1, 2 einen vorgebbaren Spannungszustand oder eine vorgebbare Spannung aufweisen, der bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel im Wesentlichen gleich sein kann.

**[0033]** Die Dehnsteifigkeiten werden bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel durch eine Vorgabe der Anzahl  $n_{kurz}$  und  $n_{lang}$  an Traggliedern oder Litzen der Zugglieder 1 beziehungsweise 2 definiert. Dieser Vorgabe der Anzahl an Traggliedern oder Litzen liegt der Gedanke zugrunde, dass durch Erhöhung der Tragglied- oder Litzenanzahl  $n_{lang}$  des längeren Zugglieds 2 gegenüber dem Zugglied 1 mit kürzerer freier Ankerlänge  $L_{tf, kurz}$  im Wesentlichen gleiche Dehnsteifigkeiten oder Federkonstanten eingestellt werden. Dabei gilt das Verhältnis  $EA_{kurz} / (L_{tf, kurz} + L_e) = EA_{lang} / (L_{tf, lang} + L_e)$ . Dabei bezeichnet  $A_{kurz}$  beziehungsweise  $A_{lang}$  die Gesamtquerschnittsfläche des kurzen Zugglieds 1 beziehungsweise des langen Zugglieds 2, wobei sich diese Querschnittsfläche  $A_{kurz}$  beziehungsweise  $A_{lang}$  aus den Querschnitten sämtlicher Einzellitzen zusammensetzt, falls das Zugglied einzelne Litzen aufweist.

**[0034]** Sowohl für das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 als auch für die folgenden Erläuterungen zu einer Prüfung des Stufenankers gilt die folgende Erklärung der verwendeten Kurzbezeichnungen:

	$L_{tb,lang}$	[mm]	Verankerungslänge der langen Litzen
	$L_{tf,lang}$	[mm]	freie Ankerlänge der langen Litzen
5	$L_{tb,kurz}$	[mm]	Verankerungslänge der kurzen Litzen
	$L_{tf,kurz}$	[mm]	freie Ankerlänge der kurzen Litzen
	$L_e$	[mm]	Litzenüberstand für Spannvorgang
	$L_{app,*}$	[mm]	theoretischer Wert für freie (Ersatz-)Dehnlänge gesamter Stufenanker (inkl. $L_e$ ) an der Grenzlinie "c"
10	$L_{tf,*}$	[mm]	theoretischer Wert für freie (Ersatz-)Ankerlänge gesamter Stufenanker
	$L_{app,a*}$	[mm]	theor. Wert für freie (Ersatz-)Dehnlänge gesamter Staffelanker (inkl. $L_e$ ) an der Grenzlinie "a"
	$L_{tb*}$	[mm]	theoretischer Wert für (Ersatz-)Verankerungslänge gesamter Stufenanker
	$n_{iang}$	[-]	Anzahl lange Litzen (gewählt)
15	$n_{iang,rech}$	[-]	rechnerisch erforderliche Anzahl lange Litzen
	$n_{kurz}$	[-]	Anzahl kurze Litzen (gewählt)
	$P_{kurz}$	[N]	Kraft des kurzen Teil-Ankers
	$P_{kurz,zul}$	[N]	zulässige maximale Prüfkraft des kurzen Teil-Ankers
	$P_{lang}$	[N]	Kraft des langen Teil-Ankers
20	$P_{lang,zul}$	[N]	zulässige maximale Prüfkraft des langen Teil-Ankers
	$P_{p,zul}$	[N]	zulässige Prüfkraft des Ankers (gesamter Anker)
	$P_p$	[N]	gewählte Prüfkraft des Ankers (gesamter Anker)
	$P_a$	[N]	Vorbelastung des Ankers (gesamter Anker)
	$A_{Litze}$	[mm <sup>2</sup> ]	Querschnittsfläche je Litze
25	$E_t$	[N/mm <sup>2</sup> ]	Elastizitätsmodul des Zuggliedes
	$f_{t,k}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	char. Zugfestigkeit Spannstahl oder Material der Zugglieder
	$f_{t,0.1,k}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	char. Spannung bei 0,1% bleibender Dehnung
	$\Delta e_{l,pp}$	[mm]	elastische Gesamtdehnung (inkl. Dehnung aus Vorlast)
30	$\Delta s_{el}$	[mm]	elastische Dehnung theoretische Grenzlinie (gesamter Anker)
	$\Delta s_{max}$	[mm]	elastische Dehnung obere Grenzlinie (gesamter Anker)
	$\Delta s_{min}$	[mm]	elastische Dehnung untere Grenzlinie (gesamter Anker)

Im Folgenden werden Grundlagen und Vorgaben für eine Prüfung des Stufenankers angegeben:

35 Die vorliegende Erfindung betrifft letztlich auch ein Prüfungsverfahren zur Prüfung eines erfindungsgemäßen Stufenankers, wobei der Stufenanker zur Vereinfachung der Prüfung in der erfindungsgemäßen Weise hinsichtlich der jeweiligen Dehnsteifigkeiten der mindestens zwei Zugglieder 1, 2 definierbar ist.

40 **[0035]** Bei einem Ausführungsbeispiel eines derartigen Prüfungsverfahrens können alle Zugglieder und/oder Litzen des Ankers gemeinsam und gleichzeitig geprüft und/oder festgelegt werden. In vielen Fällen müssen Eignungsprüfungen durchgeführt werden.

45 **[0036]** Aus der gemeinsamen Dehnung eines herkömmlichen Ankers ergeben sich für Zugglieder und/oder Litzen mit unterschiedlichen freien Längen - bei gleicher Dehnsteifigkeit - unterschiedlich hohe Kräfte oder Spannungszustände, wobei eine kurze freie Länge eine größere Kraft und eine lange freie Länge eine kleinere Kraft oder Spannung erfährt. Durch die erfindungsgemäße Wahl einer entsprechend unterschiedlichen Anzahl an Traggliedern oder Litzen pro Zugglied wird eine Angleichung von Teilsteifigkeiten der jeweiligen Zugglieder angestrebt und ein zu großer Unterschied der Teilkräfte oder Teilspannungen verhindert. In einem besonders vorteilhaften Fall sind die Kräfte in dem kurzen Zugglied genauso groß wie die Kräfte im langen Zugglied mit  $P_{kurz} = P_{lang}$ .

**[0037]** Ein vorzugsweise werksseitiges "Fetten" von Litzen innerhalb von Hüllrohren 3 im Bereich der freien Ankerlängen ist für eine kontrollierte Lasteinleitung vorteilhaft und in vielen Fällen sogar erforderlich.

50 **[0038]** Im Hinblick auf vorteilhafte Ausgestaltungen eines derartigen Prüfungsverfahrens sind die folgenden Aspekte wesentlich:

- Es ist grundsätzlich nachzuweisen, dass die Zugglieder, Tragglieder oder Litzen mit der kürzeren freien Ankerlänge nicht überlastet werden, siehe unten "zulässige Prüfkraft  $P_{p,zul} > P_{max, vorh}$ ."
- 55 • Zur Erreichung von näherungsweise gleichen Teilkräften  $P_{kurz} = P_{lang}$  wird die Tragglied- oder Litzenanzahl ( $n_{iang}$ ;  $n_{kurz}$ ) der beiden Zugglieder oder Teilanker ermittelt zu:

$$n_{\text{lang(rech)}} = n_{\text{kurz}} \frac{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)}$$

- Es werden in vorteilhafter Weise nur Tragglieder, Litzen oder Zugglieder des gleichen Typs verwendet.
- Die Grenzlinien werden mit einer theoretischen, errechneten freien Ersatzdehnlänge  $L_{\text{app}}^*$  und einer theoretischen, errechneten Ersatzverankerungslänge  $L_{\text{tb}}^*$  für den gesamten Stufenanker ermittelt.
- Die gleichlangen Verankerungslängen liegen bei diesem Ausführungsbeispiel hintereinander in einem gemeinsamen Verpresskörper und überschneiden sich nicht oder nur mit einer konstruktiven Überlappung von etwa 0,3m. Die Länge der Überlappung kann jedoch auch andere Werte annehmen.
- Es liegt der gleiche Baugrund im gesamten Krafteintragungsbereich des gemeinsamen Verpresskörpers vor.
- Der Nachweis der tiefen Gleitfuge muss oder soll für die Mitte der (Teil-) Verankerungslänge des kurzen Ankers geführt werden!
- Die kurzen Zugglieder, Tragglieder oder Litzen und die langen Zugglieder, Tragglieder oder Litzen sollten gekennzeichnet werden. Es ist empfehlenswert, jedoch nicht zwingend erforderlich, die kurzen und langen Zugglieder, Tragglieder oder Litzen möglichst alternierend/abwechselnd in der Verpressstrecke und/oder in der Lochscheibe anzuordnen. Es soll vermieden werden, dass alle kurzen Zugglieder, Tragglieder oder Litzen auf einer Seite und alle langen Zugglieder, Tragglieder oder Litzen auf der anderen Seite zu liegen kommen.

**[0039]** Im Folgenden werden für die Realisierung des Stufenankers und/oder für die Durchführung des Prüfungsverfahrens wichtige Formeln und Definitionen gegeben:

#### Ermittlung der statischen Größen

**[0040]** Im Folgenden wird der Einfachheit halber nur der Begriff "Litze" verwendet. Damit ist jedoch auch alternativ und ganz allgemein ein "Tragglied" gemeint, das auch anders ausgestaltet sein kann als eine Litze.

**[0041]** Aus der gemeinsamen Dehnung  $\Delta s_{\text{el}}$  des gesamten Ankers, der als "BBV-multibond Anker" bezeichnet werden kann, ergeben sich für die Litzen der Teillanker mit unterschiedlichen freien dehnbaren Längen  $L_{\text{tf, lang}} > L_{\text{tf, kurz}}$ , bei gleicher Dehnsteifigkeit ( $E \cdot A$ ) unterschiedlich hohe Kräfte

[kurze freie Länge = größere Kraft, lange freie Länge = kleinere Kraft]

**[0042]**

$$P_{\text{kurz}} = \Delta s_{\text{el}} \frac{EA_{\text{kurz}}}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)} \quad P_{\text{lang}} = \Delta s_{\text{el}} \frac{EA_{\text{lang}}}{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)}$$

**[0043]** Durch die Wahl entsprechend unterschiedlicher Litzenanzahl "n" / je Teilanker wird eine Angleichung der Teilsteifigkeiten der beiden Ankerteile angestrebt und ein zu großer Unterschied der Teilkräfte verhindert.

**[0044]** Anmerkung: grundsätzlich ist auch eine Angleichung der Teilkräfte durch Wahl unterschiedlicher Materialien (Stahl, Kunststoffe z.B. CFK ...) mit unterschiedlichen E-Modulen, und/oder unterschiedlichen Querschnitten (z.B. Stäbe mit unterschiedlichem Durchmesser) möglich, doch für die Anwendung als Verpressanker werden im Folgenden nur Zugglieder (Litzen/Stäbe) mit gleichen Querschnitten als Bündel betrachtet.

**[0045]** Theoretisches Ziel: Teilkräfte  $P_{\text{kurz}} = P_{\text{lang}}$

$$P_{\text{kurz}} = \Delta s_{\text{el}} \frac{EA_{\text{kurz}}}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)} = \Delta s_{\text{el}} \frac{EA_{\text{lang}}}{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)} = P_{\text{lang}}$$

$$\frac{A_{\text{kurz}}}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)} = \frac{A_{\text{lang}}}{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)}$$

$$\frac{EA_{\text{litze}} n_{\text{kurz}}}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)} = \frac{EA_{\text{litze}} n_{\text{lang}}}{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)}$$

$$\frac{n_{\text{kurz}}}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)} = \frac{n_{\text{lang}}}{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)}$$

**[0046]** Aus der Wahl des "Erfahrungsankers" ist die Anzahl der Litzen des kurzen Teilankers  $n_{\text{kurz}}$  bekannt. Umformung nach  $n_{\text{lang}}$ :

Die Anzahl der Litzen des langen Teilankers  $n_{\text{lang}}$  errechnet sich zu:

$$n_{\text{lang(rech)}} = n_{\text{kurz}} \frac{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)}$$

vorgegeben (!):  $n_{\text{kurz}} \rightarrow$  berechnet:  $n_{\text{lang(rech)}} \rightarrow$  gewählt:  $n_{\text{lang(gewählt)}}$

**[0047]** Da nur vollständige Litzen des gleichen Typs verwendet werden sollten (siehe vorstehende Anmerkung) ist  $n_{\text{lang(gewählt)}}$  meistens ungleich  $n_{\text{lang(rech)}}$ .

z.B.:  $n_{\text{lang(rechnerisch)}} = 4,78$  ungleich  $n_{\text{lang(gewählt)}} = 5$ .

Aus ( $n_{\text{lang, rech}}$  ungleich  $n_{\text{lang, gewählt}}$ ) resultiert ( $P_{\text{kurz}}$  ungleich  $P_{\text{lang}}$ )

$\Rightarrow$  Ermittlung eines Korrekturbeiwerts  $\varepsilon_S$

**[0048]**

$$\varepsilon_S = \frac{P_{\text{kurz}}}{P_{\text{lang}}} = \frac{n_{\text{kurz}} [L_{\text{tf, lang}} + L_e]}{n_{\text{lang(gewählt)}} [L_{\text{tf, kurz}} + L_e]}$$

$n_{\text{lang}}$  ist nicht beliebig erchenbar/wählbar!

$n_{\text{lang}}$  ist abhängig von den Einflussparametern:  $n_{\text{kurz}}$ ;  $L_e$ ;  $L_{\text{tf, kurz}}$ ;  $L_{\text{tb, kurz}}$  ( $L_{\text{tf, lang}}$  ist kein freier Parameter, da:  $L_{\text{tf, lang}} = L_{\text{tf, kurz}} + L_{\text{tb}}$ )

Wahl von  $n_{\text{lang}}$  in Abhängigkeit von den Einflussparametern:

**[0049]** Zu kurze freie Längen  $L_{\text{tf, kurz}} + L_e$  sind zu vermeiden !

- $L_{\text{tf, kurz}} + L_e > l_{\text{tb, kurz}}$
- $L_{\text{tf, kurz}} + L_e > 5\text{m}$

**[0050]** Ein zu großer Unterschied der freien Teillängen (z.B. durch Wahl einer "zu langen" Verbundstrecke  $L_{\text{tb, kurz}}$ ) ist zu vermeiden!

**[0051]**  $L_{\text{app, lang}} = L_{\text{tf, lang}} + L_e = L_{\text{tf, kurz}} + L_e + L_{\text{tb}}$  darf nicht viel größer sein als  $L_{\text{tf, kurz}} + L_e = L_{\text{app, kurz}}$

- Verbundstrecke  $L_{\text{tb, kurz}} < 8\text{m}$
- $(L_{\text{tf, kurz}} + L_e + L_{\text{tb}}) / (L_{\text{tf, kurz}} + L_e) < 1,5$
- sinnvoller Weise sollte hier  $n_{\text{lang}} < 1,5 n_{\text{kurz}}$  betragen



Nachweise

[0052]

- 5 • Es ist nachzuweisen, dass die Litzen der Teilanker nicht überlastet werden. "zulässige Prüfkraft  $P_{p,zul}$ " >  $P_{max,vorh}$ .

$$10 \quad P_{p,zul,Litze} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,80 \times A_{Litze} \times f_{t,k} \\ 0,90 \times A_{Litze} \times f'_{t,0,1,k} \end{array} \right\}$$

unter besonderen Randbedingungen gilt auch  $0,95 \times A_{Litze} \times f_{t,0,1,k}$

- 15 • Ermittlung der zulässigen Prüfkraft des Multibondankers mittels des Korrekturfaktors anhand des Teilankers mit der geringsten Litzenzahl und kürzesten freien Länge

$$20 \quad P_{p,zul,multibond} = P_{p,zul,kurz} + P_{p,zul,lang} \quad \text{mit} \quad \epsilon_S = \frac{P_{kurz}}{P_{lang}}$$

$$= P_{p,zul,kurz} + P_{p,zul,kurz} \frac{1}{\epsilon_S} = P_{p,zul,kurz} \left( 1 + \frac{1}{\epsilon_S} \right)$$

$$25 \quad P_{p,zul,multibond} = \min \left\{ \begin{array}{l} 0,80 \times A_{Litze} \times f_{t,k} \\ 0,90 \times A_{Litze} \times f'_{t,0,1,k} \end{array} \right\} n_{kurz} \left( 1 + \frac{1}{\epsilon_S} \right)$$

30 Mit

$$35 \quad \epsilon_S = \frac{P_{kurz}}{P_{lang}} = \frac{n_{kurz} [L]}{n_{lang} (gewöh)}$$

$$40 \quad \frac{tf_{lang} + Le]}{lt)^{[Ltf_{kurz} + Le]}}$$

- Die resultierende elastische Dehnung des gesamten Ankers durch Prüfkraft  $P_{p,zul}$  ist zu berechnen.

Elastische Dehnung  $\Delta_{el,PP}$  bei Prüfkraft (gesamter Anker): [inkl. Dehnung aus Vorlast]

45

[0053]

$$50 \quad \Delta_{el,PP} = \frac{P_p \times 10^6}{E_t \times A_{Litze} \times \left[ \frac{n_{lang}}{(Ltf_{lang} + Le)} + \frac{n_{kurz}}{(Ltf_{kurz} + Le)} \right]}$$

Elastische Dehnung  $\Delta_{el,PP}$  bei Prüfkraft (gesamter Anker): [ohne Dehnung aus Vorlast]

55

[0054]

$$\Delta el, PP = \frac{(P_p - P_a) \times 10^6}{E_t \times A_{Litze} \times \left[ \frac{n_{lang}}{(L_{tf, lang} + L_e)} + \frac{n_{kurz}}{(L_{tf, kurz} + L_e)} \right]}$$

- Es ergeben sich die Teilkräfte in dem kurzen und langen Ankerteil bei Prüfkraft

**Teilankerkraft kurzer Teil - Anker**

$$P_{p, kurz} = \frac{\Delta el, PP \times E_t \times A_{Litze}}{(L_{tf, kurz} + L_e)} \times n_{kurz}$$

**Teilankerkraft langer Teil - Anker**

$$P_{p, lang} = \frac{\Delta el, PP \times E_t \times A_{Litze}}{(L_{tf, lang} + L_e)} \times n_{lang}$$

**[0055]** Für die gemeinsame Prüfung der Teilanker als Gesamtanker BBV-multibond, wird ein theoretischer Ersatzanker ermittelt, bestehend aus einer freien Ersatzstahllänge  $L_{app}^*$  ( $= L_{tf}^* + L_e$ ) und einer Ersatzverbundstrecke  $L_{tb}^*$ .

**ACHTUNG!**

**[0056]** Diese Größen sind theoretische Ersatzgrößen, entsprechen nicht den realen Größen des gefertigten Zuggliedes und dürfen somit nicht für die Herstellung / Einbau des Zuggliedes verwendet werden!

**[0057]** Bei elastischer Betrachtung gilt: (Hooksche Gesetz)

$$F = \frac{\Delta el}{L} \times E \times A$$

d.h. für den Multibond Ersatzanker gilt:

$$P_{p \text{ multibond}} = \frac{\Delta el_{PP} \times E_t \times A_{Litze} \times (n_{lang} + n_{kurz})}{L_{app}}$$

**[0058]** Die Ersatzlänge  $L_{app}^*$  für den Gesamtanker ist unbekannt! weiterhin gilt:

$$P_{p \text{ multibond}} = P_{p, kurz} + P_{p, lang}$$

**[0059]** Die Teillängen der Teilankerbündel sind bekannt!

Ermittlung der freien (Ersatz-)Stahllänge  $L_{app}^*$  für den Ersatzanker BBV multibond (Ersatzlänge inkl.  $L_e$ )

**[0060]** bei Ermittlung der freien Ersatzstahllänge  $L_{app}^*$  ( $= L_{tf}^* + L_e$ ) als Ersatzlänge am theoretischen Übergang  $L_{tf}$  zu  $L_{tb}$  elastisch (Grenzlinie "c") gilt:

$$P_{p \text{ multibond}} = \frac{\Delta_{el,PP} \times E_t \times A_{Litze}}{(L_{tf,kurz} + L_e)} \times n_{kurz} + \frac{\Delta_{el,PP} \times E_t \times A_{Litze}}{(L_{tf,lang} + L_e)} \times n_{lang}$$

5 **[0061]** Durch Einsetzen der bekannten Größen und Kürzung des, auf beiden Seiten der Gleichungen vorhandenen Faktors ( $\Delta_{el}$ ,  $P_p \times E_t \times A_{Litze}$ ) folgt aus :

$$10 \quad P_{p \text{ multibond}} = P_{p, kurz} + P_{p, lang}$$

$$15 \quad \frac{(n_{lang} + n_{kurz})}{L_{app,*}} = \frac{n_{kurz}}{(L_{tf,kurz} + L_e)} + \frac{n_{lang}}{(L_{tf,lang} + L_e)}$$

**[0062]** Durch Umstellung erhält man die freien Ersatzstahllänge  $L_{app}^*$  ( $= L_{tf}^* + L_e$ ) als Ersatzlänge am theoretischen Übergang  $L_{tf}$  zu  $L_{tb}$  elastisch (Grenzlinie "c").

$$20 \quad L_{app,*} = \frac{(L_{tf, lang} + L_e) \times (L_{tf, kurz} + L_e) \times (n_{lang} + n_{kurz})}{n_{lang}(L_{tf, kurz} + L_e) + n_{kurz}(L_{tf, lang} + L_e)}$$

$$25 \quad L_{app}^* = L_{tf}^* + L_e$$

$L_{app}^*$  kann berechnet werden!

Ermittlung der freien (Ersatz-)Stahllänge  $L_{app,a}^*$  für den Ersatzanker BBV multibond

30 **[0063]** Durch die Ermittlung der freien Ersatzstahllänge  $L_{app}^*$  als Ersatzlänge  $L_{app,a}^* = L_{tf}^* + L_e + 0,5L_{tb}^*$  (bei der Grenzlinie "a") für die Prüflast ergibt sich:

$$35 \quad \begin{aligned} L_{app, a,*} &= L_{app}^* + 0,5L_{tb}^* \\ &= \frac{(L_{tf, lang} + L_e + 0,5L_{tb,lang}) \times (L_{tf, kurz} + L_e + 0,5L_{tb,kurz}) \times (n_{lang} + n_{kurz})}{n_{lang}(L_{tf, kurz} + L_e + 0,5L_{tb,kurz}) + n_{kurz}(L_{tf, lang} + L_e + 0,5L_{tb,lang})} \end{aligned}$$

40 **[0064]** Da per Vorgabe  $L_{tb, kurz} = L_{tb, lang} = L_{tb}$  definiert und gewählt ist, errechnet sich die Ersatzverbundstrecke  $L_{tb}^*$  des Ersatzanker Multibond zu:

$$45 \quad 0,5L_{tb}^* = L_{app,a}^* - L_{app}^*$$

$$L_{tb}^* = 2(L_{app,a}^* - L_{app}^*)$$

näherungsweise gilt:  $L_{tb}^* = L_{tb, kurz} = L_{tb, lang}$

50 **[0065]** Unter Verwendung der Ersatzlängen

$$L_{app}^* = L_{tf}^* + L_e$$

und

$$55 \quad L_{tb}^* = L_{tb, kurz} = L_{tb, lang}$$

können die Grenzlinien für die Prüfung des Ankers berechnet werden.

Dehnungsberechnung für Grenzlinien (gesamter Staffelanke):

[0066]

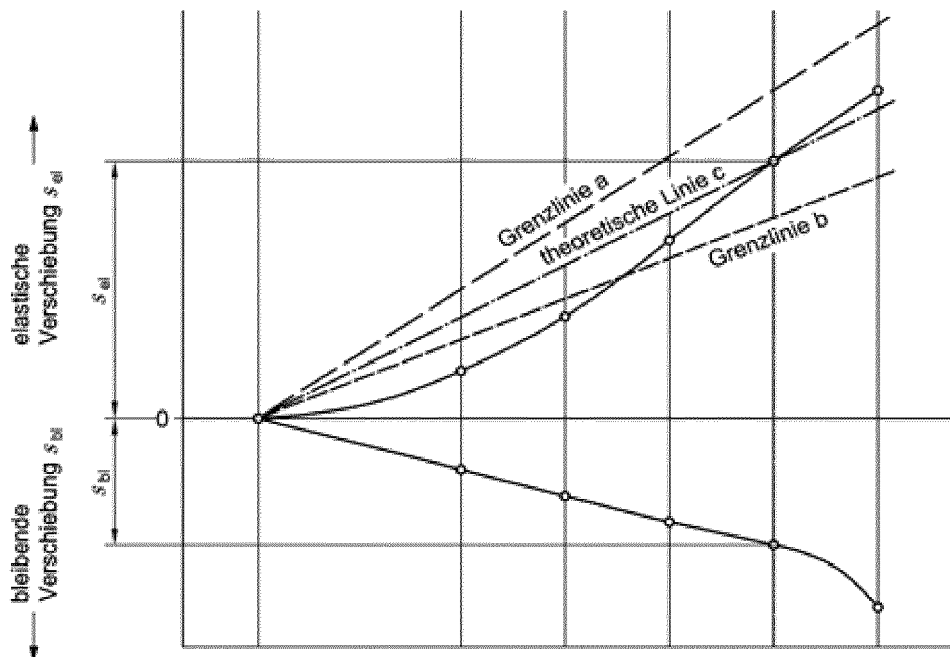
$$\Delta S_{\min} = \frac{(P_P - P_A) \times 10^6}{E_t \times A_{\text{Litze}} \times \left[ \frac{n_{\text{lang}}}{(0,8 \times L_{\text{tf, lang}} + L_e)} + \frac{n_{\text{kurz}}}{(0,8 \times L_{\text{tf, kurz}} + L_e)} \right]}$$

$$\Delta S_{\min} = \frac{(P_P - P_A) \times 10^6}{E_t \times A_{\text{Litze}} \times [n_{\text{lang}} + n_{\text{kurz}}]} \times [0,8 L_{\text{tf}} * + L_e] \quad \text{mit } L_{\text{app}} * = L_{\text{tf}} * + L_e$$

$$\Delta S_{\text{el}} = \frac{(P_P - P_A) \times 10^6}{E_t \times A_{\text{Litze}} \times \left[ \frac{n_{\text{lang}}}{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)} + \frac{n_{\text{kurz}}}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)} \right]} =$$

$$\Delta S_{\text{el}} = \frac{(P_P - P_A) \times 10^6}{E_t \times A_{\text{Litze}} \times [n_{\text{lang}} + n_{\text{kurz}}]} \times L_{\text{app}} *$$

$$\text{mit } L_{\text{app}} * = L_{\text{tf}} * + L_e$$



$$\Delta S_{\max} = \frac{(P_P - P_a) \times 10^6}{E_t \times A_{\text{Litze}} \times \left[ \frac{n_{\text{lang}}}{\left( L_{\text{tf, lang}} + L_e + \frac{L_{\text{tb, lang}}}{2} \right)} + \frac{n_{\text{kurz}}}{\left( L_{\text{tf, kurz}} + L_e + \frac{L_{\text{tb, kurz}}}{2} \right)} \right]}$$

$$\Delta S_{\max} = \frac{(P_P - P_a) \times 10^6}{E_t \times A_{\text{Litze}} \times [n_{\text{lang}} + n_{\text{kurz}}]} \times (L_{\text{app}}^* + 0,5 L_{\text{tb}}^*)$$

$$\text{mit } L_{\text{tb}}^* = 2(L_{\text{app, a}}^* - L_{\text{app}}^*)$$

Wahl: Anzahl der Litzen je Ankerteil

[0067]

$$n_{\text{lang}}(\text{rech}) = n_{\text{kurz}} \frac{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)}$$

vorgegeben (!):  $n_{\text{kurz}}$  -> berechnet:  $n_{\text{lang}}(\text{rech})$  --> gewählt:  $n_{\text{lang}}(\text{gewählt})$

$$\text{Korrekturfaktor } \epsilon_S = \frac{P_{\text{kurz}}}{P_{\text{lang}}} = \frac{n_{\text{kurz}} [L_{\text{tf, lang}} + L_e]}{n_{\text{lang}}(\text{gewählt}) [L_{\text{tf, kurz}} + L_e]}$$

zulässige Prüfkraft  $P_{\text{P, zul}}$  (gesamter Anker):

[0068]

$$P_{\text{p, zul, multibond}} = \min \left\{ 0,80 \times A_{\text{Litze}} \times f_{\text{t, k}}, 0,90 \times A_{\text{Litze}} \times f_{\text{t, 0,1, k}} \right\} n_{\text{kurz}} \left( 1 + \frac{1}{\epsilon_S} \right)$$

elastische Dehnung  $\Delta_{\text{el, PP}}$  bei Prüfkraft (gesamter Anker): [inkl. Dehnung aus Vorlast]

[0069]

$$\Delta_{\text{el, PP}} = \frac{P_P \times 10^6}{E_t \times A_{\text{Litze}} \times \left[ \frac{n_{\text{lang}}}{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)} + \frac{n_{\text{kurz}}}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)} \right]}$$

elastische Dehnung  $\Delta_{\text{el, PP}}$  bei Prüfkraft (gesamter Anker): [ohne Dehnung aus Vorlast]

[0070]

$$\Delta_{\text{el, PP}} = \frac{(P_P - P_a) \times 10^6}{E_t \times A_{\text{Litze}} \times \left[ \frac{n_{\text{lang}}}{(L_{\text{tf, lang}} + L_e)} + \frac{n_{\text{kurz}}}{(L_{\text{tf, kurz}} + L_e)} \right]}$$

Einzelkraft in Litze bei Prüfkraft:

[0071]

$$P_{P, \text{ kurze Litze}} = \frac{\Delta_{el, PP} \times E_t \times A_{Litze}}{(L_{tf, \text{ kurz}} + L_e)}$$

$$P_{P, \text{ lange Litze}} = \frac{\Delta_{el, PP} \times E_t \times A_{Litze}}{(L_{tf, \text{ lang}} + L_e)} \quad (\text{für je eine Litze})$$

Teilkraft in kurzem bzw. langem Ankerteil bei Prüfkraft:

[0072]

$$P_{P, \text{ kurz}} = \frac{\Delta_{el, PP} \times E_t \times A_{Litze}}{(L_{tf, \text{ kurz}} + L_e)} \times n_{\text{kurz}} \quad (\text{Teilankerkraft kurzer Teil – Anker})$$

$$P_{P, \text{ lang}} = \frac{\Delta_{el, PP} \times E_t \times A_{Litze}}{(L_{tf, \text{ lang}} + L_e)} \times n_{\text{lang}} \quad (\text{Teilankerkraft langer Teil – Anker})$$

theoretische, freie Ersatz-Stahllänge  $L_{app,*}$  (gesamter Ersatzanker) :

[0073]

$$L_{app,*} = \frac{\Delta_{el, PP} \times E_t \times A_{Litze} \times (n_{\text{lang}} + n_{\text{kurz}})}{P_P} = \frac{(L_{tf, \text{ lang}} + L_e) \times (L_{tf, \text{ kurz}} + L_e) \times (n_{\text{lang}} + n_{\text{kurz}})}{n_{\text{lang}}(L_{tf, \text{ kurz}} + L_e) + n_{\text{kurz}}(L_{tf, \text{ lang}} + L_e)}$$

(Ersatzlänge an der "c"-Linie)

[0074]

$$L_{app,*} = L_{tf,*} + L_e$$

theoretische, freie Ersatz-Stahllänge  $L_{app,a,*}$  (gesamter Ersatzanker) an der Grenzlinie "a":

[0075]

$$L_{app,a,*} = L_{app,*} + 0,5L_{tb,*} = \frac{(L_{tf, \text{ lang}} + L_e + 0,5L_{tb, \text{ lang}}) \times (L_{tf, \text{ kurz}} + L_e + 0,5L_{tb, \text{ kurz}}) \times (n_{\text{lang}} + n_{\text{kurz}})}{n_{\text{lang}}(L_{tf, \text{ kurz}} + L_e + 0,5L_{tb, \text{ kurz}}) + n_{\text{kurz}}(L_{tf, \text{ lang}} + L_e + 0,5L_{tb, \text{ lang}})}$$

$$L_{app,*} = L_{tf,*} + L_e$$

theoretische, Ersatz-Verankerungslänge  $L_{tb,*}$  (gesamter Staffelanker) :

[0076]

$L_{tb}^* = 2 [L_{app,a}^* - L_{app}^*]$  (theoretische, Ersatz- Verankerungslänge  $L_{tb}^*$  gesamter Staffelanker)

näherungsweise  $L_{tb}^* = L_{tb,kurz} = L_{tb,lang}$

Dehnungsberechnung für Grenzlinien (gesamter Staffelanker):

untere Grenzlinie "b":

[0077]

$$\Delta S_{min} = \frac{(P_P - P_a) \times 10^6}{E_t \times A_{Litze} \times \left[ \frac{n_{lang}}{(0,8 \times L_{tf, lang} + L_e)} + \frac{n_{kurz}}{(0,8 \times L_{tf, kurz} + L_e)} \right]}$$

$$\Delta S_{min} = \frac{(P_P - P_a) \times 10^6}{E_t \times A_{Litze} \times [n_{lang} + n_{kurz}]} \times [0,8 L_{tb}^* + L_e] \quad \text{mit } L_{app}^* = L_{tf}^* + L_e$$

theoretische Grenzlinie "c":

[0078]

$$\Delta S_{el} = \frac{(P_P - P_a) \times 10^6}{E_t \times A_{Litze} \times \left[ \frac{n_{lang}}{(L_{tf, lang} + L_e)} + \frac{n_{kurz}}{(L_{tf, kurz} + L_e)} \right]} =$$

$$\Delta S_{el} = \frac{(P_P - P_a) \times 10^6}{E_t \times A_{Litze} \times [n_{lang} + n_{kurz}]} \times L_{app}^*$$

mit  $L_{app}^* = L_{tf}^* + L_e$

obere Grenzlinie "a":

[0079]

$$\Delta S_{max} = \frac{(P_P - P_a) \times 10^6}{E_t \times A_{Litze} \times \left[ \frac{n_{lang}}{\left( L_{tf, lang} + L_e + \frac{L_{tb, lang}}{2} \right)} + \frac{n_{kurz}}{\left( L_{tf, kurz} + L_e + \frac{L_{tb, kurz}}{2} \right)} \right]}$$

$$\Delta S_{max} = \frac{(P_P - P_a) \times 10^6}{E_t \times A_{Litze} \times [n_{lang} + n_{kurz}]} \times (L_{app}^* + 0,5 L_{tb}^*)$$

mit  $L_{tb}^* = 2 [L_{app,a}^* - L_{app}^*]$  näherungsweise  $L_{tb}^* = L_{tb,kurz} = L_{tb,lang}$

[0080] Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Lehre wird zur Vermeidung von Wiederholungen auf den allgemeinen Teil der Beschreibung sowie auf die beigefügten Ansprüche verwiesen.

[0081] Schließlich sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die voranstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele lediglich zur Erörterung der beanspruchten Lehre dienen, diese jedoch nicht auf die Ausführungsbeispiele einschränken.

## Bezugszeichenliste

### [0082]

- 1 Zugglied, kurz
- 2 Zugglied, lang
- 3 Hüllrohr

## Patentansprüche

1. Stufenanker zur Verankerung in einem Untergrund oder Bauteil, mit mehreren dehnbaren Zuggliedern (1, 2), wobei mindestens zwei der Zugglieder (1, 2) eine unterschiedliche definierbare freie Ankerlänge  $L_{tf}$  aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweilige Dehnsteifigkeiten der mindestens zwei Zugglieder (1, 2) im Bereich deren jeweiligen freien Ankerlänge  $L_{tf}$  derart definierbar sind, dass die mindestens zwei Zugglieder (1, 2) nach einem Dehnen um einen gleichen Dehnweg je Zugglied (1, 2) einen vorgebbaren Spannungszustand oder eine vorgebbare Spannung aufweisen.
2. Stufenanker nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgebbaren Spannungszustände oder Spannungen in den Zuggliedern (1, 2) nach einem Dehnen im Wesentlichen gleich sind.
3. Stufenanker nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dehnsteifigkeiten durch eine Vorgabe der Anzahl  $n$  an Traggliedern oder Litzen der jeweiligen Zugglieder (1, 2) definierbar sind.
4. Stufenanker nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dehnsteifigkeiten durch eine Vorgabe einer Querschnittsfläche  $A$  und/oder eines Elastizitätsmoduls  $E$  von Traggliedern oder Litzen der jeweiligen Zugglieder (1, 2) definierbar sind.
5. Stufenanker nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dehnsteifigkeiten durch eine Vorgabe einer Querschnittsfläche  $A$  und/oder eines Elastizitätsmoduls  $E$  der jeweiligen Zugglieder (1, 2) definierbar sind.
6. Stufenanker nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anzahl an Traggliedern oder Litzen  $n$  in den mindestens zwei Zuggliedern (1, 2) zur Erreichung von etwa gleichen Spannungszuständen oder Spannungen in den Zuggliedern (1, 2) durch die folgende Formel definierbar ist:

$$n_{\text{lang(rech)}} = n_{\text{kurz}} * (L_{\text{tf, lang}} + L_e) / (L_{\text{tf, kurz}} + L_e),$$

wobei  $n_{\text{lang(rech)}}$  die rechnerisch ermittelte Tragglied- oder Litzenanzahl im Zugglied (2) mit einer längeren freien Ankerlänge  $L_{\text{tf, lang}}$ ,  $n_{\text{kurz}}$  die Tragglied- oder Litzenanzahl im Zugglied (1) mit einer kürzeren freien Ankerlänge  $L_{\text{tf, kurz}}$  und  $L_e$  die Länge eines externen Überstands ist.

7. Stufenanker nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweilige Verankerungslängen  $L_{tb}$  der mindestens zwei Zugglieder (1, 2) im Wesentlichen gleich groß sind.
8. Stufenanker nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweilige Verankerungslängen  $L_{tb}$  der mindestens zwei Zugglieder (1, 2) in Zugrichtung im Wesentlichen hintereinander und/oder in einem gemeinsamen Verpresskörper angeordnet sind.
9. Stufenanker nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Zugglieder (1, 2) mit unterschiedlicher definierbarer freier Ankerlänge  $L_{tf}$  im Wesentlichen abwechselnd nebeneinander oder gleichmäßig verteilt im Stufenanker angeordnet sind.



10. Stufenanker nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** dem Stufenanker eine Bündelpresse zum Erzeugen der Spannung, Vorspannung oder Teilvorspannung oder Dehnung zugeordnet ist.

5 11. Verfahren zur Verankerung eines Stufenankers in einem Untergrund oder Bauteil, insbesondere eines Stufenankers nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei der Stufenanker mehrere dehbare Zugglieder (1, 2) aufweist und wobei mindestens zwei der Zugglieder (1, 2) eine unterschiedliche definierbare freie Ankerlänge  $L_{ff}$  aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweilige Dehnsteifigkeiten der mindestens zwei Zugglieder (1, 2) im Bereich deren jeweiligen freien Ankerlänge  $L_{ff}$  derart definiert werden, dass die mindestens zwei Zugglieder (1, 2) nach einem Dehnen um einen gleichen Dehnweg je Zugglied (1, 2) einen vorgebbaren Spannungszustand oder eine vorgebbare Spannung aufweisen.

10

12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Spannen, Vorspannen oder Teilvorspannen oder Dehnen der mindestens zwei Zugglieder (1, 2) gleichzeitig, vorzugsweise mittels einer Bündelpresse, erfolgt.

15 13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die vorgebbaren Spannungszustände oder Spannungen in den Zuggliedern (1, 2) nach einer Lastaufbringung, beispielsweise einem Dehnen oder Spannen, im Wesentlichen gleich sind.

20

25

30

35

40

45

50

55

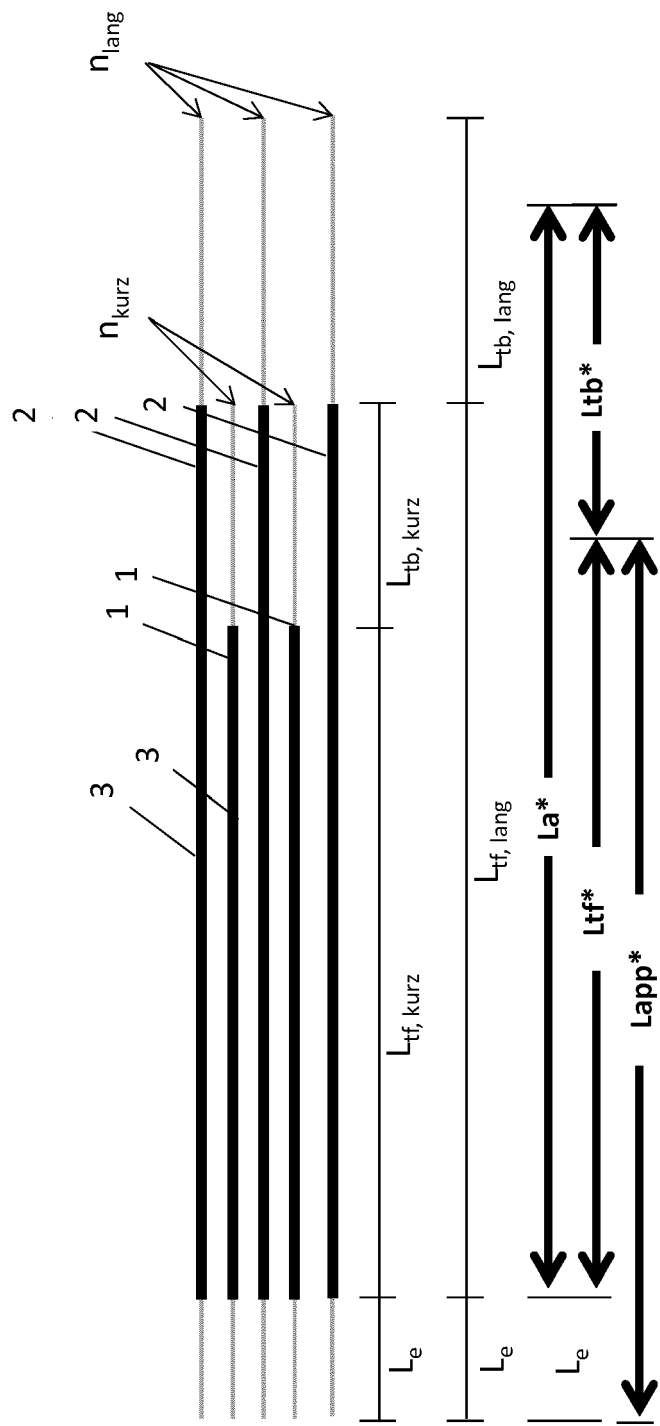


Fig. 1



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 18 17 7108

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	GB 2 356 884 A (KELLER LTD [GB]) 6. Juni 2001 (2001-06-06) * Seite 11, Zeile 12 - Seite 13, Zeile 5; Ansprüche 1-10; Abbildungen 1-3 *	1-13	INV. E02D5/80
X	EP 2 609 258 A1 (SINCLAIR MARK RONALD [AU]) 3. Juli 2013 (2013-07-03) * Spalte 7, Absatz 32 - Spalte 14, Zeile 58; Abbildungen 1-6 *	1-13	
A,D	EP 1 707 684 A1 (DYWIDAG SYSTEMS INT GMBH [DE]) 4. Oktober 2006 (2006-10-04) * das ganze Dokument *	1-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			E02D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>30. Oktober 2018</b>	Prüfer <b>Friedrich, Albert</b>
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 18 17 7108

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.

30-10-2018

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2356884 A	06-06-2001	AT 266773 T	15-05-2004
		AU 778732 B2	16-12-2004
		BR 0016116 A	20-08-2002
		DE 60010751 D1	17-06-2004
		DE 60010751 T2	12-05-2005
		EP 1240392 A1	18-09-2002
		GB 2356884 A	06-06-2001
		HK 1051391 A1	21-10-2004
		US 2003099518 A1	29-05-2003
EP 2609258 A1	03-07-2013	WO 0140582 A1	07-06-2001
		AU 2011293086 A1	21-03-2013
		CA 2809429 A1	01-03-2012
		EP 2609258 A1	03-07-2013
		ES 2632578 T3	14-09-2017
		NZ 607676 A	27-03-2015
		US 2013152496 A1	20-06-2013
		WO 2012024725 A1	01-03-2012
		ZA 201302169 B	28-05-2014
EP 1707684 A1	04-10-2006	AT 441759 T	15-09-2009
		CA 2539056 A1	10-09-2006
		DE 102005010957 A1	14-09-2006
		EP 1707684 A1	04-10-2006
		ES 2330769 T3	15-12-2009
		PT 1707684 E	23-10-2009
		SI 1707684 T1	29-01-2010
		US 2006201100 A1	14-09-2006

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**

- EP 1707684 B1 [0003]