

Deutsches Institut für Bautechnik

Anstalt des öffentlichen Rechts

Kolonnenstr. 30 L
10829 Berlin
Deutschland

Tel.: +49(0)30 787 30 0
Fax: +49(0)30 787 30 320
E-mail: dibt@dibt.de
Internet: www.dibt.de



DIBt

Mitglied der EOTA
Member of EOTA

Europäische Technische Zulassung ETA-10/0006

Handelsbezeichnung
Trade name

VBt BE 1 bis 16
VBt BE 1 to 16

Zulassungsinhaber
Holder of approval

Vorspann-Brückentechnologie GmbH
Ruchtifeldsiedlung 51
5303 THALGAU
ÖSTERREICH

Zulassungsgegenstand
und Verwendungszweck

*Generic type and use
of construction product*

Externes verbundloses Litenspannverfahren
VBt BE 1 bis 16
External bondless post-tensioning system VBt BE 1 to 16

Geltungsdauer: vom
Validity: from
bis
to

25. März 2010
25. März 2015

Herstellwerk
Manufacturing plant

Vorspann-Brückentechnologie GmbH
Am Schusterbach 18
5310 MONDSEE
ÖSTERREICH

Diese Zulassung umfasst
This Approval contains

36 Seiten einschließlich 15 Anhänge
36 pages including 15 annexes



Europäische Organisation für Technische Zulassungen
European Organisation for Technical Approvals

I RECHTSGRUNDLAGEN UND ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Diese europäische technische Zulassung wird vom Deutschen Institut für Bautechnik erteilt in Übereinstimmung mit:
 - der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte¹, geändert durch die Richtlinie 93/68/EWG des Rates² und durch die Verordnung (EG) Nr. 1882/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates³;
 - dem Gesetz über das In-Verkehr-Bringen von und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten zur Umsetzung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte und anderer Rechtsakte der Europäischen Gemeinschaften (Bauproduktengesetz - BauPG) vom 28. April 1998⁴, zuletzt geändert durch die Verordnung vom 31. Oktober 2006⁵;
 - den Gemeinsamen Verfahrensregeln für die Beantragung, Vorbereitung und Erteilung von europäischen technischen Zulassungen gemäß dem Anhang zur Entscheidung 94/23/EG der Kommission⁶;
 - der Leitlinie für die europäische technische Zulassung für "Bausätze zur Vorspannung von Tragwerken", ETAG 013.
- 2 Das Deutsche Institut für Bautechnik ist berechtigt zu prüfen, ob die Bestimmungen dieser europäischen technischen Zulassung erfüllt werden. Diese Prüfung kann im Herstellwerk erfolgen. Der Inhaber der europäischen technischen Zulassung bleibt jedoch für die Konformität der Produkte mit der europäischen technischen Zulassung und deren Brauchbarkeit für den vorgesehenen Verwendungszweck verantwortlich.
- 3 Diese europäische technische Zulassung darf nicht auf andere als die auf Seite 1 aufgeführten Hersteller oder Vertreter von Herstellern oder auf andere als die auf Seite 1 dieser europäischen technischen Zulassung genannten Herstellwerke übertragen werden.
- 4 Das Deutsche Institut für Bautechnik kann diese europäische technische Zulassung widerrufen, insbesondere nach einer Mitteilung der Kommission aufgrund von Art. 5 Abs. 1 der Richtlinie 89/106/EWG.
- 5 Diese europäische technische Zulassung darf - auch bei elektronischer Übermittlung - nur ungekürzt wiedergegeben werden. Mit schriftlicher Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik kann jedoch eine teilweise Wiedergabe erfolgen. Eine teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen. Texte und Zeichnungen von Werbebroschüren dürfen weder im Widerspruch zu der europäischen technischen Zulassung stehen noch diese missbräuchlich verwenden.
- 6 Die europäische technische Zulassung wird von der Zulassungsstelle in ihrer Amtssprache erteilt. Diese Fassung entspricht der in der EOTA verteilten Fassung. Übersetzungen in andere Sprachen sind als solche zu kennzeichnen.

1 Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 40 vom 11. Februar 1989, S. 12

2 Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 220 vom 30. August 1993, S. 1

3 Amtsblatt der Europäischen Union L 284 vom 31. Oktober 2003, S. 25

4 Bundesgesetzblatt Teil I 1998, S. 812

5 Bundesgesetzblatt Teil I 2006, S. 2407, 2416

6 Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 17 vom 20. Januar 1994, S. 34

II BESONDERE BESTIMMUNGEN DER EUROPÄISCHEN TECHNISCHEN ZULASSUNG

1 Beschreibung des Produkts und des Verwendungszwecks

1.1 Beschreibung des Bauprodukts

Die vorliegende Europäische Technische Zulassung gilt für das System:

VBT-BE verbundloses externes Litzenspannverfahren

bestehend aus 1 bis 16 Litzen mit einer Nenn-Zugfestigkeit von 1770 N/mm² oder 1860 N/mm² (Y1770S7 oder Y1860S7), Nenndurchmesser 15,3mm (0,6" - 140 mm²) und 15,7mm (0,62" - 150 mm²) zur Verwendung mit folgenden Verankerungen (Spann- und Festanker; siehe Anhang 1):

1. Spann- und Festanker mit Ankerplatte (Typ P) and Ringkörper für Spannglieder mit 1 bis 16 Litzen,
2. Spaltzugbewehrung (Wendeln und Bügel),
3. Korrosionsschutz.

Die Verankerung der Spannstahllitzen in den Ringkörpern erfolgt durch Keile.

1.2 Verwendungszweck

Das Spannverfahren ist zur Vorspannung von Bauwerken vorgesehen.

Anwendungsbereiche gemäß Spanngliedtyp und Konstruktionsmaterial:

Externe Spannglieder für Betontragwerke, die sich außerhalb des Tragwerks- oder Trägerquerschnitts, jedoch innerhalb der Hülle, befinden.

Optionale Anwendungsbereiche:

Nachspannbares Spannglied

Austauschbares Spannglied

Spannglieder zur Verwendung als externe Spannglieder in Stahl- oder Verbundbauwerken

Bei Anwendung im Stahlbau muss der Verankerungsbereich zur Aufnahme von 1.1 F_{pk} gemäß EN 1993-1-1: 2005 und EN 1993-1-1:2005/AC:2008 bemessen sein.

Die Bauteile sind gemäß den nationalen Regeln zu bemessen.

Die Bestimmungen dieser europäischen technischen Zulassung beruhen auf einer angenommenen Nutzungsdauer des Spannverfahrens von 100 Jahren. Die Angaben über die Nutzungsdauer können nicht als Garantie des Herstellers (oder der Zulassungsstelle) ausgelegt werden, sondern sind lediglich als Hilfsmittel zur Auswahl der richtigen Produkte im Hinblick auf die erwartete wirtschaftlich angemessene Nutzungsdauer des Bauwerks zu betrachten.

2 Merkmale des Produkts und Nachweisverfahren

2.1 Merkmale des Produkts

2.1.1 Allgemeines

Die Bestandteile entsprechen den Zeichnungen und Angaben in der Europäischen Technischen Zulassung einschließlich der Anhänge. Die Materialkennwerte, Abmessungen und Toleranzen der Bestandteile, die nicht in den Anhängen aufgeführt sind, müssen den jeweiligen Angaben in der technischen Dokumentation⁷ dieser Europäischen Technischen Zulassung entsprechen. Die Anordnung der Spannglieder, die Bemessung der Verankerungsbereiche, die Bestandteile der Verankerungen und der Aufbau der Spannglieder

⁷ Die technische Dokumentation dieser Europäischen Technischen Zulassung ist beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt und wird, soweit dies für die Angaben der an dem Verfahren der Konformitätsbescheinigung beteiligten zugelassenen Stellen bedeutsam ist, diesen ausgehändigt.

müssen den beigefügten Beschreibungen und Zeichnungen entsprechen; die Abmessungen und Materialien müssen mit den dort gegebenen Angaben übereinstimmen.

2.1.2 Bezeichnung

Endverankerungen können als Spann- und Festanker verwendet werden.

z.B.: VBT-BE 4x4-150-1860 oder
VBT-BE 16-150-1860

Die erste Zahl der Bezeichnung der Komponenten der Verankerungen steht für die Anzahl der Litzen (16), oder für die Anzahl der Litzen in jedem Band und die Anzahl der Bänder (4x4). Ein zusätzlicher erster Buchstabe beschreibt optional die Art der Verankerung (P - Plattenverankerung). Der Nennquerschnitt der Spannstahllitzen wird durch die folgende Zahl (z.B. "150" für 150 mm²) und die Nennfestigkeit der Spannstahllitzen wird durch die letzte Zahl (z.B. "1860" für Y1860S7) angegeben.

Die Komponenten (inklusive der Wendel- und der Bügelbewehrung) sind für Spannglieder mit beiden Spannstahldurchmesser und -litzenfestigkeiten geeignet.

2.1.3 Spannstahllitzen

Es dürfen nur 7-drähtige Spannstahllitzen verwendet werden, die in Übereinstimmung mit den nationalen Vorschriften stehen und die in Tabelle 1 angegebenen Kennwerte aufweisen.

Tabelle 1: Kennwerte der 7-Drahtlitzen nach prEN 10138-3:2003⁸

Bezeichnung der Litze			Y1770S7	Y1860S7	Y1770S7	Y1860S7
Zugfestigkeit	R _m	[N/mm ²]	1770	1860	1770	1860
Durchmesser	d	[mm]	15,3	15,3	15,7	15,7
Nennquerschnitt	A _p	[mm ²]	140	140	150	150
Nennmasse pro Meter	m	[kg/m]	1,093	1,093	1,172	1,172
Charakteristischer Wert der maximalen Kraft	F _{pk}	[kN]	248	260	266	279
Charakteristischer Wert der Kraft bei 0.1% Dehnung	F _{p0,1}	[kN]	218	229	234	246
Minimale Dehnung bei maximaler Kraft mit L ₀ ≥500mm	A _{gt}	[%]	3,5			
Relaxation nach 1000h						
Bei 0,7 · f _{pk}		[%]	2,5 ⁹			
Bei 0,8 · f _{pk}		[%]	4,5 ¹⁰			
Elastizitätsmodul	E _p	[N/mm ²]	195000 ¹¹			

Um Verwechslungen zu vermeiden, dürfen auf einer Baustelle nur Spannstahllitzen eines Nenndurchmessers verwendet werden. Wenn Spannstahllitzen mit R_m=1860 N/mm² auf der Baustelle vorgesehen sind, dürfen dort ausschließlich diese verwendet werden.

Es dürfen nur Spannstahllitzen mit sehr niedriger Relaxation verwendet werden.

Die Spannstahllitzen sind mit Korrosionsschutz versehen, bestehend aus Korrosionsschutzmasse und der Schutzhülle (Schutzhülle 1) aus hochdichtem Polyethylen. Die Schutzhülle hat vorgegebene Mindestausgangswandstärken (siehe Anhang 10, Abschnitt 4.2). Diese Monolitzen werden vom Hersteller mit einer zweiten äußeren Schutzhülle (Schutzhülle 2) aus 3 mm dickem PE (siehe Anhang 2) ummantelt, die zwei oder vier Monolitzen zu einem Band zusammenfassen kann.

⁸ Entsprechende Litzen gemäß am Ort der Anwendung gültigen Normen und Regeln können ebenfalls verwendet werden.

⁹ Für besondere Anwendungen darf die Anforderung an die Relaxation zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung zwischen Lieferant und Käufer vereinbart werden.

¹⁰ Die Anforderung für 0,7f_{pk} ist verbindlich. Werte für 0,8f_{pk} dürfen zum Zeitpunkt der Anfrage und Bestellung vereinbart werden.

¹¹ Normwert

Die Schutzhülle 2 wird in der Mitte einer der beiden schmalen Seiten in Längsrichtung aufgeschnitten und die Monolitzen (2 oder 4 siehe Anhang 2) eingebettet. Anschließend wird die Schutzhülle 2 durch Spiegelschweißverfahren oder durch geschweißte V-Nähte wieder geschlossen. Die Schweißarbeiten dürfen nur durch vom Hersteller instruierte Kunststoffschweißer durchgeführt werden.

2.1.4 Ringkeile

Die Ringkeile (siehe Anhang 8) bestehen aus drei Teilen. Die einzelnen Teile werden durch einen Federring zu einem Keil zusammengefügt.

Die auf einer Baustelle verwendeten Keile dürfen nur von einem Lieferanten stammen.

2.1.5 Ringkörper

Die Ringkörper für Spann- und Festanker sind identisch. Eine Unterscheidung ist ausschließlich für die Ausführung auf der Baustelle erforderlich.

Die konischen Bohrungen der Ringkörper müssen sauber, rostfrei und mit Korrosionsschutz versehen sein.

2.1.6 Ankerplatte

Die Ankerplatten haben eine quadratische Form (siehe Anhänge 5 und 11, Seite 2).

2.1.7 Wendel- und Zusatzbewehrung (Bügel)

Die Stahlgüte und Abmessungen der Wendel- und Bügelbewehrung müssen mit den Angaben in Anhang 12 übereinstimmen. Die zentrische Lage im Bauteil ist entsprechend Abschnitt 4.2.3 sicherzustellen.

Jedes Ende der Wendel ist zu einem geschlossenen Ring zu verschweißen. Die Verschweißung des inneren Endgangs der Wendel darf entfallen, wenn die Wendel dafür um 1 ½ Gänge verlängert wird.

2.1.8 Trompeten

Die Trompeten bei Spann- und Festankern werden aus 8 mm dickem PE-Material hergestellt (siehe Anhang 4). Werden die Trompeten aus Stahl gefertigt, werden spezielle Anforderungen an die Wandstärke der Monolitzen gestellt oder es sind Einlageschichten notwendig (siehe Anhang 10, 4.1).

Zusätzlich zur planmäßigen Länge des geraden Abschnitts der Trompete (siehe Anhang 10, Abschnitt 4.2.1, Tabelle 3) ist die trompetenartige Aufweitungen über die Länge D_a (siehe Anhang 4) vorzusehen, um Abweichungen der Spannglieder von der planmäßigen Lage zu ermöglichen. Der Wert von $D_a = \Delta\alpha \cdot R$ hängt vom Radius der Krümmung R und des Winkels $\Delta\alpha$ [Bogenmaß] ab. Falls am Ort der Verwendung keine anderen Vorschriften gelten wird $\Delta\alpha = 0,05$ rad (entspricht 3°) empfohlen. Der Radius R darf den zutreffenden minimalen Radius, nach Anhang 10, Abschnitt 4.2.1, nicht unterschreiten.

2.1.9 Korrosionsschutz

Sofern der Korrosionsschutz im Bereich der Verankerungen durch Einpressmörtel nach EN 445:2007 erfolgt, ist das entsprechend EN 447:2007 durchzuführen.

Sofern der Korrosionsschutz durch verpressen mit besonderen Füllmaterialien erfolgt, dürfen für die Anwendung geeignete Fette entsprechend einer ETA nach ETAG 013, C4.1 oder entsprechend am Ort der Anwendung gültiger Vorschriften verwendet werden.

An den Endverankerungen ist der nicht durch PE-Mantel (Schutzhülle 1) geschützte Bereich der Spannstahlilitzen vollständig durch Übergangsröhrchen, Schutzkappe usw. zu schützen.

Im Endzustand müssen die Einbindelängen von Schutzhülle 1 in die Übergangsröhrchen ≥ 200 mm (siehe Anhang 6) und von Schutzhülle 2 in die Trompeten ≥ 500 mm (siehe Anhang 4) betragen. Sofern diese Längen nicht sichergestellt werden können, sind spezielle Maßnahmen in Hinblick auf die Projektrandbedingungen auszuführen.

Die entsprechenden Abdichtungen sind sorgfältig auszuführen. Die Hohlräume müssen vollständig mit Korrosionsschutzmasse verfüllt werden (siehe Anhänge 13 and 14, Seite 2).

2.1.10 Korrosionsschutz der freiliegenden Stahlteile

Die nicht durch Beton, Einpressmörtel oder Korrosionsschutzmasse geschützten Flächen aller stählernen Teile (Stahl oder Guss) sind, soweit sie nicht aus nichtrostendem Stahl bestehen, durch eines der folgenden Schutzsysteme nach EN ISO 12944-5:2008 gegen Korrosion zu schützen:

- a) ohne metallischen Überzug: A5M.02, A5M.04, A5M.06, A5M.07
- b) mit Verzinkung: A7.10, A7.11, A7.12, A7.13

Die Oberflächenvorbereitung erfolgt nach EN ISO 12944-4:1998. Bei der Ausführung der Beschichtungsarbeiten ist EN ISO 12944-7:1998 zu beachten. Am Ort der Anwendung zugelassene Verfahren zum Korrosionsschutz können alternativ verwendet werden.

2.1.11 Beschreibung des Spannverfahrens

Der Aufbau der Spannglieder, die Ausbildung der Verankerungen, der Umlenksättel, die Verankerungsteile und der Korrosionsschutz müssen der beiliegenden Beschreibung und den Zeichnungen der Anhänge entsprechen. Die darin angegebenen Maße und Materialkennwerte sowie der darin beschriebene Herstellungsvorgang der Spannglieder und des Korrosionsschutzes sind einzuhalten.

Die Spannglieder können einseitig oder beidseitig gespannt werden.

2.1.12 Umlenksättel

Die Umlenksättel sind wie auf Anhang 9 angegeben auszuführen. Insbesondere dürfen die in Anhang 10, Abschnitt 4.2.1, angegebenen Mindestradien nicht unterschritten werden. Wenn aufgrund unerwarteter Umstände die Mindestradien nicht eingehalten werden, ist die Anwendung von Einlagen und Anpassungen am vorhandenen Umlenksattel zur Einhaltung der Forderungen zugelassen, sofern alle in dieser ETA angegebenen Leitlinien eingehalten werden.

Die Umlenksättel können zur Unterstützung der äußeren Gleitung des Spanngliedes beim Vorspannen an allen Flächen, an denen das Spannglied anliegt, mit einer Gleitschicht versehen werden.

Zusätzlich zur planmäßigen Länge der Umlenksättel sind an den Enden trompetenartige Aufweitungen über die Länge D_a (siehe Anhang 9) vorzusehen, um Abweichungen der Spannglieder von der planmäßigen Lage zu ermöglichen. Der Wert von $D_a = \Delta\alpha \cdot R$ hängt vom Radius der Krümmung R und des Winkels $\Delta\alpha$ [Bogenmaß] ab. Falls am Ort der Verwendung keine anderen Vorschriften gelten wird $\Delta\alpha = 0,05$ rad (entspricht 3°) empfohlen. Der Radius R darf den zutreffenden minimalen Radius, nach Anhang 10, Abschnitt 4.2.1, nicht unterschreiten.

2.1.13 Abdeckkappen

Schutzkappen aus Kunststoff oder Metall, welche auf die Ringkörper aufgeschraubt werden, sind zu verwenden.

2.2 Nachweisverfahren

2.2.1 Allgemeines

Die Beurteilung der Eignung des VBT-BE externen verbundlosen Litzenspannverfahrens für den vorgesehenen Verwendungszweck in Bezug auf die Anforderungen der mechanischen Widerstandsfähigkeit und Stabilität im Sinne der Wesentlichen Anforderungen Nr. 1 erfolgte in Übereinstimmung mit der "Leitlinie für die europäische technische Zulassung von Spannverfahren zur Vorspannung von Tragwerken, ETAG 013".

Die Freisetzung gefährlicher Stoffe (Wesentliche Anforderung Nr. 3) ist entsprechend ETAG 013, Abschnitt 5.3.1 geregelt. Laut Erklärung des Herstellwerks enthält das Produkt keine gefährlichen Stoffe.

In Ergänzung zu den spezifischen Bestimmungen dieser Europäischen Technischen Zulassung, die sich auf gefährliche Stoffe beziehen, können die Produkte im Geltungsbereich dieser Zulassung weiteren Anforderungen unterliegen (z.B. umgesetzte Europäische Gesetzgebung und nationale Rechts- und Verwaltungsvorschriften). Um die Bestimmungen der Bauproduktenrichtlinie zu erfüllen, müssen ggf. diese Anforderungen ebenfalls eingehalten werden.

Die tragenden Teile, die mit dem VBT-BE externen verbundlosen Litzenspannverfahren vorgespannt werden, sind in Übereinstimmung mit den nationalen Regelungen zu bemessen.

2.2.2 Spannglieder

Vorspannkraft und Überspannkraft sind den jeweiligen nationalen Bestimmungen angegeben.

Die auf ein Spannglied aufgebrauchte Höchstkraft P_0 darf in Übereinstimmung mit EN 1992-1-1:2004 und EN 1992-1-1:2004/AC:2008, Abschnitt 5.10.2, die in Tabelle 2 (140 mm^2) oder Tabelle 3 (150 mm^2) angegebenen Werte $P_{0,\max} = \min\{0.9 A_p f_{p0,1k}, 0.8 A_p f_{pk}\}$ nicht überschreiten.

Die Vorspannkraft P_{m0} , die unmittelbar nach dem Spannen und Verankern auf den Beton aufgebracht wird, darf in Übereinstimmung mit EN 1992-1-1:2004 und EN 1992-1-1:2004/AC:2008, Abschnitt 5.10.3, den in Tabelle 2 (140 mm^2) oder Tabelle 3 (150 mm^2) angegebenen Wert $P_{m0} = \min(0.75 F_{pk}; 0.85 F_{p0,1k})$ nicht überschreiten.

Ein Überspannen ist erlaubt, wenn die Spannpressen eine Messunsicherheit der aufgebrauchten Spannkraft von $\pm 5\%$ auf den Endwert der Vorspannkraft sicherstellt. Die Vorspannkraft P_{\max} nach EN 1992-1-1:2004 und EN 1992-1-1:2004/AC:2008, Abschnitt 5.10.2.1(2), darf in diesem Fall den in Tabelle 2 (140 mm^2) oder Tabelle 3 (150 mm^2) angegebenen Wert $P_{\max} = 0.95 A_p F_{p0,1k}$ nicht überschreiten.

Tabelle 2: Maximale Vorspannkraft¹² für Litzen mit $A_p=140\text{mm}^2$

Spannglied Bezeichnung	Anzahl der Litzen	Querschnitts- fläche A_p	Y1770S7 $f_{p0,1k}=1500\text{N/mm}^2$			Y1860S7 $f_{p0,1k}=1600\text{N/mm}^2$		
			$P_{m0,\max}$	$P_{0,\max}$	P_{\max}	$P_{m0,\max}$	$P_{0,\max}$	P_{\max}
[-]	[-]	[mm^2]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]
1-140	1	140	181	192	202	190	202	213
2-140	2	280	362	383	404	381	403	426
2x2-140 1x4-140	4	560	724	766	809	762	806	851
2x4-140	8	1120	1447	1532	1617	1523	1613	1702
3x4-140	12	1680	2171	2298	2426	2285	2419	2554
4x4-140	16	2240	2894	3064	3235	3046	3226	3405

¹²

Die angegebenen Kräfte sind Maximalwerte. Die tatsächlich zu verwendenden Werte sind den jeweils gültigen nationalen Regelungen zu entnehmen. Die Einhaltung des Stabilisierung- und Rissbreitenkriteriums wurde im Lasteinleitungsversuch auf einer Laststufe von $0.80 F_{pk}$ überprüft.

Tabelle 3: Maximale Vorspannkraft¹² für Litzen mit $A_p=150\text{mm}^2$

Spannglied Bezeichnung	Anzahl der Litzen	Quer- schnitts- fläche A_p	Y1770S7 $f_{p0,1k}=1500\text{N/mm}^2$			Y1860S7 $f_{p0,1k}=1600\text{N/mm}^2$		
			$P_{m0,max}$	$P_{0,max}$	P_{max}	$P_{m0,max}$	$P_{0,max}$	P_{max}
[-]	[-]	$[\text{mm}^2]$	$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$
1-150	1	150	194	205	217	204	216	228
2-150	2	300	388	410	433	408	432	456
2x2-150 1x4-150	4	600	775	821	866	816	864	912
2x4-150	8	1200	1550	1642	1733	1632	1728	1824
3x4-150	12	1800	2326	2462	2599	2448	2592	2736
4x4-150	16	2400	3101	3283	3466	3101	3456	3648

Die Anzahl der Litzen in einem Spannglied darf durch das Weglassen symmetrisch im Ringkörper liegender Litzen vermindert werden. Die Bestimmungen für Spannglieder mit vollbesetzten Ringkörpern (Grundtypen) gelten auch für Spannglieder mit teilbesetzten Ringkörpern. In die leeren Bohrungen der Ringkörper sind kurze Litzenstücke mit Keilen einzupressen, um die ausreichende Biegefestigkeit der Ringkörper sicherzustellen.

Die Vorspannkraft ist je weggelassener Litze zu vermindern, wie in Tabelle 4 aufgeführt ist:

Tabelle 4: Verminderung der Vorspannkraft bei weggelassener Spannstahtlitze

Querschnitts- fläche A_p	Y1770 S7			Y1860 S7		
	ΔP_{m0}	ΔP_0	ΔP_{max}	ΔP_{m0}	ΔP_0	ΔP_{max}
$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$	$[\text{kN}]$
140	181	192	202	190	202	213
150	194	205	217	204	216	228

2.2.3 Spannkraftverluste infolge Reibung

Die Spannkraftverluste infolge Reibung und ungewollter Umlenkung können in der Regel in der statischen Berechnung über die in der Tabelle 5 angegebenen Reibungswerte μ und Beiwerte k (ungewollte Umlenkung) bestimmt werden.

Tabelle 5: Reibung und ungewollte Umlenkung

Anzahl der gestapelten Bandebenen	Reibungsbeiwert		Ungewollte Umlenkung
	Ohne Gleitsattel (LFS "low frictional saddle") (siehe Anhang 9)	Mit Gleitsattel (LFS "low frictional saddle") (siehe Anhang 9)	
[-]	$[\text{rad}^{-1}]$	$[\text{rad}^{-1}]$	$[\text{°/m}]$
1	0,06	0,03	0
2	0,08		
3	0,10		
4	0,12		

2.2.4 Krümmungsradius der Spannglieder an den Umlenksätteln

Die kleinsten zulässigen Krümmungsradien sind Anhang 10, Abschnitt 4.2.1 zu entnehmen. Ein Nachweis der Spannstahtspannungen im Bereich von Krümmungen braucht bei Einhaltung dieser Halbmesser nicht geführt werden.

2.2.5 Betonfestigkeit

Es ist Beton nach EN 206-1:2000 und EN 206-1:2000/A2:2005 zu verwenden.

Zum Zeitpunkt der Einleitung der vollen Vorspannkraft muss die mittlere Betondruckfestigkeit $f_{cmj,cube}$ oder $f_{cmj,cyl}$ im Verankerungsbereich mindestens die Werte nach Tabelle 6 aufweisen. Die mittlere Betondruckfestigkeit ($f_{cmj,cube}$ oder $f_{cmj,cyl}$) ist durch mindestens drei Prüfkörper (Würfel mit 150 mm Kantenlänge oder Zylinder mit 150 mm Durchmesser und 300 mm Höhe) nachzuweisen, die unter den gleichen Bedingungen wie das Betonbauteil zu lagern sind, und deren drei Einzelwerte nicht mehr als 5% voneinander abweichen dürfen.

Tabelle 6: Erforderliche mittlere Betondruckfestigkeit f_{cmj} der Prüfkörper zum Zeitpunkt der Vorspannung

$f_{cmj,cube}$ [N/mm ²]	$f_{cmj,cyl}$ [N/mm ²]
30	25
37	30

Bei Teilvorspannung mit 30% der vollen Vorspannkraft muss ein Mindestwert der Betondruckfestigkeit von $0.5 f_{cmj,cube}$ oder $0.5 f_{cmj,cyl}$ nachgewiesen werden; Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

2.2.6 Achs- und Randabstände der Spanngliedverankerungen, Betondeckung

Die Achs- und Randabstände der Spanngliedverankerungen dürfen die in dem Anhang 12 angegebenen Werte in Abhängigkeit der Mindestbetondruckfestigkeit nicht unterschreiten.

Die Angaben in Anhang 12 für die Achs- und Randabstände der Verankerung können in einer Richtung bis zu 15% reduziert werden, jedoch nicht auf einen kleineren Wert als die äußeren Abmessungen der Wendel plus 2 cm. Die Achs- und Randabstände in der anderen Richtung sind in diesem Fall zu erhöhen, um die Größe der Betonfläche im Verankerungsbereich beizubehalten. Die Abmessungen der Zusatzbewehrung sind entsprechend anzupassen.

Alle Angaben über die Achs- und Randabstände sind nur im Zusammenhang mit der Einleitung der Spannkraft in den tragenden Beton des Bauwerks festgelegt worden. Die in den nationalen Regelungen vorgeschriebene Betondeckung muss zusätzlich berücksichtigt werden.

Die Betondeckung darf unter keinen Umständen geringer als 20 mm bzw. nicht geringer als die Betondeckung der im selben Querschnitt eingebauten Bewehrung sein. Die Betondeckung der Verankerung muss mindestens 20 mm betragen. Die örtlich geltenden Normen und Regelungen in Bezug auf die Betondeckung müssen berücksichtigt werden.

2.2.7 Bewehrung im Verankerungsbereich

Die Eignung der Verankerungen (einschließlich Bewehrung) für die Übertragung der Spannkraft auf den Bauwerksbeton ist durch Versuche nachgewiesen. Die Aufnahme der im Bauwerksbeton auftretenden Kräfte im Verankerungsbereich außerhalb der Wendel ist nachzuweisen. Hier ist eine ausreichende Querbewehrung insbesondere für die auftretenden Querkraftkräfte vorzusehen (nicht in den Anhängen dargestellt).

Die Stahlsorten und Abmessungen der Zusatzbewehrung (Bügel) ist den Anhängen zu entnehmen.

Diese Bewehrung darf nicht auf die statisch erforderliche Bewehrung angerechnet werden. Vorhandene Bewehrung in entsprechenden Bereichen, die höher ist als die (statisch) erforderliche Bewehrung, darf auf die Zusatzbügel angerechnet werden. Die Zusatzbewehrung besteht aus geschlossenen Bügeln (Schließen der Bügel mit Winkelhaken oder Haken einer gleichwertigen Möglichkeit) oder aus orthogonal zueinander angeordneten, ausreichend verankerten Bewehrungslagen. Die Bügelschlösser (Winkelhaken oder Haken) sind versetzt anzuordnen.

Im Verankerungsbereich sind vertikal laufende Rüttelgassen vorzusehen, um ein einwandfreies Einbringen und Verdichten des Betons zu gewährleisten. Sollte in Ausnahmefällen¹³ - infolge eines hohen Bewehrungsgrades - die Wendel oder der Beton nicht einwandfrei eingebaut werden können, so darf die Wendel durch eine gleichwertige Bewehrung ersetzt werden.

Die Kraftweiterleitung von den Umlenksätteln in das Bauwerk ist statisch zu berücksichtigen.

2.2.8 Schlupf an den Verankerungen

Der Schlupf an den Verankerungen (siehe Abschnitt 4.2.4) ist in der statischen Berechnung und der Ermittlung der Spannwege zu berücksichtigen.

2.2.9 Nachweis der Ermüdung der Verankerung

Mit den Ermüdungsversuchen, die entsprechend ETAG 013 durchgeführt wurden, wurde eine Spannungsschwingbreite der Verankerungen von 80 N/mm² bei einer Oberspannung von 0,65 f_{pk} bei 2×10^6 Lastzyklen nachgewiesen.

2.2.10 Innere Gleitung an den Umlenkstellen

Die innere Gleitung (Relativbewegung der Litzen gegenüber der Schutzhülle 1) an den Umlenkstellen (Vorspannen, Nachspannen und evtl. Ablassen der Vorspannkraft) darf in Abhängigkeit vom Umlenkradius die zulässigen Werte nach Anhang 10, Abschnitt 4.2 nicht überschreiten. Die Mindestradien nach Anhang 10, Abschnitt 4.2.1 dürfen nicht unterschritten werden.

2.2.11 Durchführungen der Spannglieder durch Bauteile

Bei geraden Durchführungen der Spannglieder durch Bauteile ist durch eine entsprechende Größe der Öffnungen im Bauteil, unter Berücksichtigung der Ausführungstoleranzen sicherzustellen, dass ein Anliegen der Spannglieder am Bauteil ausgeschlossen ist. Wird die Durchführung zur Verhinderung von Querschwingungen nach Abschnitt 2.2.12 herangezogen, ist sie wie ein Umlenksattel auszuführen.

2.2.12 Verhinderung von Querschwingungen der Spannglieder

Kritische Querschwingungen der Spannglieder infolge Verkehr, Wind oder anderer Ursachen sind durch konstruktive Maßnahmen zu vermeiden. Falls am Ort der Verwendung keine anderen Vorschriften gelten wird für Brücken mit Kastenquerschnitt eine Befestigung aller 35 m empfohlen. Außerhalb von Kastenquerschnitten sind geringere Befestigungsabstände erforderlich. Die Befestigungen sind so auszubilden, dass sie das Spannglied - insbesondere Schutzhülle 2 - nicht verletzen und Längsbewegungen des Spanngliedes nicht behindern.

2.2.13 Schutz der Spannglieder

Die Spannglieder sind gegen Ausfall infolge äußerer Einwirkungen (z.B. Anprall von Fahrzeugen, erhöhte Temperatur im Brandfall, Vandalismus) zu schützen. Spannglieder in einem abgeschlossenen Hohlkasten gelten als ausreichend geschützt.

2.2.14 Längen der Übergangsröhrchen und Einbindelänge der Schutzhüllen 2

Die erforderlichen Längen der Übergangsröhrchen und die erforderliche Einbindelänge von Schutzhülle 2 in die Trompeten sind unter der Berücksichtigung aller möglichen Einflüsse insbesondere von Temperaturdifferenzen während des Bauzustandes, Bewegungen beim Vorspannen und Bautoleranzen festzulegen, damit die minimalen Einbindelängen beider Schutzhüllen im Endzustand (siehe Abschnitt 2.1.9 und Anhänge 4 und 6) sichergestellt sind. Diese Festlegung ist durch den Zulassungsinhaber oder in Abstimmung mit ihm zu treffen.

¹³ Dies erfordert eine Zustimmung im Einzelfall entsprechend den nationalen Regelungen und Verwaltungsvorschriften.

3 Bewertung und Bescheinigung der Konformität und CE-Kennzeichnung

3.1 System der Konformitätsbescheinigung

Gemäß Entscheidung 98/456/EC der Europäischen Kommission¹⁴ ist das System 1+ der Konformitätsbescheinigung anzuwenden.

System 1+: Zertifizierung der Konformität des Produkts durch eine zugelassene Zertifizierungsstelle aufgrund von:

- (a) Aufgaben des Herstellers:
 - (1) werkseigener Produktionskontrolle;
 - (2) zusätzlicher Prüfung von im Werk entnommenen Proben durch den Hersteller nach festgelegtem Prüfplan;
- (b) Aufgaben der zugelassenen Stelle:
 - (3) Erstprüfung des Produkts;
 - (4) Erstinspektion des Werkes und der werkseigenen Produktionskontrolle;
 - (5) laufender Überwachung, Beurteilung und Anerkennung der werkseigenen Produktionskontrolle;
 - (6) Stichprobenprüfung von im Werk entnommenen Proben.

3.2 Zuständigkeiten

3.2.1 Aufgaben des Herstellers

3.2.1.1 Werkseigene Produktionskontrolle

Der Hersteller des Bausatzes muss eine aktuelle Liste aller Komponentenhersteller bereithalten. Diese Liste ist der Zertifizierungsstelle und der Zulassungsstelle zur Verfügung zu stellen.

Der Hersteller muss eine ständige Eigenüberwachung der Produktion durchführen. Alle vom Hersteller vorgegebenen Daten, Anforderungen und Vorschriften sind systematisch in Form schriftlicher Betriebs- und Verfahrensanweisungen festzuhalten, einschließlich der Aufzeichnungen der erzielten Ergebnisse. Die werkseigene Produktionskontrolle hat sicherzustellen, dass das Produkt mit dieser europäischen technischen Zulassung übereinstimmt.

Der Hersteller darf nur Ausgangsstoffe verwenden, die in der technischen Dokumentation dieser europäischen technischen Zulassung aufgeführt sind.

Die werkseigene Produktionskontrolle muss mit dem Prüf- und Überwachungsplan vom März 2010 für die am 25. März 2010 erteilte europäische technische Zulassung ETA-10/0006, der Teil der technischen Dokumentation dieser europäischen technischen Zulassung ist, übereinstimmen. Der Prüf- und Überwachungsplan ist im Zusammenhang mit dem vom Hersteller betriebenen werkseigenen Produktionskontrollsystem festgelegt und beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.¹⁵

Die Grundelemente des Prüf- und Überwachungsplans stimmen mit ETAG 013, Anhang E1 (siehe Anhang 14) überein.

Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Informationen beinhalten:

- Bezeichnung des Produkts oder des Ausgangsmaterials und der Zubehörteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Produkts oder der Zubehörteile und des Ausgangsmaterials der Zubehörteile

¹⁴ Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 201/112 of 3 Juli 1998

¹⁵ Der Prüf- und Überwachungsplan ist ein vertraulicher Bestandteil der Dokumentation dieser europäischen technischen Zulassung und wird nur der in das Konformitätsbescheinigungsverfahren eingeschalteten zugelassenen Stelle ausgehändigt. Siehe Abschnitt 3.2.2.

- Ergebnisse der Kontrollen und Prüfungen und, sofern zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigenen Produktionskontrolle Verantwortlichen

Die Aufzeichnungen müssen mindestens zehn Jahre aufbewahrt und der zugelassenen Stelle vorgelegt werden. Auf Anfrage sind sie dem Deutschen Institut für Bautechnik vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller umgehend Maßnahmen zur Beseitigung des Mangels zu ergreifen. Bauprodukte und Zubehörteile, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Beseitigung des Mangels ist die Prüfung umgehend zu wiederholen, soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich.

3.2.1.2 Sonstige Aufgaben des Herstellers

Der Hersteller hat auf der Grundlage eines Vertrags eine Stelle, die für die Aufgaben nach Abschnitt 3.1 für den Bereich der Spannverfahren für das Vorspannen von Tragwerken zugelassen ist, zur Durchführung der Maßnahmen nach Abschnitt 3.3 einzuschalten. Hierfür ist der Prüf- und Überwachungsplan nach den Abschnitten 3.2.1.1 und 3.2.2 vom Hersteller der zugelassenen Stelle vorzulegen.

Der Hersteller hat eine Konformitätserklärung abzugeben mit der Aussage, dass das Bauprodukt mit den Bestimmungen der am 25. März 2010 erteilten Europäischen Technischen Zulassung ETA-10/0006 übereinstimmt.

Mindestens einmal jährlich müssen Proben eines in Ausführung befindlichen Bauwerks genommen und eine Serie Einzelzugversuche entsprechend ETAG 013, Anhang E3 (siehe Anhang 15) durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Prüfserien müssen der zugelassenen Stelle zur Kenntnis gegeben werden.

Mindestens einmal pro Jahr ist jeder Hersteller von Komponenten durch den Hersteller (siehe ETAG 013, 8.2.1.1) zu überwachen.

3.2.2 Aufgaben der zugelassenen Stellen

3.2.2.1 Allgemeines

Die zugelassene Stelle hat die Aufgaben in Übereinstimmung mit den Abschnitten 3.2.2.2 bis 3.2.2.5 und in Übereinstimmung mit den Vorgaben des Prüf- und Überwachungsplanes vom März 2010 für die am 25. März 2010 erteilte Europäische Technische Zulassung ETA-10/0006 durchzuführen:

Die zugelassene Stelle hat die wesentlichen Punkte ihrer oben angeführten Maßnahmen festzuhalten und die erzielten Ergebnisse und die Schlussfolgerungen in einem schriftlichen Bericht zu dokumentieren.

Die vom Hersteller (VBT Vorspann- und Brückentechnologie GmbH) eingeschaltete zugelassene Zertifizierungsstelle hat ein EG-Konformitätszertifikat mit der Aussage zu erteilen, dass das Produkt mit den Bestimmungen dieser Europäischen Technischen Zulassung übereinstimmt.

Wenn die Bestimmungen der Europäischen Technischen Zulassung und des zugehörigen Prüf- und Überwachungsplans nicht mehr erfüllt sind, hat die Zertifizierungsstelle das Konformitätszertifikat zurückzuziehen und unverzüglich das Deutsche Institut für Bautechnik zu informieren.

3.2.2.2 Erstprüfung des Produkts

Für die Erstprüfung des Produkts können die Versuche, die zur Erlangung der Europäischen Technischen Zulassung durchgeführt wurden, herangezogen werden, es sei denn, es sind Veränderungen in der Produktionslinie oder dem Herstellwerk eingetreten. In solch einem Fall muss die erforderliche Erstprüfung zwischen dem Deutschen Institut für Bautechnik und der eingeschalteten zugelassenen Stelle abgestimmt werden.

3.2.2.3 Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle

Die zugelassene Stelle muss in Übereinstimmung mit dem Prüf- und Überwachungsplan feststellen, ob das Herstellwerk, im Besonderen das Personal und die technische Einrichtung, sowie die werkseigene Produktionskontrolle geeignet sind, eine kontinuierliche und ordnungsgemäße Produktion des Vorspannsystems sowohl mit den in Abschnitt 2.1 als auch mit den in den Anhängen der Europäischen Technischen Zulassung erwähnten Angaben zu gewährleisten.

3.2.2.4 Laufende Überwachung, Beurteilung und Anerkennung der werkseigenen Produktionskontrolle

Die zugelassene Stelle muss das Werk mindestens zweimal jährlich inspizieren. Jedes Werk der in Anhang 14 aufgeführten Bestandteile des Spanverfahrens ist mindestens einmal in fünf Jahren zu prüfen. Es ist zu überprüfen, ob das System der werkseigenen Produktionskontrolle und der spezielle Herstellungsprozess entsprechend dem Prüf- und Überwachungsplan beibehalten werden.

Die laufende Überwachung und Beurteilung der werkseigenen Produktionskontrolle ist entsprechend dem Prüf- und Überwachungsplan durchzuführen.

Das Ergebnis der Produktzertifizierung und laufenden Überwachung muss auf Verlangen dem Deutschen Institut für Bautechnik von der zugelassenen Stelle vorgelegt werden.

3.2.2.5 Stichprobenprüfung von im Werk entnommenen Proben

Im Rahmen der Überwachungsprüfungen muss die zugelassene Stelle Proben der Zubehörteile des Vorspannsystems für unabhängige Prüfungen entnehmen. Für die wichtigsten Zubehörteile sind in Anhang 15 die mindestens durchzuführenden Verfahren aufgeführt, die von der zugelassenen Stelle durchgeführt werden müssen.

Die Grundlagen der Stichprobenprüfung stimmen mit ETAG 013, Anhang E2 überein (siehe Anhang 15).

3.3 CE-Kennzeichnung

Die CE-Kennzeichnung ist auf den kommerziellen Begleitpapieren anzubringen. Hinter den Buchstaben "CE" sind ggf. die Kennnummer der zugelassenen Zertifizierungsstelle anzugeben sowie die folgenden zusätzlichen Angaben zu machen:

- Name und Anschrift des Herstellers (für die Herstellung verantwortliche juristische Person),
- die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die CE-Kennzeichnung angebracht wurde,
- Nummer des EG-Konformitätszertifikats für das Produkt,
- Nummer der Europäischen Technischen Zulassung,
- Nummer der Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung,
- die Identifikation des Produkts (Handelsbezeichnung)
- Nennquerschnitt und der charakteristische Wert der Zugfestigkeit der Spannstahlilitzen

4 Annahmen, unter denen die Brauchbarkeit des Produkts für den vorgesehenen Verwendungszweck positiv beurteilt wurde

4.1 Herstellung

Die Europäische Technische Zulassung wurde für das Produkt auf der Grundlage abgestimmter Daten und Informationen erteilt, die beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt sind und der Identifizierung des beurteilten und bewerteten Produkts dienen. Änderungen am Produkt oder am Herstellungsverfahren, die dazu führen könnten, dass die hinterlegten Daten und Informationen nicht mehr korrekt sind, sind vor ihrer Einführung dem Deutschen Institut für Bautechnik mitzuteilen. Das Deutsche Institut für Bautechnik wird darüber entscheiden, ob sich solche Änderungen auf die Zulassung und folglich auf die Gültigkeit der CE-Kennzeichnung aufgrund der Zulassung auswirken oder nicht, und ggf.

feststellen, ob eine zusätzliche Beurteilung oder eine Änderung der Zulassung erforderlich ist.

Der Zusammenbau der Spannglieder kann auf der Baustelle oder im Herstellwerk (vorgefertigte Spannglieder) erfolgen.

4.2 Einbau

4.2.1 Allgemeines

Der Zusammenbau und Einbau der Spannglieder darf nur von qualifizierten und für die Vorspannung spezialisierten Unternehmen durchgeführt werden, die die erforderliche Sachkenntnis und Erfahrung mit diesem VBT-Spannverfahren haben. Der vom Unternehmen eingesetzte Bauleiter muss eine vom ETA Zulassungsinhaber ausgestellte Bescheinigung besitzen, dass er vom ETA Zulassungsinhaber eingewiesen wurde und die erforderliche Sachkenntnis und Erfahrung mit dem Spannsystem aufweist. Auf der Baustelle geltende nationale Normen und Regelungen müssen berücksichtigt werden.

Der ETA Zulassungsinhaber ist dafür verantwortlich, alle Beteiligten der Anwendung des VBT-Spannsystems entsprechend zu informieren.

Mit den Spanngliedern und deren Zubehörteilen ist sorgsam umzugehen

4.2.2 Schweißen

Das Schweißen an den Verankerungen ist nur an folgenden Stellen zugelassen:

- a) Schweißen der Endgänge der Wendel zu einem geschlossenen Ring,
- b) zur Sicherstellung einer zentrischen Lage darf die Wendel an der Ankerplatte oder dem Ankerkörper angeheftet werden,
- c) Schweißen an den Bügeln der Zusatzbewehrung, z.B. zum Schließen der Bügelschlösser.

Nach dem Einbringen der Spannglieder dürfen an den Verankerungen keine Schweißarbeiten mehr durchgeführt werden.

4.2.3 Einbau des Spannglieds

Die zentrische Lage der Wendel oder der Bügel ist mittels Punktschweißung an die Ankerplatte oder den Ankerkörper oder durch andere geeignete Halterungen sicherzustellen. Die Ankerplatte oder der Ankerkörper und der Ringkörper sind senkrecht zur Spanngliedachse auszurichten.

4.2.4 Verkeilkraft, Verankerungsschlupf, Keilsicherung und Korrosionsschutzmasse

Die Keile aller Verankerungen (Festanker), die während des Spannens nicht mehr zugänglich sind, müssen beim Verlegen der Spannglieder durch ein Vorverkeilgerät mit $1,2 P_{m0,max}$ eingepresst werden. An diesen Verankerungen ist bei der Festlegung der Spannwege kein Schlupf zu berücksichtigen.

Vorverkeilen ist an diesen Verankerungen nicht erforderlich, wenn die Keile durch Keilsicherungsscheiben geschützt sind. Es ist dann jedoch bei der Festlegung der Spannwege am Festanker ein Keilschlupf von 6 mm zu berücksichtigen.

Bei der Festlegung der Spannwege muss am Spannanker ein Keilschlupf von 6 mm berücksichtigt werden. Der Schlupf wird mithilfe von an den Spannahlitzen angelegten Messmarken, die hinter der Verankerung liegen, gemessen. Der Keilschlupf ist 1 mm kleiner als der Litzenschlupf. Beim Einbau der Keile in die Konen müssen alle relevanten Flächen und Zwischenräume durch Korrosionsschutzmasse geschützt werden. Die Spezifikationen dieser Korrosionsschutzmassen sind beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

4.2.5 Spannen und Spannprotokoll

4.2.5.1 Spannen

Zum Zeitpunkt der Aufbringung der Vorspannung muss die mittlere Mindestbetondruckfestigkeit mit den in Abschnitt 2.2.5 gegebenen Werten übereinstimmen.

Nach Aufbringen von 30% der Vorspannkraft ist an den Spanngliedern an jedem Umlenksattel und am Spannanker eine Markierung aufzubringen, mit deren Hilfe die Bewegung der Schutzhülle 2 der einzelnen Spannglieder zum Umlenksattel beim weiteren Vorspannen eindeutig bestimmt werden kann.

Die innere Gleitung ist die Differenz zwischen der berechneten Dehnung des Spanngliedes am Umlenksattel und der gemessenen Bewegung der Schutzhülle 2. Der Anteil der inneren Gleitung (Vorspannen, Nachspannen und evtl. Ablassen der Vorspannkraft) darf die maximal zulässigen Werte in Abhängigkeit des Umlenkradius des jeweiligen Umlenksattels nicht überschreiten (siehe Anhang 10, Abschnitt 4.2.2). Die gemessenen Bewegungen sollen für jedes Spannglied und jeden Umlenksattel und Spannanker protokolliert werden.

Die Dehnung der Schutzhülle 2 muss über die gesamte Länge des Spannglieds kleiner als 1,5% sein. Dafür ist es ausreichend für jeden geraden Spanngliedabschnitt nachzuweisen, dass die mittlere Dehnung diesen Wert nicht überschreitet. In Abhängigkeit von der Art der Begrenzung des geraden Spanngliedabschnitts ergibt sich die mittlere Dehnung wie folgt:

- 1.) der gerade Spanngliedabschnitt ist durch zwei Umlenkstellen begrenzt:
Quotient aus der Differenz der äußeren Gleitung an den beiden Umlenkstellen und der Länge des geraden Spanngliedabschnitts
- 2.) der gerade Spanngliedabschnitt ist durch eine Umlenkstellen und einen Spannanker begrenzt:
Quotient aus der Differenz der äußeren Gleitung am Spannanker und an der Umlenkstelle und der Länge des geraden Spanngliedabschnitts
- 3.) der gerade Spanngliedabschnitt ist durch eine Umlenkstellen und einen Festanker begrenzt:
Quotient aus der äußeren Gleitung an der Umlenkstelle und der Länge des geraden Spanngliedabschnitts

Auf die Markierungs- und Prüfprozedur kann verzichtet werden, wenn der planmäßige Gesamtdehnweg des Spanngliedes an keinem Umlenksattel den maximal zulässigen Wert der inneren Gleitung nach Anhang 10, Abschnitt 4.2.2 überschreitet und in keinem geraden Spanngliedabschnitt die mittlere Dehnung von 1,5% überschritten werden kann. In Abhängigkeit von der Art der Begrenzung des geraden Spanngliedabschnitts ergibt sich die mittlere Dehnung dabei wie folgt:

- 1.) der gerade Spanngliedabschnitt ist durch zwei Umlenkstellen begrenzt:
Quotient aus dem Gesamtdehnweg des Spanngliedes an der zum Spannanker näheren Umlenkstellen und der Länge des geraden Spanngliedabschnitts
- 2.) der gerade Spanngliedabschnitt ist durch eine Umlenkstellen und einen Spannanker begrenzt:
Quotient aus dem Gesamtdehnweg des Spannglieds am Spannanker und der Länge des geraden Spanngliedabschnitts
- 3.) der gerade Spanngliedabschnitt ist durch eine Umlenkstellen und einen Festanker begrenzt:
Quotient aus dem Gesamtdehnweg des Spanngliedes an der Umlenkstelle und der Länge des geraden Spanngliedabschnitts

Die kleinste gerade Länge zum Spannen hinter den Verankerungen (Litzenüberstand siehe Anhang 7) ist abhängig von der auf der Baustelle verwendeten Presse. Alle Spannstahlilitzen eines Spanngliedes sollten gleichzeitig gespannt werden. Dies kann mit zentral gesteuerten Einzelpressen, Bandpressen oder einer Bündelpresse erfolgen. Wenn gleichzeitiges Spannen nicht möglich ist, sind beim bandweisen Spannen spezielle Anforderungen zu berücksichtigen, damit die Werte der inneren Gleitung nicht die Grenzwerte nach Anhang 10, Abschnitt 4.2.2 übersteigen.

4.2.5.2 Spannprotokoll

Sämtliche Handlungen beim Spannvorgang sind für jedes Spannglied zu protokollieren. In der Regel muss die erforderliche Vorspannkraft erreicht werden. Der gemessene Spannweg muss mit dem berechneten Wert verglichen werden.

Sollte während des Vorspannens eine Abweichung zwischen gemessenem und berechnetem Spannweg oder Vorspannkraft von mehr als 5% für die Summe aller Spannglieder oder 10% für ein einzelnes Spannglied auftreten, so ist der Spanningenieur zu informieren und die Ursachen aufzufindig zu machen.

Nationale Vorschriften am Ort der Anwendung sind zu beachten.

4.2.5.3 Entspannen und Nachspannen

Es ist zulässig, die Spannglieder zu entspannen und/oder nachzuspannen, wobei die Keile gelöst und wieder verwendet werden. Nach dem Nachspannen und Verankern müssen die vom ersten Spannvorgang resultierenden Keildruckstellen auf den Spannstahlritzen um mindestens 15 mm nach außen verschoben sein. Für das Nachspannen ist ein minimaler Litzenüberstand erforderlich (siehe Anlage 7).

4.2.5.4 Vorspannpresen und einzuhaltende Abstände, Sicherheit am Arbeitsplatz

Zum Vorspannen werden hydraulische Pressen eingesetzt. Angaben über die Vorspanngerätschaft sind dem Deutschen Institut für Bautechnik übermittelt.

Um die Spannglieder zu spannen muss der vom Hersteller vorgegebene Minimalabstand hinter den Verankerungen eingehalten werden.

Die Vorschriften für die Sicherheit am Arbeitsplatz und den vorbeugenden Gesundheitsschutz sind einzuhalten.

4.2.6 Einpressen in die Hohlräume der Trompete

Nach dem Vorspannen können die Hohlräume in der Trompete entweder mit Einpressmörtel oder mit Korrosionsschutzmasse verpresst werden.

Der Einpressvorgang mit Einpressmörtel nach EN 447:2007 ist entsprechend EN 446:2007 auszuführen. Die Anforderungen des Qualitätsmanagements nach diesem Standard sind einzuhalten. Nationale Vorschriften am Ort der Anwendung sind zu beachten.

4.2.7 Einpressen in die Hohlräume der Ringkörper, zwischen Übergangsröhrchen und Litzen und in den Abdeckkappen

Die Hohlräume der Ringkörper und zwischen Übergangsröhrchen und Litzen sind mit Korrosionsschutzmasse (siehe Anhänge 13 und 14, Seite 2) zu füllen. Das Einpressen erfolgt mit einer besonderen Fettpresse von der äußeren Seite der Ringkörper her. Auf eine vollständige Verfüllung ist zu achten. Dies kann durch Volumenvergleich, nachträgliches Abklopfen oder andere adäquate Methoden kontrolliert werden.

5 Verpackung, Transport und Lagerung

Die Zubehörteile und die Spannglieder sind vor Feuchtigkeit und Verschmutzung zu schützen.

Die Spannglieder sind von Bereichen fernzuhalten, in denen Schweißarbeiten durchgeführt werden.

Während des Transports beträgt der kleinste zulässige Krümmungsdurchmesser für Spannglieder 1,10 m.

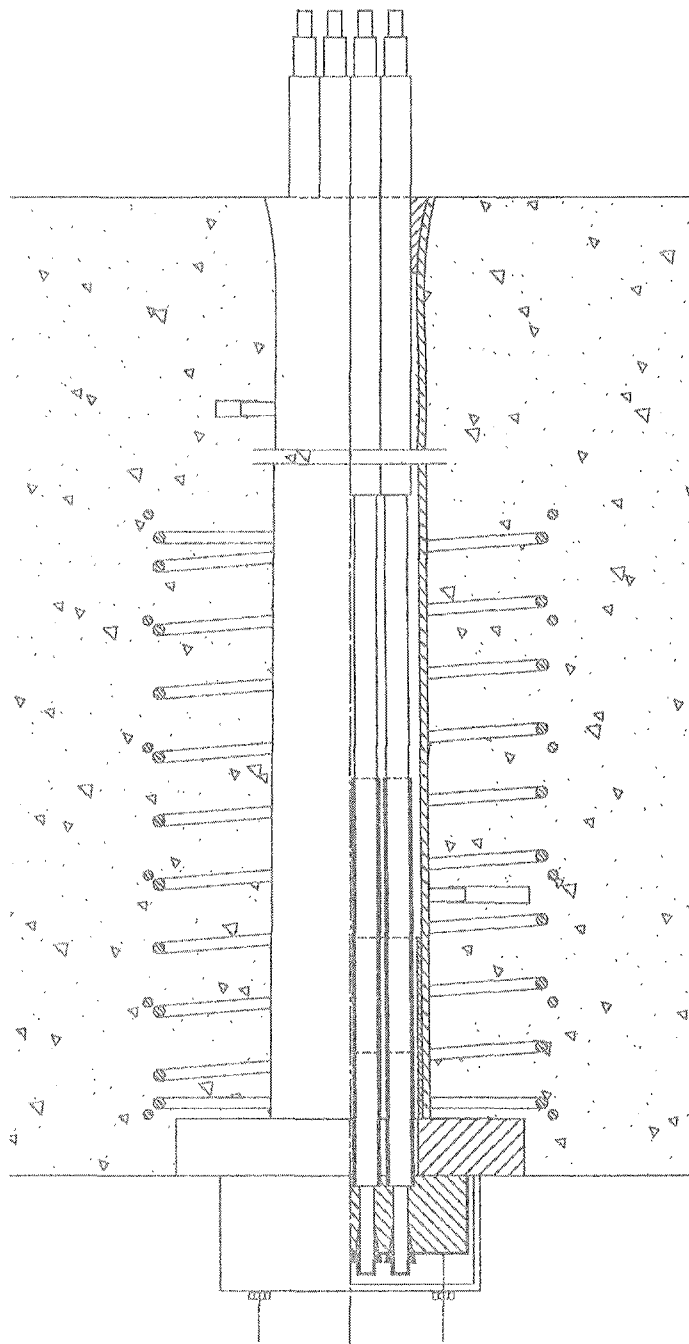
Dipl.-Ing. Georg Feistel

Leiter der Abteilung Konstruktiver Ingenieurbau
des Deutschen Instituts für Bautechnik

Berlin, 25. März 2010



FESTANKER UND SPANNANKER



Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE



Übersicht der Verankerung

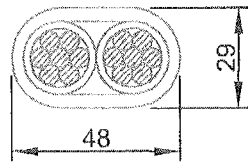
Anhang 1

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

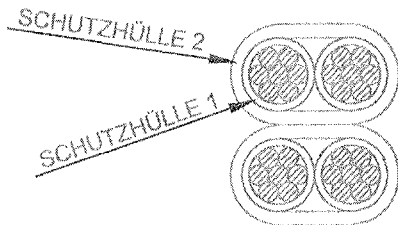
VBT-BE 1-150



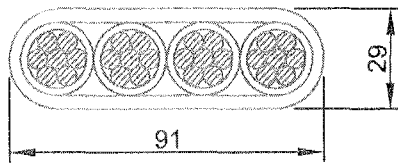
VBT-BE 2-150



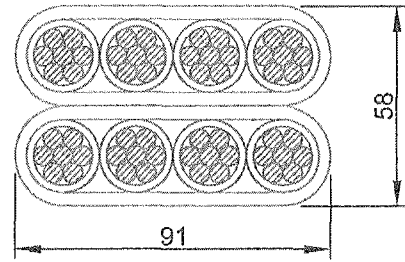
VBT-BE 2x2-150



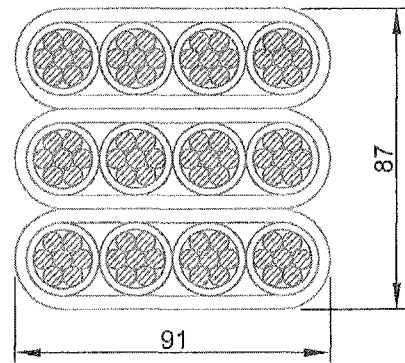
VBT-BE 4-150



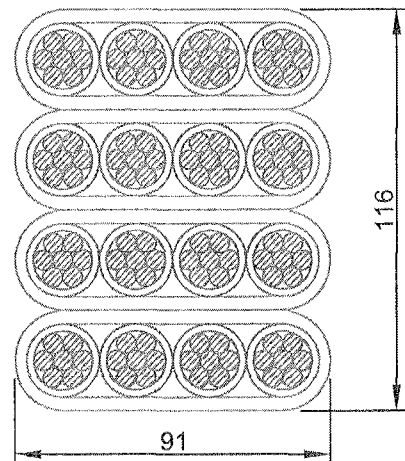
VBT-BE 2x4-150



VBT-BE 3x4-150



VBT-BE 4x4-150



ALLE MAßE IN [mm]

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE



Spannglieder, Bandtypen

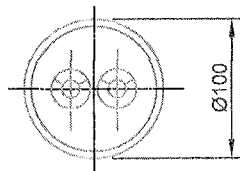
Anhang 2

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

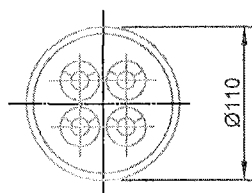
VBT-BE 1-150



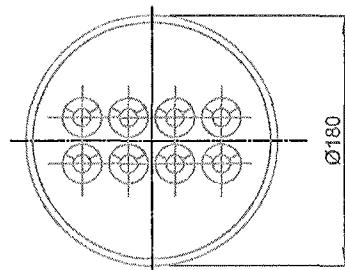
VBT-BE 2-150



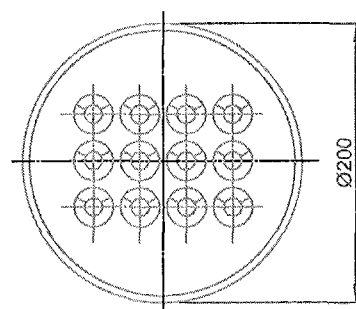
VBT-BE 4-150
VBT-BE 2x2-150



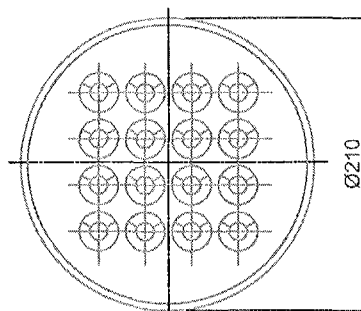
VBT-BE 2x4-150
VBT-BE 4x2-150



VBT-BE 3x4-150



VBT-BE 4x4-150



Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

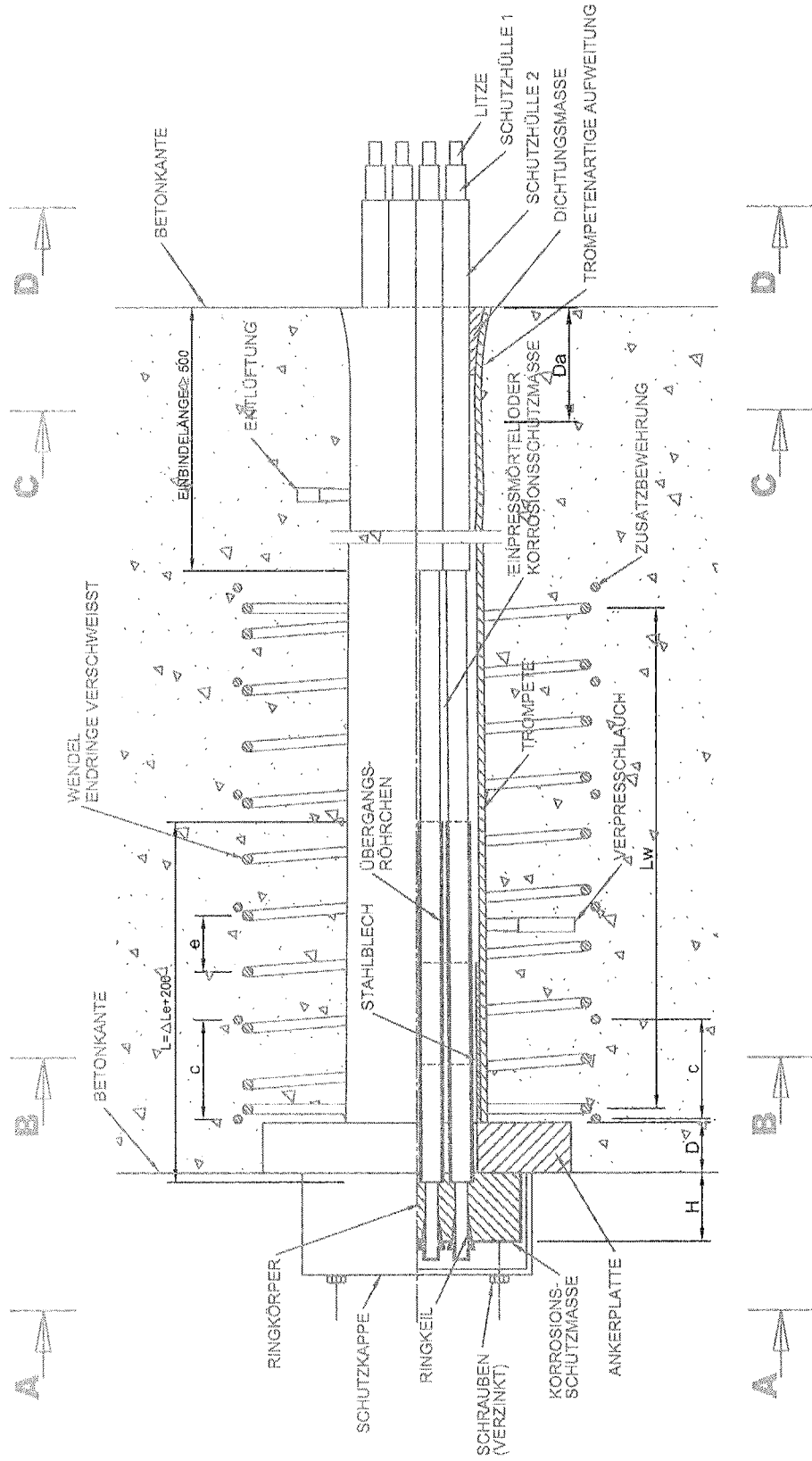


Anhang 3

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

Übersicht der Ringkörper

LÄNGSSCHNITT DARSTELLUNG MIT KUNSTSTOFFTROMPETE (TROMPETE ALTERNATIV AUS STAHL)



ΔL_e = Gesamtdehnwege des Spannglieds am Spannmanker

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE



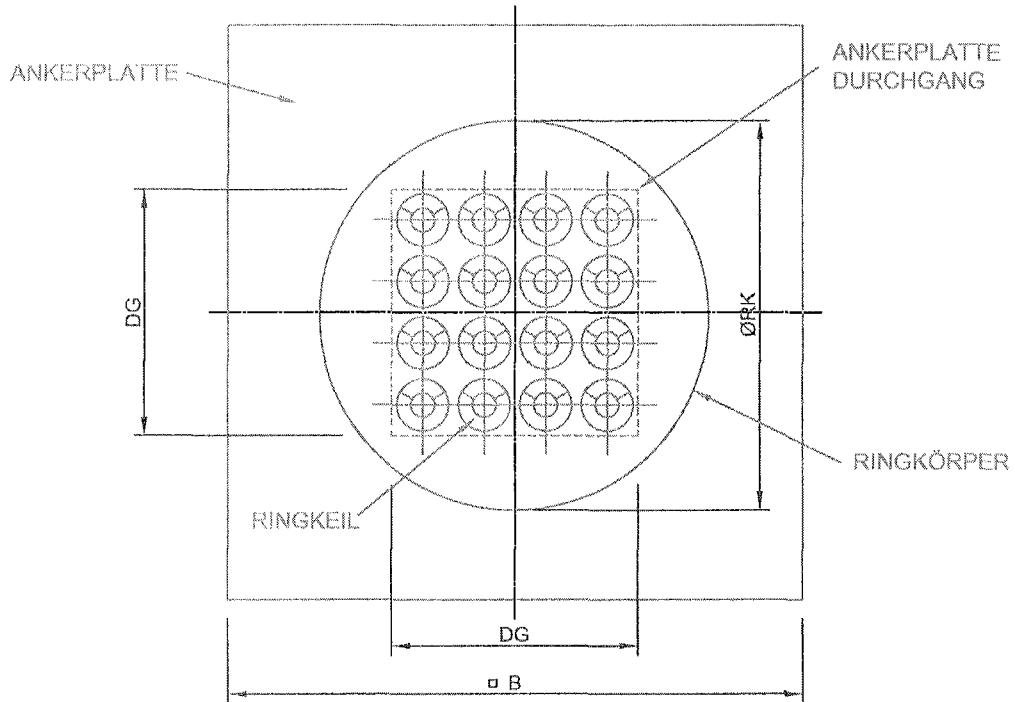
Anhang 4

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

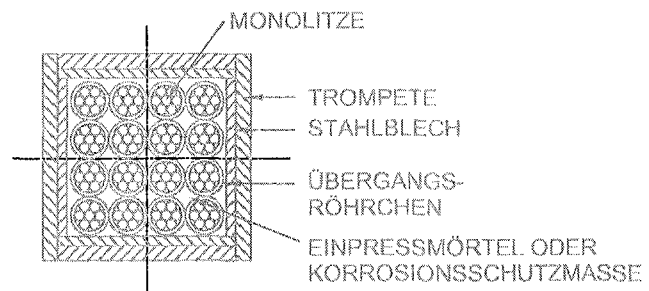
Längsschnitt
Verankerung

A-A

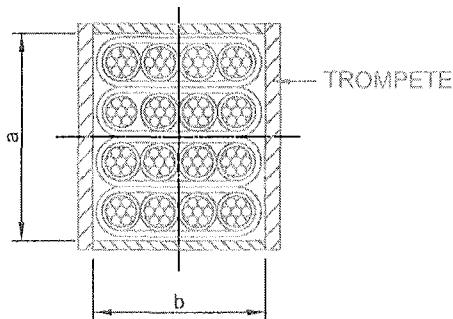
(ANSICHT OHNE SCHUTZKAPPE)



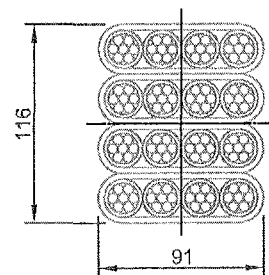
B-B



C-C



D-D



Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

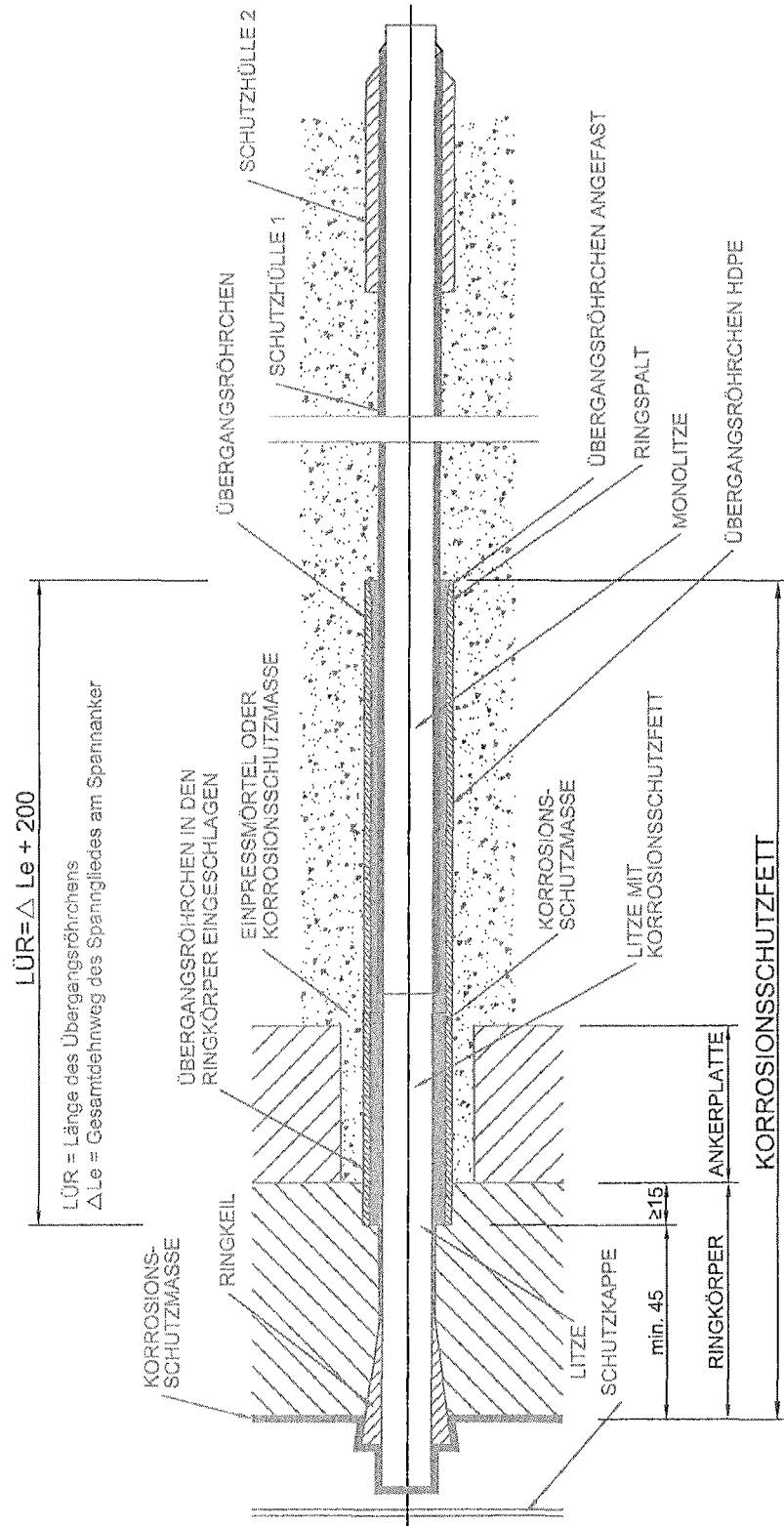
VBT
systems

Anhang 5

Querschnitte Verankerung

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

AUSBILDUNG DES KORROSIONSSCHUTZES IM BEREICH MONOLITZE - ÜBERGANGSRÖHRCHEN



Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

VBT
systems

Anhang 6

Ausbildung des
Korrosionsschutzes im Bereich
der Monolitze-Übergangsrohr

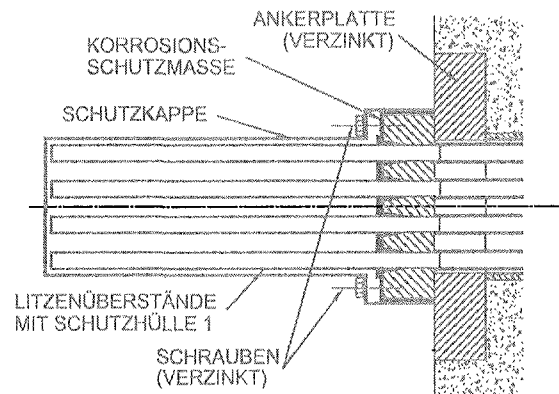
der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

VERANKERUNG NACHSPANNBAR

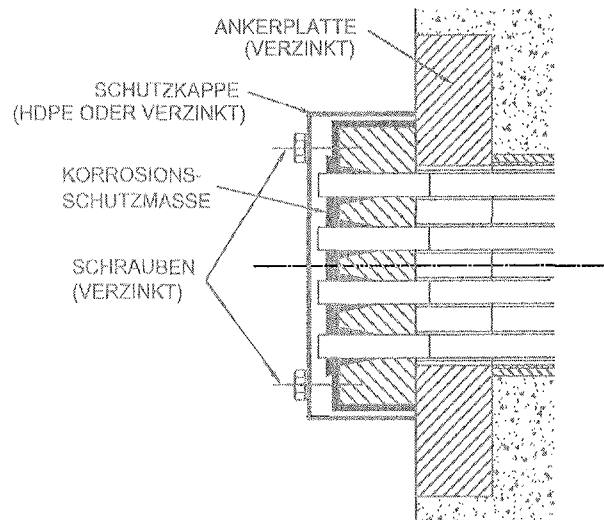
LITZENÜBERSTAND ZUM NACHSPANNEN

SPANNGLIED TYP	LITZENÜBERSTAND*
1-150	55cm
2-150 bis 4x4-150	65cm
2x4-150 bis 4x4-150	38cm**

* DER LITZENÜBERSTAND IST ABHÄNGIG VO
PRESSENTYP UND IST MIT DEM
SPANNVERFAHRENHERSTELLER ABZUSTIMMEN.
†pt4.03846; ** MIT SPEZIALPRESSE



VERANKERUNG NICHT NACHSPANNBAR



Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

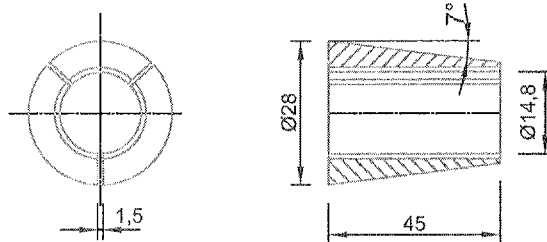
VBT
systems

Anhang 7

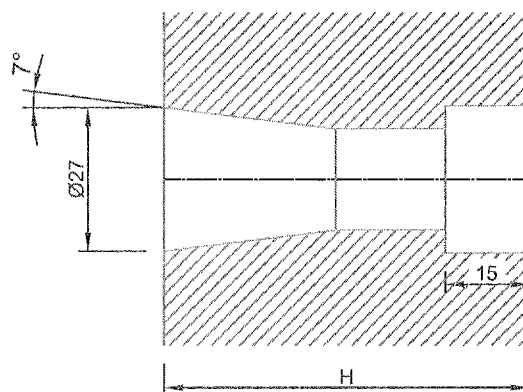
Korrosionsschutz
im Bereich der Verankerungen

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

RINGKEIL



KONUSBOHRUNG



Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

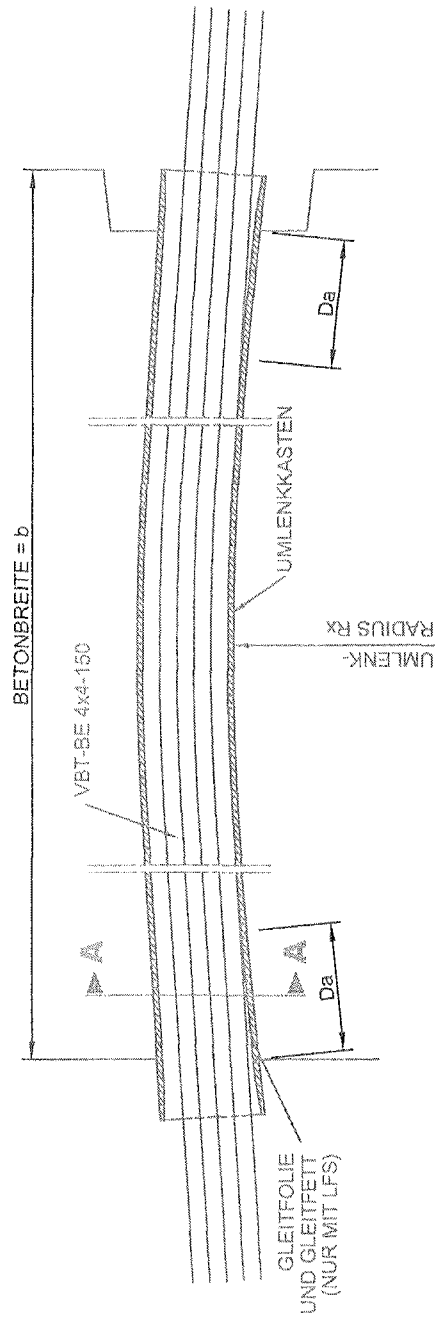
VBT
systems

Detail Keil und Konus

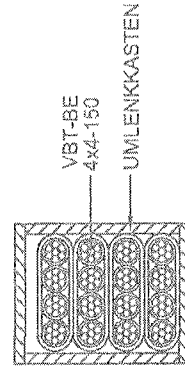
Anhang 8

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

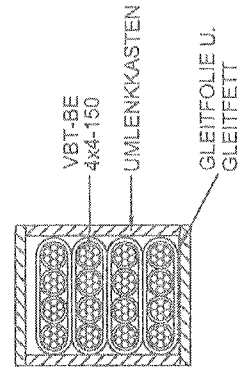
UMLENKSATTEL AUS HDPE-KUNSTSTOFF
(SATTEL ALTERNATIV AUS STAHL)



A-A
OHNE LFS



A-A
MIT LFS



LFS ... LOW FRICTION SATTEL (Gleitsattel)

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE



HDPE Umlenksattel

Anhang 9

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

1 EINLEITUNG

Dieser Anhang stellt nähere Details und Regelungen zur Anwendung des Litzenvorspannsystems VBT-BE, als Zusatz zum Hauptteil der Zulassung, zur Verfügung.

2 SPANGLIEDER

2.1 Beschreibung der Spannglieder

Die VBT-BE Litzenspannglieder sind für externe Vorspannung konzipiert und bestehen entweder aus einer Monolithe mit einem doppelten Mantel oder aus Bändern mit 2 bis 4 nebeneinander liegenden Monolitzen, die werksmäßig von Korrosionsschutzmasse und einem PE-Mantel (Schutzhülle 1) umgeben sind. Die nebeneinander liegenden Monolitzen werden durch ein flaches PE-Rohr (Schutzhülle 2) zu einem Spannband geformt.

2.2 Herstellung der Spannglieder

Die nebeneinander liegenden Monolitzen und das flache PE-Rohr werden im Werk zusammen gefügt. Die Spannbänder werden in großen Längen gewickelt oder in den für die Baustelle erforderlichen Längen gefertigt.

3 VERANKERUNG

3.1 Spannanker und Festanker

Die Verankerung der Spannglieder erfolgt mit Ankerplatten, Ringkörpern mit konischen Bohrungen parallel zur Spanngliedachse und mit Hilfe 3-teiliger Ringkeile. Der Übergangsbereich zwischen den Spannbändern und der Verankerung wird wie folgt ausgebildet: an der inneren Seite der Ankerplatte ist ein rechteckiges oder quadratisches Rohr aus verzinktem Stahl angeschweißt. An diesem Rohr wird der PE Trompetenkasten befestigt. Die Schutzhüllen der Spannbänder werden im Bereich des Trompetenkastens mit Hilfe eines Spezialmessers abgetrennt und die Litzen mit der Schutzhülle 1 durch die PE-Übergangsröhrchen in die Löcher des Ringkörpers geführt. Die Übergangsröhrchen werden vorher in die Bohrungen der inneren Stirnseite des Ringkörpers eingeschlagen (siehe Anhang 6).

Der Ringspalt zwischen dem Übergangsröhrchen und der Schutzhülle 1 (Monolithe) darf nicht größer als 1,75 mm sein. Wenn der Ringspalt größer sein sollte müssen spezielle Maßnahmen entsprechend der Umweltsituation getroffen werden. Um zu gewährleisten, dass die Schutzhülle 1 ohne Behinderung in das Übergangsröhrchen eingeführt werden kann, kann das Übergangsröhrchen angefast sein.

Der Raum zwischen den Spanngliedern und der Trompete wird nach dem Aufbringen der Vorspannkraft mit Einpressmörtel nach EN 445:2007 oder mit Korrosionsschutzmasse verfüllt. Die Abdichtung am Trompetenende zwischen der Trompete und den Spannbändern erfolgt mit einer Dichtungsmasse (PU-Schaum).

An nicht nachspannbaren Verankerungen mit kurzen Litzenüberständen wird eine Abdeckkappe aus PE oder verzinktem Stahlblech mit verzinkten Schrauben montiert (siehe Anhang 7 unten). Der Hohlraum in der Abdeckkappe wird mit Korrosionsschutzmasse verfüllt.

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE



Anhang 10,
Seite 1 von 4

Beschreibung des Spannverfahrens

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

An nachspannbaren Verankerungen mit langen Litzenüberständen (siehe Anhang 7 oben) wird eine lange Abdeckkappe aus PE oder Stahlblech (Mindestlänge in Abhängigkeit der verwendeten Presse, z.B. 40cm) mit Schrauben an dem Ringkörper montiert. Der Ankerkopf und Keile werden mit Korrosionsschutzmasse eingestrichen. Die Litzenüberstände sind mit Korrosionsschutzmasse bedeckt und werden zusätzlich mit PE Schutzröhrchen geschützt.

4 UMLENKUNG

4.1 Ausführung der Trompeten und Umlenksättel

An den Verankerungen bzw. Umlenkstellen werden die Spannbänder in rechteckigen Trompeten bzw. Umlenkkästen geführt. Die Seitenflächen der Trompeten und Umlenkkästen sind der Geometrie der Spanngliedführung angepasst. Die Trompeten und Umlenksättel werden an den Ausläufen trompetenartig aufgeweitet, damit die Spannbänder keine Knicke erleiden können.

In der Regel werden Trompeten und Umlenkkästen aus PE verwendet. Ausführung dieser Trompeten und Umlenkkästen aus korrosionsgeschütztem Stahl sind ebenso möglich. Die Trompeten und Umlenkkästen aus PE werden direkt einbetoniert. Umlenkkästen werden u. U. auch mittels Zementmörtel im Umlenkbereich vergossen. Sofern Trompeten oder Umlenksättel aus Stahl verwendet werden, kann die weiterleitende Konstruktion alternativ auch aus Stahl sein, je nach Projektanforderungen zusätzlich zu oder anstatt einer Mörtelinjektion.

PE: Wandstärke ≥ 8 mm
 korrosionsgeschützter Stahl: Wandstärke ≥ 3 mm

Anzahl der Bänder	1x1	1x2	2x2	1x4	2x4	3x4	4x4
min. Breite (innen) X	33	52	52	95	95	95	95
min. Höhe (innen) Y	33	38	67	38	67	96	125
Wandstärke	PE ≥ 8 mm / Stahl ≥ 3 mm						

Tabelle 1: Mindestquerschnittsabmessungen der Umlenkkästen

Sind die Trompeten oder Umlenkkästen aus Stahl muss die Mindestausgangswandstärke der Monolitzenmäntel 2,00 mm betragen oder es muss eine PE-Einlage mit einer Stärke von 8mm zwischen die Kontaktflächen der Trompete oder des Umlenkkastens und des Spanngliedes gelegt werden.

Beim Einsatz von Trompeten und Umlenkkästen mit der vorgenannten PE-Einlage oder von Trompeten und Umlenkkästen aus PE dürfen die Ausgangswandstärken der Monolitzenmäntel entsprechend Abschnitt 4.2 auch kleiner als 2,00 mm sein.

4.2 Krümmungsradien und Spannwegbegrenzung

4.2.1 Krümmungsradien

Aufgrund des geometrischen Querschnitts verhalten sich die Bänder je nach Achse der Biegung unterschiedlich, x-Achse (schmale Seite) gegenüber y-Achse (breite Seite). Die Ausnahme ist das Spannglied mit nur einer Litze (siehe Anhang 2).

Die kleinsten Krümmungsradien $R_{x,min}$ über die breite Seite von aufeinander liegenden Bändern sind unten in der angeführten Tabelle enthalten. Für andere Stapelfaktoren (z.B. bei drei aufeinander liegenden Bändern $n=3$) kann der Wert für den zulässigen min. Radius wie folgt ermittelt werden:

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

VBT
systems

Anhang 10,
Seite 2 von 4

Beschreibung des Spannverfahrens

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

$$R_{\min}(d_{\text{inside}}; n) \geq \text{Min} \left\{ \frac{R_{\min}(d_{\text{inside}}; 4) \cdot n}{4}, 1.9\text{m} \right\}$$

d_{inside} Mindestausgangswandstärke der Monolitze

n Anzahl der übereinanderliegenden Bänder

Beispiel – Bandtyp 3x4 ($d_{\text{inside}} \geq 2,00$ mm; $n = 3$)

$$R_{\min}(2,00; 3) \geq 5,0 \text{ m} \cdot 3 / 4 = 3,75 \text{ m (siehe Tabelle , Spalte 2, Zeile 3)}$$

Anzahl der Bandlagen	Ausgangswandstärke von Schutzhülle 1 [mm]					
	2	1,75	1,5	1,25	1 (nachspannbar)	0,8 (nachspannbar)
	Minimaler Umlenkradius [m]					
4	5,00	5,60	6,50	10,50	∞	∞
3	3,75	4,20	4,88	7,88	∞	∞
2	2,50	2,80	3,25	5,25	∞	∞
1	1,90	1,90	1,90	2,63	∞	∞

Tabelle 2: Minimale Umlenkradien $R_{x,\min}$ in Abhängigkeit der Anzahl der Bandlagen für maximal 40cm innere Gleitung

Der kleinste Krümmungsradius über die breite Seite ($R_{y,\min}$) ist 10.00m für alle Bandtypen und unabhängig welcher Radius über die schmale Seite verwendet wird.

Um nicht die geprüften Winkel von $2,9^\circ$ am Ausgang der Litzen aus dem Ringkörper zu überschreiten, muss die minimale Länge des geraden Abschnitts der Trompete in Abhängigkeit vom Spannglied den Angaben der Tabelle 3 entsprechen.

System VBT-BE	Minimale Länge des geraden Teils der Trompete [mm]						
	1-150	2-150	2x2-150	1x4-150	2x4-150	3x4-150	4x4-150
Minimale Länge (mm)	192	458	617	772	1156	1314	1502

Tabelle 3: Minimale Länge des geraden Teils der Trompeten an den Verankerungen

Die in Tabelle 3 angegebenen minimalen Längen stellen Extremwerte dar, bei denen angenommen wird, dass das Spannglied die Trompete im höchstmöglichen Maße exzentrisch verlässt. Die Schutzhülle 1 und 2 wurden dabei nur mit der Hälfte ihre Wandstärke angerechnet (Deformation im gespannten Zustand). Werden vor Ort spezielle Maßnahmen vorgesehen um die Exzentrizität des Ausgangs des Spanngliedes aus der Trompete zu verringern (z. B. Futterplatten) sind geringere minimale Längen des geraden Teils der Trompete möglich. Dabei ist rechnerisch nachzuweisen, dass der zulässige Winkel von $2,9^\circ$ am Austritt der Litzen aus dem Ringkörper nicht überschritten wird und die dabei angenommenen Geometrien sind vor Ort im gespannten Zustand zu überprüfen.

4.2.2 Zulässige innere Gleitung an der Umlenkstelle

Der resultierende Dehnweg kann in innere und äußere Gleitung unterteilt werden.

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

VBT
systems

Anhang 10,
Seite 3 von 4

Beschreibung des Spannverfahrens

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

Innere Gleitung ist die Bewegung der Stahllitze im Monolitzenmantel.

Äußere Gleitung ist die Bewegung des ganzen Spannglieds im Umlenksattel.

Der maximal zulässige Betrag an innerer Gleitung hängt vom jeweiligen Umlenkradius ab. Bei Umlenkungen über den Mindestradius darf der Betrag der inneren Gleitung 40 cm nicht überschreiten. Der maximal zulässige Betrag an innerer Gleitung darf erhöht werden, wenn entsprechend die Radien gegenüber den Mindestradien lt. Tabelle erhöht werden. Die folgende Beziehung legt die Bestimmung der zulässigen inneren Gleitung für einen größeren Umlenkradius fest:

$$\Delta l_i(R_x) = \Delta l_i(R_{x,\min}) * \frac{4 R_x}{n R_{x,\min}}, \text{ wobei:}$$

$\Delta l_i(R_{x,\min})$	der maximale Wert an innerer Gleitung bei Mindestradius R_{\min} und 4 gestapelten Bändern entsprechend der ersten Zeile von Tabelle ,
$R_{x,\min}$	Mindestradius der Umlenkung, entsprechend der ersten Zeile von Tabelle ,
Δl_i	der maximale Wert an innerer Gleitung für den aktuellen Umlenkradius R_x und die aktuelle Anzahl der Bänder n ,
R_x	aktueller Radius der Umlenkung, zumindest 1.9m,
n	Anzahl der aktuell umgelenkten Bandlagen

Der Wert von $\Delta l_i(R_{x,\min})$ beträgt 40 cm für das System VBT-BE.

Der maximal zulässige Betrag an äußerer Gleitung ist unendlich. Äußere Gleitung ist ohne Beschränkungen erlaubt. Typische Werte des Verhältnisses der äußeren Gleitung liegen bei 50-90% ohne Gleitsattel (LFS "low frictional saddle"), and bei 95-99% mit Gleitsattel. Die Werte mit oder ohne Gleitsattel können zusätzlich je nach Sauberkeit der Oberfläche und Bewegungsbehinderungen variieren.

Das tatsächliche Gleitverhalten stellt in den meisten Fällen eine Mischung aus innerer und äußerer Gleitung dar. Die Verteilung hängt z.B. von der Sauberkeit der Umlenkflächen, der Anwendung von Gleitfett und wahlweise eines Systems mit Gleitsattel ab.

5 KORROSIONSSCHUTZ

5.1 Spannglied im Bereich der freien Länge

Die Spannstahllitzen sind durch die Schutzhüllen 1 und 2 als auch durch eine Korrosionsschutzmasse gegen Korrosion geschützt.

Die Mindestdicke der Schutzhülle 1 ist vom Umlenkradius abhängig.

Die Schutzhülle 2 hat eine Ausgangswandstärke $t \geq 3.00$ mm

5.2 Verankerungen

Das Innere der Trompete wird mit Zementmörtel oder Korrosionsschutzmasse verfüllt. Die Monolitzen werden über PE-Übergangsröhrchen in den Ringkörper geleitet. Das bandseitige Ende der Trompete wird mit Dichtungsmasse abgedichtet. Die Schutzkappe besteht aus PE oder Stahl. Alle freiliegenden Stahlflächen werden entsprechend korrosionsgeschützt (siehe Anhang 6).

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

VBT
systems

Anhang 10,
Seite 4 von 4

Beschreibung des Spannverfahrens

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

ABMESSUNGEN DER BÄNDER UND SPANNKRÄFTE [MM]

System	VBT-BE	1-150	2-150	2x2-150	4-150	2x4-150	3x4-150	4x4-150

Bandabmessungen

a x b	Ø29	29x49	58x49	29x91	58x91	87x91	116x91
-------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	--------

Ankerplatte

Seitenlänge	BxB	100	120	170	170	230	280	310
Dicke	D	15	15	20	20	30	40	50
Durchgang	DG	34x34	34x64	64x64	64x64	64x128	98x128	128x128

Ringkörper

Durchmesser	ØRK	50	100	110	110	180	200	210
Höhe	H	60	60	60	60	60	60	70

Trompete

Wandstärke	HDPE/S235JR	8/3	8/3	8/3	8/3	8/3	8/3	8/3
min. Länge	L	600	750	750	1000	1000	1000	1000

Schutzkappe

Durchmesser innen	ØSK	60	110	120	120	190	210	220
-------------------	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

VBT
systems

Anlage 11, Seite 1 von 2

Abmessungen der Bänder und Verankerungen

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

ABMESSUNGEN DER VERANKERUNGEN [MM]

System	VBT-BE	1-150	2-150	2x2-150	4-150	2x4-150	3x4-150	4x4-150
Bandtypen		1x1	1x2	2x2	1x4	2x4	3x4	4x4
Anzahl Litzen	[-]	1	2	4	4	8	12	16
Anzahl Lagen	[-]	1	1	2	1	2	3	4
Gewicht pro Meter	[kg]							
$A_p=140\text{mm}^2$ per Strand		1,09	2,19	4,37	4,37	8,74	13,12	17,49
$A_p=150\text{mm}^2$ per Strand		1,17	2,34	4,69	4,69	9,38	14,06	18,75
Querschnittsfläche	[mm ²]							
$A_p=140\text{mm}^2$ per Strand		140	280	560	560	1120	1680	2240
$A_p=150\text{mm}^2$ per Strand		150	300	600	600	1200	1800	2400
Zulässige Vorspannkraft								
	[kN]							
Stahlgüte Y1770S7Y1860S7		1770	1860	1770	1860	1770	1860	1770
$A_p=140\text{mm}^2$								
Char. Höchstkraft F_{ok}		248	496	992	1040	1984	2976	3968
Max. Überspannkraft 0.95 $F_{p0,1k}$		207	414	828	870	1657	2485	3314
Max. Vorspannkraft 0.9 $F_{p0,1k}$		196	392	785	824	1570	2354	3139
$A_p=150\text{mm}^2$								
Char. Höchstkraft F_{ok}		266	532	1064	1116	2232	3192	4256
Max. Überspannkraft 0.95 $F_{p0,1k}$		222	445	889	935	1778	2668	3557
Max. Vorspannkraft 0.9 $F_{p0,1k}$		211	421	842	886	1685	2527	3370

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

VBT
systems

Anlage 11, Seite 2 von 2

Abmessungen der Bänder und Verankerungen

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

WENDEL- UND ZUSATZBEWEHRUNG [MM]

Bandtypen	1x1	1x2	2x2 und 1x4	2x4	3x4	4x4
-----------	-----	-----	-------------	-----	-----	-----

Wendel Bst 500 S

Drahtdurchmesser	Ø min.	-	12	14	14	14 (16)
Ganghöhe	e	-	50	50	50	45 (50)
Länge	min. Lw	-	175	300	325	425
Außendurchmesser	Ø min.	-	-	-	-	-
	a	-	-	-	-	-
	$f_{cm0,cube,150} \geq 30N/mm^2 (*)$	-	190	300	320	360
	$f_{cm0,cube,150} \geq 37N/mm^2 (*)$	-	160	270	320	355

Zusatzbewehrung BSt 500 S

Drahtdurchmesser	Ø	5Ø10	5Ø10	5Ø12	6Ø14	7Ø14	8Ø14
Abstand	c	40	40	40	50	50	50
bxb							
	$f_{cm0,cube,150} \geq 30N/mm^2 (*)$	120	150	210	285	355	410
	$f_{cm0,cube,150} \geq 37N/mm^2 (*)$	110	140	195	255	335	395

MINIMALE ACHS- UND RANDABSTÄNDE DER VERANKERUNGEN [MM]

Bandtypen	1x1	1x2	2x2 und 1x4	2x4	3x4	4x4
-----------	-----	-----	-------------	-----	-----	-----

min. Ankerabstand ()**für $f_{cm0,cube,150} \geq 30N/mm^2 (*)$

Achsabstand	140	170	230	325	395	455
Randabstand (***)	0.5*Achsabstand+ Betondeckung - 10mm					

min. Ankerabstand ()**für $f_{cm0,cube,150} \geq 37N/mm^2 (*)$

Achsabstand	130	160	215	295	375	440
Randabstand (***)	0.5*Achsabstand+ Betondeckung - 10mm					

(*) Mindestbetonfestigkeit zum Zeitpunkt des Vorspanns [N/mm²]

(**) Abstände können um bis zu 15% verkleinert werden, wenn die senkrecht dazu stehende Richtung entsprechend vergrößert wird

(***) Betondeckung von Wendel- und Zusatzbewehrung berücksichtigen

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE**VBT**
systems

Wendel- und Zusatzbewehrung, Rand- und Achsabstände

Anlage 12

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

MATERIALIEN

Benennung	Werkstoff Nr.*	Norm
Ringkörper	Unlegierter Stahl	DIN EN 10 083-2 (1996-10)
Ringkeil	Gehärteter Stahl	DIN EN 10 084 (1998-06)
Unterlegscheibe	Unlegierter Stahl	DIN EN 10 025 (2005-02)
Übergangsröhrchen	Unlegierter Stahl	DIN EN 16 776 (4.78)
Schutzkappe	HDPE oder Unlegierter Stahl	DIN EN 16 776 (4.78) DIN EN 10 025 (2005-02)
Ankerplatte	Unlegierter Stahl	DIN EN 10 025 (2005-02)
Trompete	HDPE oder unlegierter Stahl	DIN EN 16 776 (4.78) DIN EN 10 025 (2005-02)
Umlenksattel	HDPE oder unlegierter Stahl oder Edelstahl	DIN EN 16 776 (4.78) DIN EN 10 025 (2005-02) DIN EN 10 088-3 (2005-09)
Gleitbleche	Edelstahl	DIN EN 10 088-3 (2005-09)
Gleitfolie	HDPE	DIN EN 16 776 (4.78)
Korrosionsschutzmasse (Fett)	*	Hersteller
HDPE Hülle Monolitze	HDPE	Hersteller
HDPE Hülle Spannglied	HDPE	Hersteller
Korrosionsschutz der Stahlaussenflächen, Schmelztauchen Feuerverzinken 80µm		DIN EN ISO 1461

* genaue Werkstoffangaben beim DIBt hinterlegt

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

VBT
systems

Anlage 13

Materialspezifikationen

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006

INHALT DES PRÜF- UND ÜBERWACHUNGSPLANS

Bestandteil	Gegenstand	Prüfung/ Kontrolle	Rückverfolg- barkeit ⁴	Mindest- anzahl	Dokumen- tation
Ankerplatte	Material	Kontrolle	Teilweise	100%	„2.2“ ¹
	Genaue Abmessungen ⁵	Prüfung		3% ≥2 Prüfkörper	Ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100%	Nein
Ringkörper	Material	Kontrolle	Vollständig	100%	„3.1“ ²
	Genaue Abmessungen ⁵	Prüfung		5% ≥2 Prüfkörper	Ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100%	Nein
Ringkeile	Material	Kontrolle	Vollständig	100%	„3.1“ ²
	Verarbeitung, Härte	Prüfung		0,5% ≥2 Prüfkörper	Ja
	Genaue Abmessungen ⁵	Prüfung		5% ≥2 Prüfkörper	Ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100%	Nein
Monolitzen ¹⁰ Anhang C.1	Material ¹⁰	Kontrolle	full	100%	„CE“ ⁹
Schutzhülle 2 ¹¹ Anhang C.3	Material ¹⁰	Kontrolle	full	100%	„CE“ ⁹
Litze ⁸	Material ⁶	Kontrolle	„CE“	100%	„CE“
	Durchmesser	Prüfung		Jede Rolle/Bündel	Nein
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		Jede Rolle/Bündel	Nein

Fortsetzung und Fußnoten auf nächster Seite

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

VBT
systems

Annex 14, Page 1 of 2

der europäisch
technischen Zulassung
ETA-10/0006

Prüf- und Überwachungsplan

Bestandteil	Gegenstand	Prüfung/ Kontrolle	Rückverfolg- barkeit ⁴	Mindest- anzahl	Dokumen- tation
Bestandteil des Füllmaterials nach EN 447	Zement	Kontrolle	Eingeschränkt	100%	Ja
	Beimischungen, Zusätze	Kontrolle		100%	Ja
Wendel	Material	Kontrolle	Vollständig	100%	Ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100%	Nein
Zusatzbewehrung	Material	Kontrolle	Vollständig	100%	Ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100%	Nein
Korrosionsschutzmasse (Fett)	Material ⁷	Kontrolle	Vollständig	100%	„2.2“ ¹

Alle Stichproben sind nach dem Zufallsprinzip zu entnehmen und deutlich zu kennzeichnen

- 1 „2.2“: Prüfbericht Typ „2.2“ entsprechend EN 10204
- 2 „3.1“: Prüfbericht Typ „3.1“ entsprechend EN 10204
- 3 Sichtkontrolle bedeutet z.B.: Hauptabmessungen, Prüfung mit Lehren, korrekte Kennzeichnung oder Beschriftung, Oberflächen, Grate, Knickstellen, Glattheit, Korrosionsschutz, Korrosion, Beschichtung etc. wie im festgelegten Prüfplan angegeben.
- 4 Vollständig: vollständige Rückverfolgung jedes Bestandteils bis zum Ausgangsmaterial teilweise: Rückverfolgung jeder Lieferung von Bestandteilen bis zu einem festgelegten Punkt
- 5 Genaue Abmessungen bedeutet Überprüfung aller maßgebenden Abmessungen und Winkel entsprechend den im Kontrollplan angegebenen Festlegungen
- 6 Charakteristische Materialeigenschaften lt. ETA, Abschnitt 2.1.3
- 7 Korrosionsschutzmasse (Fett) entsprechend einer ETA nach ETAG 013, Anhang C4.1 oder nach am Ort der Verwendung geltenden nationalen Vorschriften
- 8 Solange die Grundlage der CE-Kennzeichnung des Spannstahls nicht verfügbar ist, muss jeder Lieferung eine Zulassung bzw. ein Zertifikat gemäß den jeweiligen am Ort der Verwendung gültigen Bestimmungen vorliegen.
- 9 Zertifikat oder Bestätigung des Zulieferers
- 10 Monolitzen nach einer ETA auf der Grundlage von ETAG 013, C.1 oder nach am Ort der Verwendung geltenden nationalen Vorschriften
- 11 Schutzhülle 2 nach einer ETA auf der Grundlage von ETAG 013, C.3 oder nach am Ort der Verwendung geltenden nationalen Vorschriften

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE



Annex 14, Page 2 of 2

der europäisch
technischen Zulassung
ETA-10/0006

Prüf- und Überwachungsplan

AUDITPRÜFUNG

Bestandteil	Element	Prüfung/ Kontrolle	Probennahme ¹ – Anzahl der Bestandteile je Besuch
Ringkörper, Ankerplatte	Werkstoff gemäß Spezifikation	Prüfung/ Kontrolle	1
	Genauere Abmessungen	Prüfung	1
	Sichtkontrolle ²	Kontrolle	1
Ringkeil	Werkstoff gemäß Spezifikation	Prüfung/ Kontrolle	2
	Behandlung	Prüfung	2
	Detaillierte Abmessungen	Prüfung	1
	Wichtigste Abmessungen, Oberflächenhärte	Prüfung	5
	Sichtkontrolle ²	Kontrolle	5
Prüfung am einzelnen Zugglied	Prüfung am einzelnen Zugglied gemäß ETAG 013, Anhang E.3	Prüfung	1 Serie

¹ Alle Stichproben sind nach dem Zufallsprinzip zu entnehmen und deutlich zu kennzeichnen

² Sichtkontrolle bedeutet z.B.: Hauptabmessungen, Prüfung mit Lehren, korrekte Kennzeichnung oder Beschriftung, Oberflächen, Grate, Knickstellen, Glattheit, Korrosionsschutz, Korrosion, Beschichtung etc. wie im festgelegten Prüf- und Überwachungsplan angegeben.

Externes verbundloses
Litzenspannverfahren
VBT-BE

VBT
systems

Anhang 15

Auditprüfung

der europäischen
technischen Zulassung
ETA-10/0006