



## 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:  
*Validity:* vom  
*from*  
bis  
*to*

24. Juni 2013  
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*

Diese Zulassung ersetzt  
*This Approval replaces*

ETA-10/0006 mit Geltungsdauer vom 25.03.2010 bis 25.03.2015  
*ETA-10/0006 with validity from 25.03.2010 to 25.03.2015*

## 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 Bauprodukte<sup>1</sup>, geändert durch die Richtlinie 93/68/EWG des Rates<sup>2</sup> und durch die Verordnung (EG) Nr. 1882/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates<sup>3</sup>;
  - 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 1998<sup>4</sup>, zuletzt geändert durch die Verordnung vom 31. Oktober 2006<sup>5</sup>;
  - den Gemeinsamen Verfahrensregeln für die Beantragung, Vorbereitung und Erteilung von europäischen technischen Zulassungen gemäß dem Anhang zur Entscheidung 94/23/EG der Kommission<sup>6</sup>;
  - 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/mm<sup>2</sup> oder 1860 N/mm<sup>2</sup> (Y1770S7 oder Y1860S7), Nenndurchmesser 15,7 mm (0,62" - 150 mm<sup>2</sup>) zur Verwendung in Normalbeton mit folgenden Verankerungen (Spann- und Festanker; siehe Anhang 1):

1. Spann- und Festanker mit Ankerplatte (Typ P) und Ringkörper für Spannglieder mit 1, 2, 4, 8, 12 und 16 Litzen,
2. Spaltzugbewehrung (Wendeln und Bügel),
3. Korrosionsschutz.

Die Verankerung der Spannstahlitzen in den Ringkörpern erfolgt durch Keile.

#### 1.2 Verwendungszweck

Das Spannverfahren ist zur externen Vorspannung von Spannbetonbauteilen aus Normalbeton vorgesehen.

Die Spannglieder müssen außerhalb des Betonquerschnitts, aber innerhalb der Bauteilhöhe liegen.

Optionale Anwendungsbereiche:

- Nachspannbare Spannglieder
- Austauschbare Spannglieder
- Spannglieder zur Verwendung als externe Spannglieder in Stahl- oder Verbundbauwerken. Bei Anwendung im Stahlbau muss der Verankerungsbereich zur Aufnahme von  $1,1 F_{pk}$  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 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

#### 2.1.1 Allgemeines

Die Zubehörteile entsprechen den Zeichnungen und Angaben in der europäischen technischen Zulassung einschließlich der Anhänge. Die Materialkennwerte, Abmessungen und Toleranzen der Zubehörteile, die nicht in den Anhängen aufgeführt sind, müssen den jeweiligen Angaben in der technischen Dokumentation<sup>7</sup> dieser europäischen technischen Zulassung entsprechen. Die Anordnung der Spannglieder, die Ausbildung der Verankerungsbereiche, die Zubehörteile der Verankerungen und der Aufbau der Spannglieder müssen den beigefügten Beschreibungen und Zeichnungen entsprechen; die Abmessungen und Materialien müssen mit den dort gegebenen Angaben übereinstimmen.

<sup>7</sup> Die technische Dokumentation dieser europäisch 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.

### 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 mm<sup>2</sup>) 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

Kennwert	Symbol	Einheit	Wert
Zugfestigkeit	R <sub>m</sub>	MPa	1770 oder 1860

Litze

Nenndurchmesser	D	mm	15,7
Nennquerschnitt	A <sub>p</sub>	mm <sup>2</sup>	150
Nenngewicht	M	g/m	1172

Einzeldrähte

Außendrahtdurchmesser	D	mm	5,2 ± 0,04
Kerndrahtdurchmesser	d'	mm	1,02 bis 1,04 d

Wenn Spannstahllitzen mit R<sub>m</sub> = 1860 N/mm<sup>2</sup> 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.

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 1 von 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).

Die Trompeten sind so auszubilden, dass der Umlenkwinkel der Spannstahllitzen ab Ringkörper maximal 2,9° beträgt. Ansonsten sind die Spannglieder im Verankerungsbereich knickfrei zu führen.

Zusätzlich zur planmäßigen Länge des geraden Abschnitts der Trompete  $l_{\text{gerade}}$  (siehe Anhänge 4 und 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 verwendet werden. Die Fette müssen ETAG 013, Anhang C4.1 und den nationalen Vorschriften entsprechen.

An den Endverankerungen ist der nicht durch PE-Mantel (Schutzhülle 1) geschützte Bereich der Spannstahllitzen vollständig durch Übergangsröhrchen, Schutzkappe usw. (siehe Anhang 6) zu schützen.

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

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

### 2.1.10 Korrosionsschutz der freiliegenden Stahlteile

Die nicht durch Beton, Einpressmörtel oder Korrosionsschutzmasse geschützten Flächen aller stählernen Teile (Stahl) 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. 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  $3^\circ$ ) 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

Vorspannkraften sind den jeweiligen nationalen Bestimmungen angegeben.

Die auf ein Spannglied aufgebrachte Kraft  $P_{max}$  darf die in Tabelle 2 angegebenen Werte  $P_{max} = 0.9 A_p f_{p0,1k}$  nicht überschreiten. Die Vorspannkraft  $P_{m0}(x)$ , die unmittelbar nach dem Spannen und Verankern auf den Beton aufgebracht wird, darf den in Tabelle 2 angegebenen Wert  $P_{m0}(x) = 0.85 A_p f_{p0,1k}$  nicht überschreiten.

Tabelle 2: Maximale Vorspannkraft<sup>8</sup> für Litzen mit  $A_p = 150 \text{ mm}^2$

Bezeichnung des Spannglieds	Anzahl Litzen	Querschnittsfläche $A_p$ [mm <sup>2</sup> ]	Vorspannkraft Y1770S7 $f_{p0,1k} = 1520 \text{ N/mm}^2$		Vorspannkraft Y1860S7 $f_{p0,1k} = 1600 \text{ N/mm}^2$	
			$P_{m0}(x)$ [kN]	$P_{max}$ [kN]	$P_{m0}(x)$ [kN]	$P_{max}$ [kN]
1-150	1	150	194	205	204	216
2-150	2	300	388	410	408	432
2x2-150 1x4-150	4	600	775	821	816	864
2x4-150	8	1200	1550	1642	1632	1728
3x4-150	12	1800	2326	2462	2448	2592
4x4-150	16	2400	3101	3283	3264	3456

Die Anzahl der Litzen in einem Spannglied darf durch das Fortlassen radialsymmetrisch 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 3 aufgeführt ist:

Tabelle 3: Verminderung der Vorspannkraft bei Weglassen einer Litze

$A_p$	Y1770 S7		Y1860 S7	
	$\Delta P_{m0}(x)$ [kN]	$\Delta P_{max}$ [kN]	$\Delta P_{m0}(x)$ [kN]	$\Delta P_{max}$ [kN]
150 mm <sup>2</sup>	194	205	204	216

### 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 4 angegebenen Reibungswerte  $\mu$  und Beiwerte  $k$  (ungewollte Umlenkung) bestimmt werden.

<sup>8</sup>

Die in Tabelle 2 angegebenen Kräfte sind Höchstwerte basierend auf  $f_{p0,1k} = 1520 \text{ N/mm}^2$  bzw.  $1600 \text{ N/mm}^2$ . Die tatsächlich zu verwendenden Vorspannkraften sind den am Ort der Verwendung geltenden nationalen Regelungen zu entnehmen. Die Einhaltung des Stabilisierungs- und Rissbreitenkriteriums wurde im Lasteinleitungsversuch auf einer Laststufe von  $0.80 F_{pk}$  überprüft. Wenn am Ort der Verwendung zulässig, dürfen auch Spannstahllitzen mit höheren charakteristischen Streckgrenzen genommen werden, aber mit maximal  $f_{p0,1k} = 1560 \text{ N/mm}^2$  (Y1770 S7) bzw.  $1640 \text{ N/mm}^2$  (Y1860 S7). In diesem Fall dürfen die Vorspannkraften der Tabelle 3 vergrößert werden durch Multiplikation mit dem Faktor ( $f_{p0,1k}/1520$ ) bzw. ( $f_{p0,1k}/1600$ ).

Die Einhaltung des Stabilisierungs- und Rissbreitenkriteriums wurde im Lastübertragungsversuch auf einer Laststufe von  $0,80 \cdot F_{pk}$  nachgewiesen.

Tabelle 4: Reibung und ungewollte Umlenkung

Anzahl der gestapelten Bandebenen	Reibungsbeiwert $\mu$		Ungewollte Umlenkung $k$
	Ohne Gleitsattel (LFS "low frictional saddle") (siehe Anhang 9)	Mit Gleitsattel (LFS "low frictional saddle") (siehe Anhang 9)	
[-]	[rad <sup>-1</sup> ]	[rad <sup>-1</sup> ]	[°/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 Spannstahlrandspannungen 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 des Normalbetons  $f_{cmj,cube}$  oder  $f_{cmj,cyl}$  im Verankerungsbereich mindestens die Werte nach Tabelle 5 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 5: Erforderliche mittlere Betondruckfestigkeit  $f_{cmj}$  der Prüfkörper zum Zeitpunkt der Vorspannung

$f_{cmj,cube}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$f_{cmj,cyl}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
34	27
42	34

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 den minimalen Abstand der Stäbe der Zusatzbewehrung bzw. 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 Querkraft 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 Ausnahmefällen<sup>9</sup> - 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

Mit den Ermüdungsversuchen der Verankerungen, die entsprechend ETAG 013 durchgeführt wurden, wurde eine Spannungsschwingbreite der Spannstahllitzen von 80 N/mm<sup>2</sup> bei einer Oberspannung von 0,65  $f_{pk}$  bei  $2 \times 10^6$  Lastzyklen nachgewiesen.

An den Umlenksätteln gilt eine Schwingbreite von 35 N/mm<sup>2</sup> bei  $2 \cdot 10^6$  Lastspielen als nachgewiesen. Gemäß nationalen Vorschriften am Ort der Verwendung können ggf. auch höhere Werte bis maximal 80 N/mm<sup>2</sup> als nachgewiesen vorausgesetzt werden.

### 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.

<sup>9</sup> Dies erfordert eine Zustimmung im Einzelfall entsprechend den nationalen Regelungen und Verwaltungsvorschriften.

### 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.

## 3 Bewertung und Bescheinigung der Konformität und CE-Kennzeichnung

### 3.1 System der Konformitätsbescheinigung

Gemäß Entscheidung 98/456/EC der Europäischen Kommission<sup>10</sup> 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 Prüf- und Überwachungsplan;

(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.

<sup>10</sup>

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

Die werkseigene Produktionskontrolle muss mit dem Prüf- und Überwachungsplan vom 25. März 2010 für die am 24. Juni 2013 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.<sup>11</sup>

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
- 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 24. Juni 2013 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 Prüferien 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 25. März 2010 für die am 24. Juni 2013 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.

<sup>11</sup>

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.

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 Zubehörteile des Spannverfahrens 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 der Montage 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.

Die Festlegungen nach den Abschnitten 2.1.8 und 2.1.12 sind zu beachten.

###### **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 Vorverkeilverät mit  $1,2 P_{m0}(x)$  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 Spannstahlitzen 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 an innerer Gleitung (Vorspannen, Nachspannen und evtl. Ablassen der Vorspannkraft) darf maximal 40 cm betragen. 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 Spannstrahlitzen 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 der Wert der inneren Gleitung nicht den Grenzwert nach Anhang 10, Abschnitt 4.2.2 übersteigt.

Nationale Vorschriften am Ort der Anwendung sind zu beachten.

#### 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 ausfindig 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 Spannstrahlitzen 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.

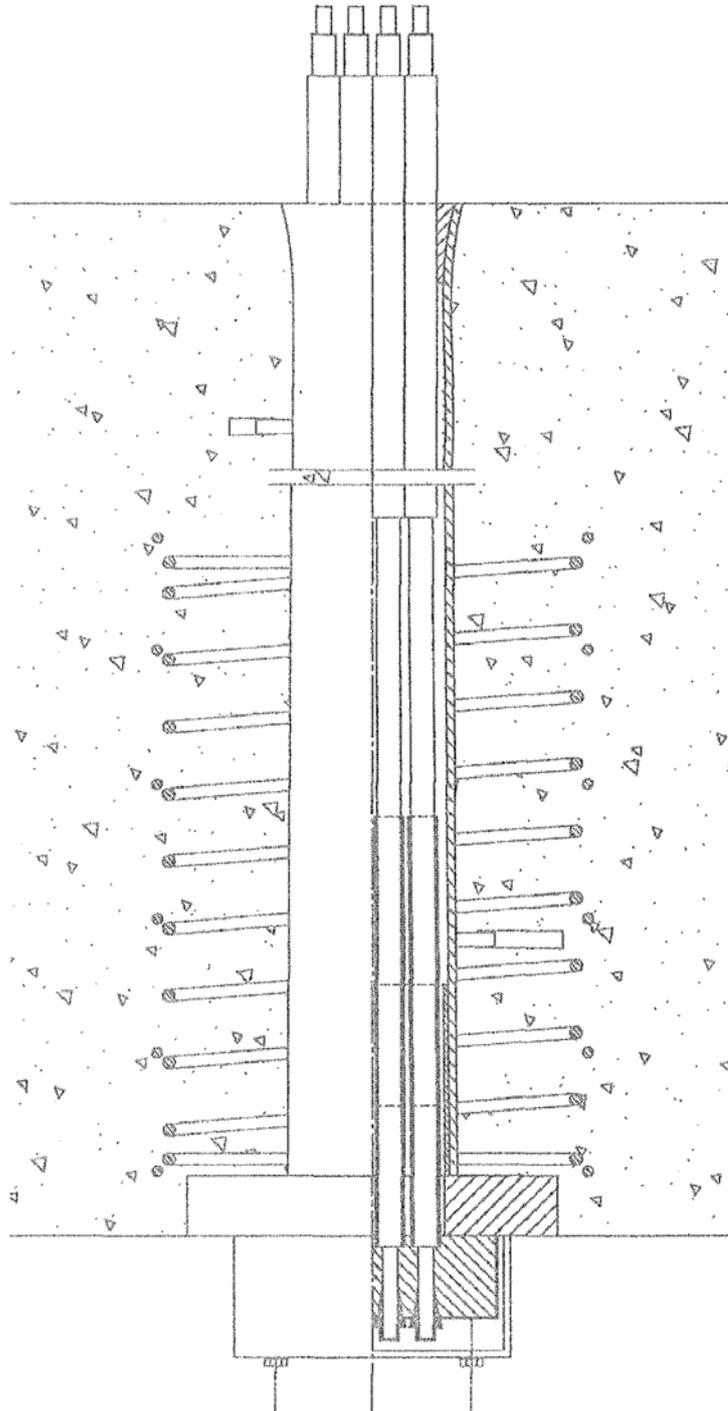
Die Spannglieder sind von Bereichen fernzuhalten, in denen Schweißarbeiten durchgeführt werden.

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

Uwe Bender  
Abteilungsleiter

Beglaubigt

**FESTANKER UND SPANNANKER**



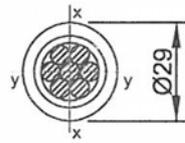
Elektronische Kopie der ETA des DIBt: ETA-10/0006

VBT BE 1 bis 16

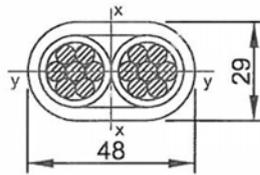
Übersicht der Verankerung

Anhang 1

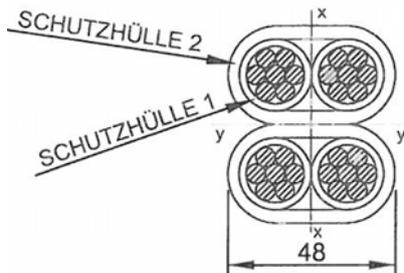
VBT-BE 1-150



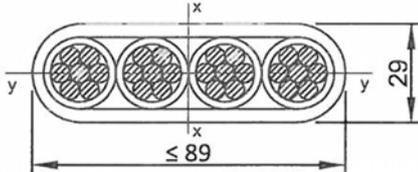
VBT-BE 2-150



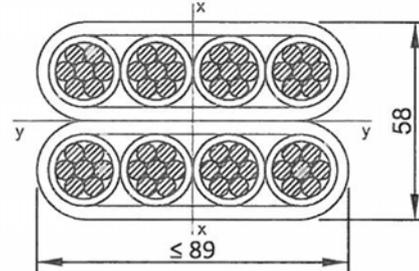
VBT-BE 2x2-150



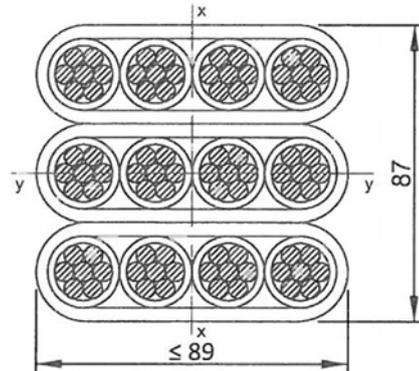
VBT-BE 4-150



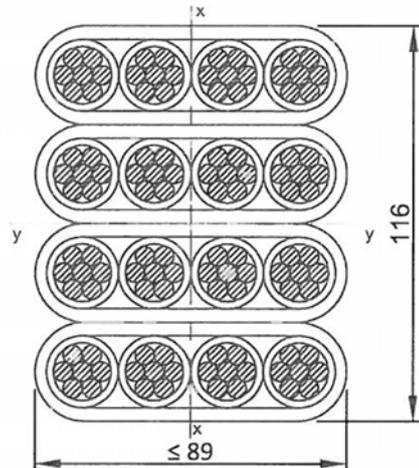
VBT-BE 2x4-150



VBT-BE 3x4-150



VBT-BE 4x4-150



ALLE MASSE IN [mm]

Wandstärke der Schutzhülle 1 [mm]	Bandbreite [mm]
2	89
1,75	87
1,5	85
1,25	83
1	81

VBT BE 1 bis 16

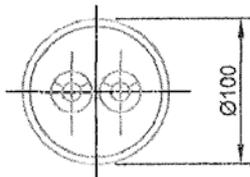
Spannglieder, Bandtypen

Anhang 2

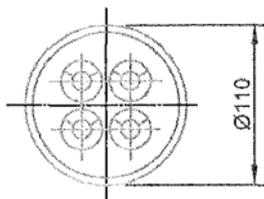
VBT-BE 1-150



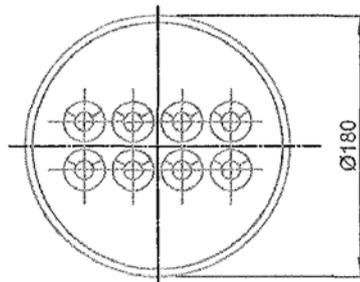
VBT-BE 2-150



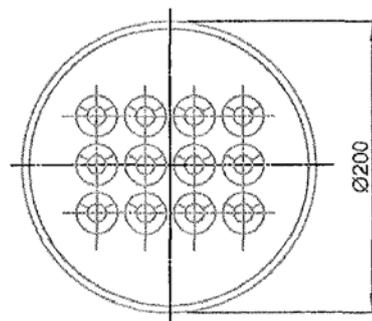
VBT-BE 4-150  
VBT-BE 2x2-150



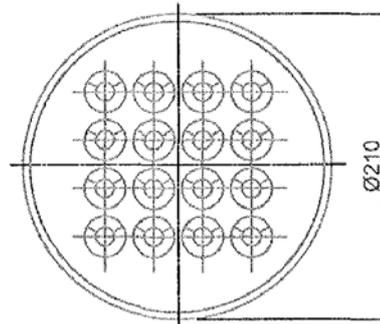
VBT-BE 2x4-150  
VBT-BE 4x2-150



VBT-BE 3x4-150



VBT-BE 4x4-150



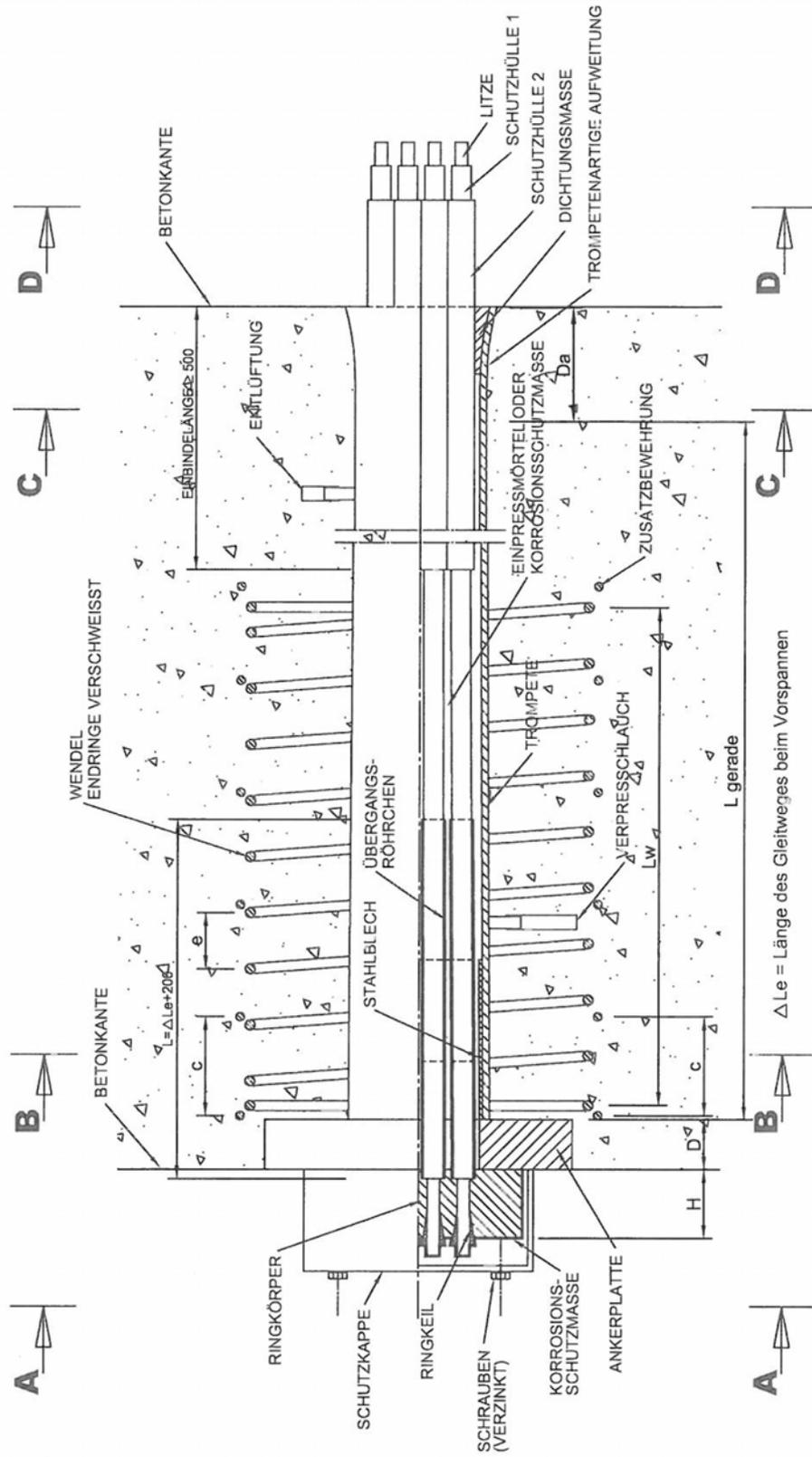
Elektronische Kopie der ETA des DIBt: ETA-10/0006

VBT BE 1 bis 16

Übersicht der Ringkörper

Anhang 3

**LÄNGSSCHNITT**  
**DARSTELLUNG MIT KUNSTSTOFFTROMPETE**  
(TROMPETE ALTERNATIV AUS STAHL)



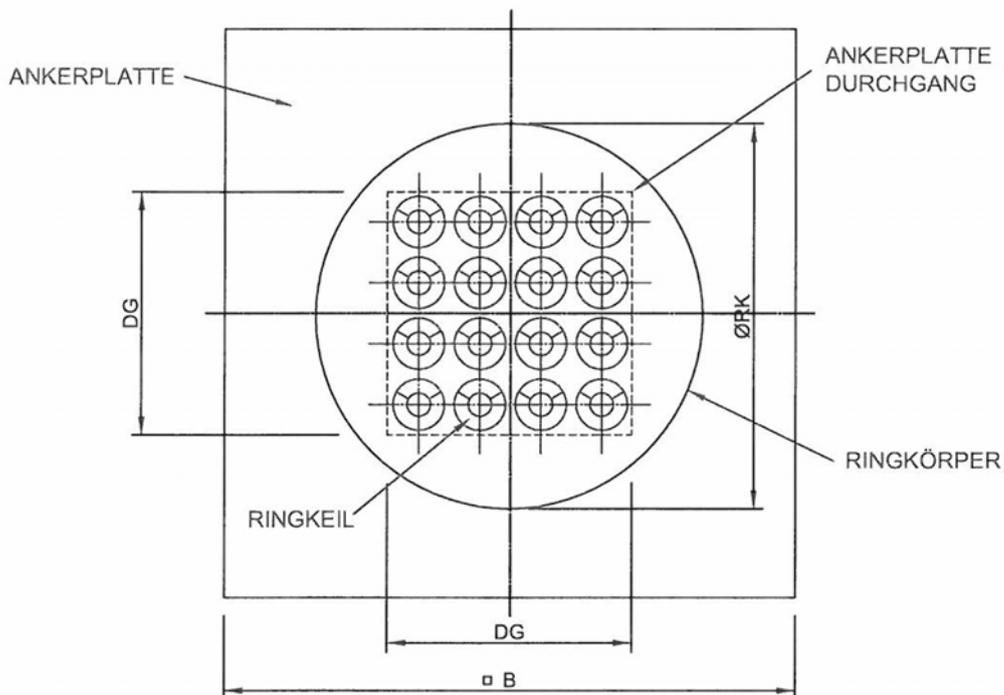
VBT BE 1 bis 16

Längsschnitt Verankerung

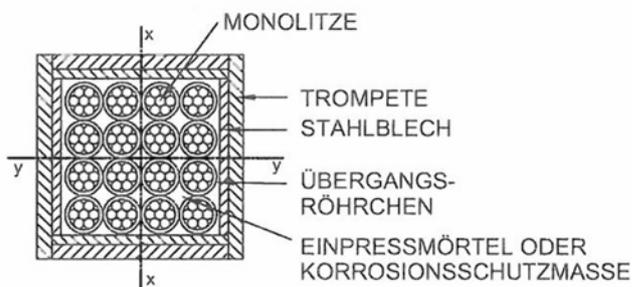
Anhang 4

### A-A

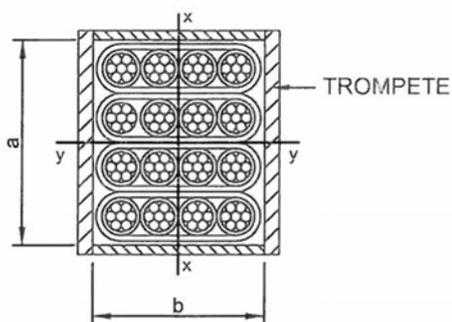
(ANSICHT OHNE SCHUTZKAPPE)



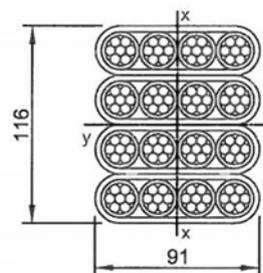
### B-B



### C-C



### D-D



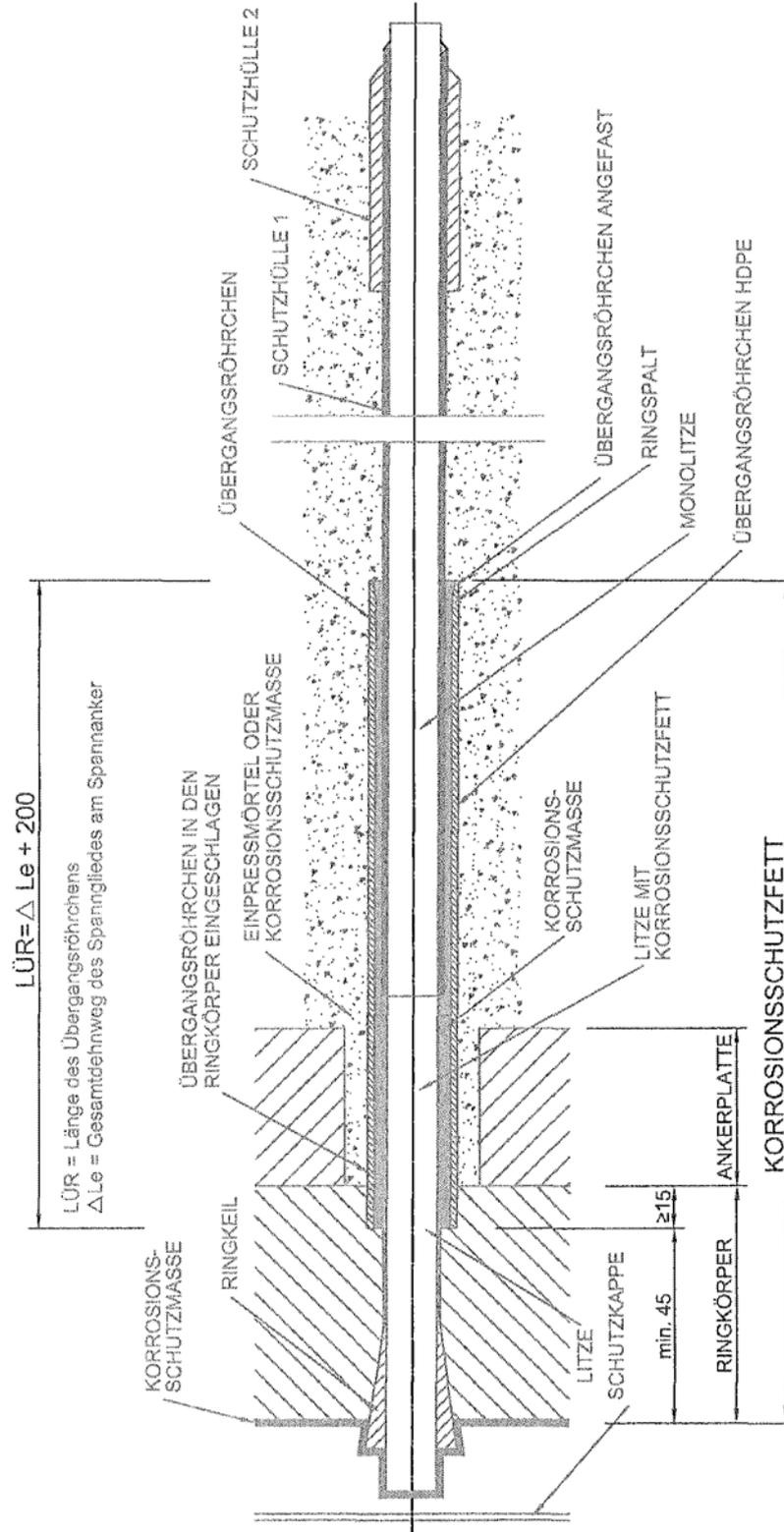
Elektronische Kopie der ETA des DIBt: ETA-10/0006

VBT BE 1 bis 16

Querschnitte Verankerung

Anhang 5

## AUSBILDUNG DES KORROSIONSSCHUTZES IM BEREICH MONOLITZE - ÜBERGANGSRÖHRCHEN



VBT BE 1 bis 16

Ausbildung des Korrosionsschutzes im Bereich Monolitze-Übergangsröhr

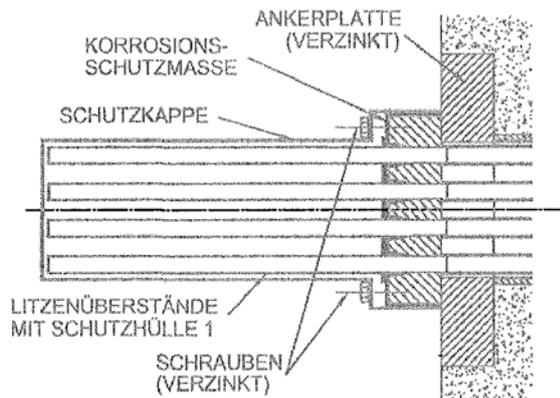
Anhang 6

## VERANKERUNG NACHSPANNBAR

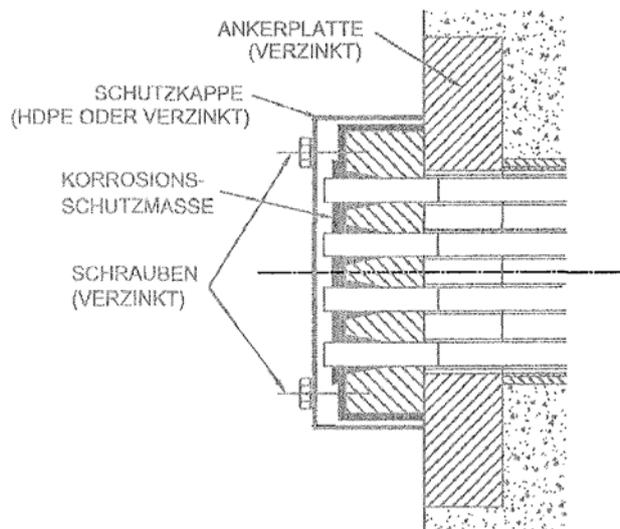
### LITZENÜBERSTAND ZUM NACHSPANNEN

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

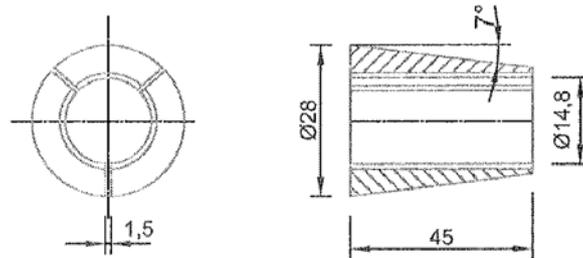
\* DER LITZENÜBERSTAND IST ABHÄNGIG VO  
PRESSENTYP UND IST MIT DEM  
SPANNVERFAHRENHERSTELLER ABZUSTIMMEN.  
†p4.03846; \*\* MIT SPEZIALPRESSE



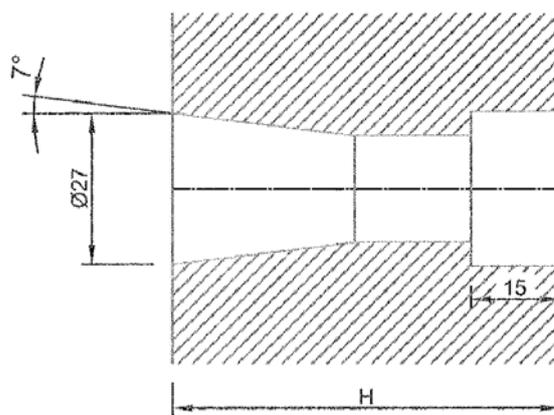
## VERANKERUNG NICHT NACHSPANNBAR



## RINGKEIL



## KONUSBOHRUNG

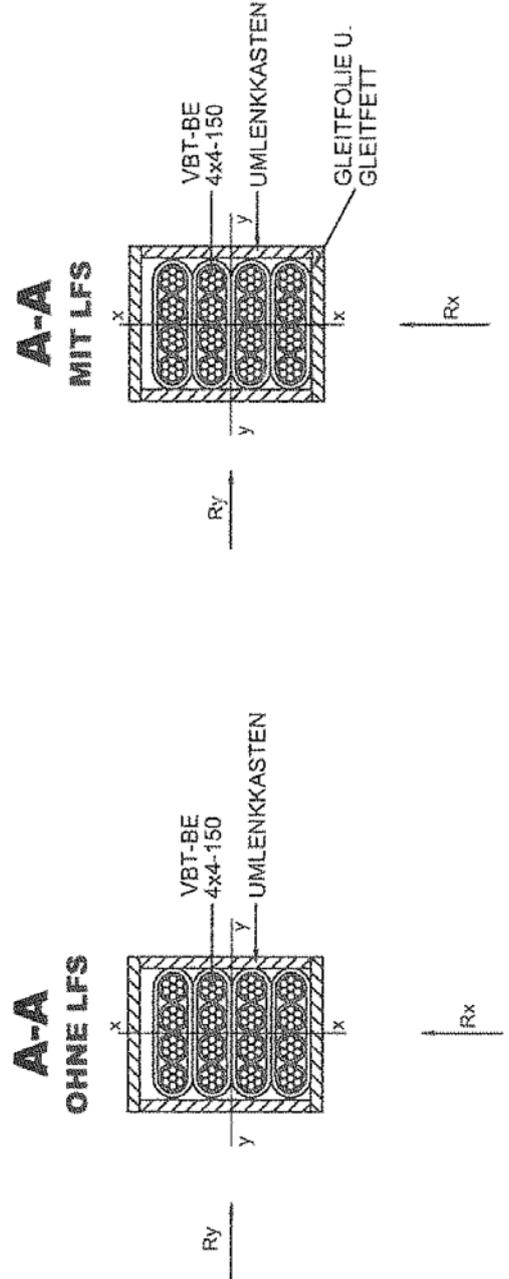
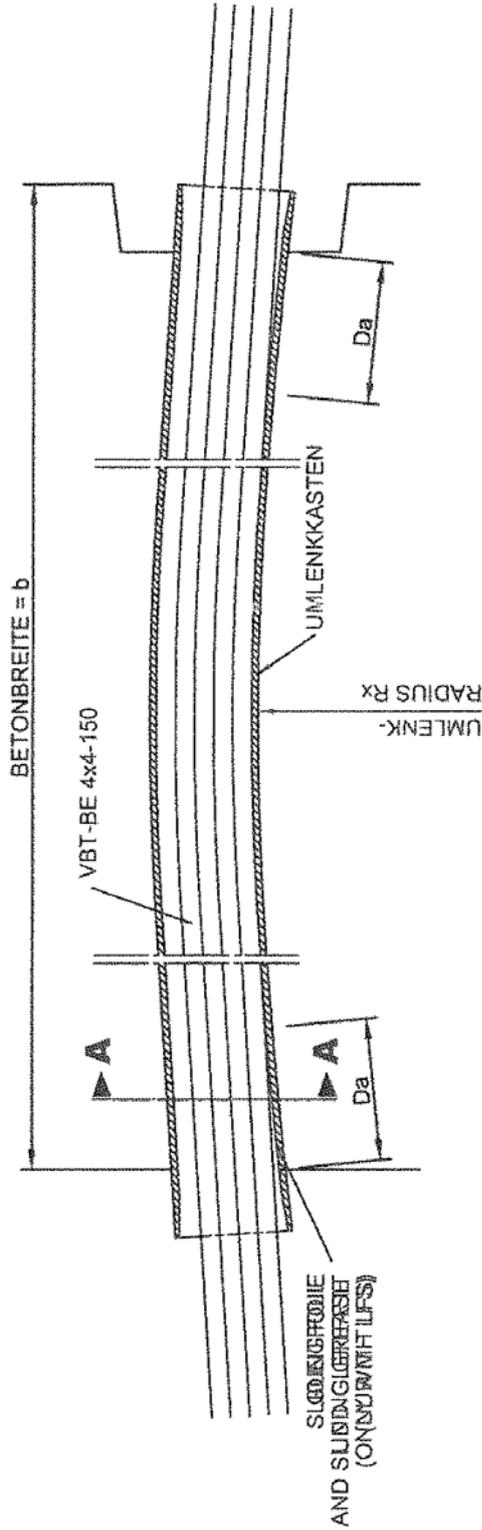


VBT BE 1 bis 16

Detail Keil und Konus

Anhang 8

# UMLENKSATTEL AUS HDPE-KUNSTSTOFF (SATTEL ALTERNATIV AUS STAHL)



LFS ... LOW FRICTION SATTEL (Gleitsattel)

VBT BE 1 bis 16

PE Umlenksattel

Anhang 9

## 1 Einleitung

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

## 2 Spannglieder

### 2.1 Beschreibung der Spannglieder

Die VBT-BE Litzen Spannglieder sind für externe Vorspannung konzipiert und bestehen entweder aus einer Monolitze 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 neben einander 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 (Monolitze) 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.

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. 40 cm) 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.

VBT BE 1 bis 16

Beschreibung des Spannverfahrens

Anhang 10  
Seite 1 von 4

## 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 (siehe Besondere Bestimmungen der Europäischen Technischen Zulassung, Abschnitte 2.1.8 und 2.1.12).

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, sofern die Bedingungen dieser Zulassung eingehalten und die statischen Nachweise erbracht werden.

PE: Wandstärke  $\geq 8$  mm  
korrosionsgeschützter Stahl: Wandstärke  $\geq 3$  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 $\geq 8$ mm / Stahl $\geq 3$ mm						

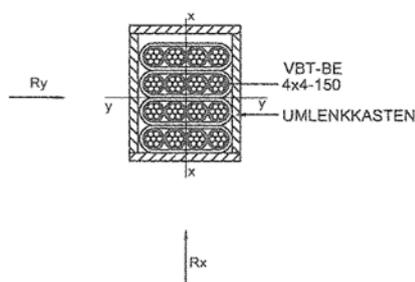
**Tabelle 1: Mindestquerschnittsabmessungen der Umlenkkästen**

Sind die Trompeten oder Umlenkkästen aus Stahl muss die Mindestausgangswandstärke der Monolithenmäntel 2,00 mm betragen oder es muss eine PE-Einlage mit einer Stärke von 8 mm zwischen die Kontaktflächen der Trompete oder des Umlenkkastens und des Spanngliedes gelegt werden. Dabei ist auf eine knickfreie Führung der Spannglieder zu achten.

Beim Einsatz von Trompeten und Umlenkkästen mit der vorgenannten PE-Einlage oder von Trompeten und Umlenkkästen aus PE dürfen die Ausgangswandstärken der Monolithenmäntel entsprechend Abschnitt 4.2.1 auch kleiner als 2,00 mm sein.

## 4.2 Krümmungsradien und Spannwegbegrenzung

### 4.2.1 Krümmungsradien



VBT BE 1 bis 16

Beschreibung des Spannverfahrens

Anhang 10  
Seite 2 von 4

Die kleinsten Krümmungsradien  $R_{x,min}$  für die Krümmung der schmalen Seite der Bänder (Biegung um die y-Achse) von vier aufeinander liegenden Bändern sind der vierten Zeile der Tabelle 2 zu entnehmen. Für andere Stapelfaktoren (z. B. bei drei aufeinander liegenden Bändern  $n = 3$ ) kann der Wert für den zulässigen min. Radius wie folgt ermittelt werden:

$$R_{min}(d_{inside};n) \geq \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} R_{x,min}(d_{inside};4) \cdot n / 4 \\ 1.9 \text{ m} \end{array} \right\}$$

$d_{inside}$  Mindestausgangswandstärke der Monolithenhülle  
 $n$  Anzahl der übereinanderliegenden Bänder

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

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

Anzahl der Bandlagen	Ausgangswandstärke von Schutzhülle 1 [mm]				
	2	1,75	1,5	1,25	1 (nachspannbar)
Minimaler Umlenkradius [m]					
4	5,50	6,20	7,20	11,60	$\infty$
3	4,20	4,70	5,40	8,70	$\infty$
2	2,80	3,10	3,60	5,80	$\infty$
1	1,90	1,90	1,90	2,90	$\infty$

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

Der kleinste Krümmungsradius ( $R_{y,min}$ ) für die Krümmung der breite Seite der Bänder (Biegung um die x-Achse) ist 10.00 m für alle Bandtypen und unabhängig von  $R_x$ .

Um nicht die geprüften Knickwinkel von  $2,9^\circ$  am Ausgang der Litzen aus dem Ringkörper zu überschreiten, muss die minimale Länge des geraden Abschnitts der Trompete  $l_{gerade}$  (siehe Anlage 4) in Abhängigkeit vom Spannglied den Angaben der Tabelle 3 entsprechen.

System VBT-BE	Minimale Länge des geraden Teils der Trompete $l_{gerade}$ [mm]						
	1-150	2-150	2x2-150	1x4-150	2x4-150	3x4-150	4x4-150
<b>Minimale Länge<sup>1)</sup> <math>l_{gerade}</math> (mm)</b>	600 <sup>2) 3)</sup>	750 <sup>2) 3)</sup>	750 <sup>2) 3)</sup>	1000 <sup>2) 3)</sup>	1190 <sup>2) 3)</sup>	1310 <sup>2) 3)</sup>	1440 <sup>2) 3)</sup>
<sup>1)</sup> beginnend ab dem Übergang der Ankerplatte zum angeschweißten Stahlblech <sup>2)</sup> der Ringkörper und der Ankerkörper sind senkrecht und zentrisch zur Spanngliedachse auszurichten <sup>3)</sup> Bei der Planung sind die Festlegungen nach den Besonderen Bestimmungen der Europäischen Technischen Zulassung, Abschnitte 2.1.8 und 2.1.12 zu berücksichtigen.							

**Tabelle 3: Minimale Länge  $l_{gerade}$  des geraden Teils der Trompeten an den Verankerungen**

VBT BE 1 bis 16

Beschreibung des Spannverfahrens

Anhang 10  
Seite 3 von 4

#### 4.2.2 Zulässige innere Gleitung an der Umlenkstelle

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

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 darf 40 cm nicht überschreiten.

Der maximal zulässige Betrag an äußerer Gleitung ist unbegrenzt.

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 Gleifett 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 korrosionsschutz (siehe Anhang 6).

## ABMESSUNGEN DER BÄNDER UND SPANNKRÄFTE [MM]

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

<b>Bandabmessungen</b>	siehe Anhang 2							
------------------------	----------------	--	--	--	--	--	--	--

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 Erläuterung siehe Anhang 10, Tabelle 3	$l_{\text{gerade}}$	600	750	750	1000	1190	1310	1440

Schutzkappe								
Durchmesser innen	ØSK	60	110	120	120	190	210	220

VBT BE 1 bis 16

Abmessungen der Bänder und Verankerungen

Anhang 11  
Seite 1 von 2

**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]							
$A_p=150\text{mm}^2$ per Strand		1,17	2,34	4,69	4,69	9,38	14,06	18,75
Querschnittsfläche	[mm <sup>2</sup> ]							
$A_p=150\text{mm}^2$ per Strand		150	300	600	600	1200	1800	2400

Zulässige Vorspannkraft [kN]																
Stahlgüte Y1770S7/Y1860S7	1770	1860	1770	1860	1770	1860	1770	1860	1770	1860	1770	1860	1770	1860	1770	1860
<b><math>A_p=150\text{mm}^2</math></b>																
Char. Höchstkraft $F_{pk}$	266	279	532	558	1064	1116	1064	1116	2128	2232	3192	3348	4256	4464		
Max. Vorspannkraft $0.9 F_{p0,1k}$	205	216	410	432	821	864	821	864	1642	1728	2462	2592	3283	3456		

VBT BE 1 bis 16

Abmessungen der Bänder und Verankerungen

Anhang 11  
Seite 2 von 2

**WENDEL- UND ZUSATZBEWEHRUNG [MM]**

Bandtypen		1x1	1x2	2x2 und 1x4	2x4	3x4	4x4
<b>Wendel BSt 500 S</b>							
Drahtdurchmesser	Ø min.	-	-	12	14	14	16
Ganghöhe	e	-	-	40	50	50	50
Länge	min. Lw	-	-	240	325	400	450
Außendurchmesser	Ø min. a						
$f_{cm0,cube,150} \geq 34N/mm^2$ (*)		-	-	230	310	370	420
$f_{cm0,cube,150} \geq 42N/mm^2$ (*)		-	-	200	270	330	380

<b>Zusatzbewehrung B500B</b>							
Drahtdurchmesser	Ø	5Ø12	5Ø12	6Ø12	6Ø14	7Ø14	8Ø14
Abstand	c	40	40	60	60	50	70
bxb							
$f_{cm0,cube,150} \geq 34N/mm^2$ (*)		120	150	230	310	370	420
$f_{cm0,cube,150} \geq 42N/mm^2$ (*)		110	140	200	270	330	380

**MINIMALE ACHS- UND RANDABSTÄNDE DER VERANKERUNGEN [MM]**

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

<b>min. Ankerabstand (**)</b>						
für $f_{cm0,cube,150} \geq 34N/mm^2$ (*)						
Achsabstand	140	170	250	30	395	455
Randabstand (***)	0.5*Achsabstand+ Betondeckung - 10mm					
	≥ 95	≥ 105	≥ 145	185	≥ 215	≥ 240

<b>min. Ankerabstand (**)</b>						
für $f_{cm0,cube,150} \geq 42N/mm^2$ (*)						
Achsabstand	130	160	220	90	375	440
Randabstand (***)	0.5*Achsabstand+ Betondeckung - 10mm					
	≥ 90	≥ 100	≥ 130	165	≥ 195	≥ 220

(\*) Mindestbetonfestigkeit zum Zeitpunkt des Vorspannens [N/mm<sup>2</sup>]

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

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

## 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	PE	DIN EN 16 776 (4.78)
Schutzkappe	PE	DIN EN 16 776 (4.78)
oder	Unlegierter Stahl	DIN EN 10 025 (2005-02)
Ankerplatte	Unlegierter Stahl	DIN EN 10 025 (2005-02)
Trompete	PE	DIN EN 16 776 (4.78)
oder	unlegierter Stahl	DIN EN 10 025 (2005-02)
Umlenksattel	PE	DIN EN 16 776 (4.78)
oder	unlegierter Stahl	DIN EN 10 025 (2005-02)
oder	Edelstahl	DIN EN 10 088-3 (2005-09)
Gleitbleche	Edelstahl	DIN EN 10 088-3 (2005-09)
Gleitfolie	PE	DIN EN 16 776 (4.78)
Korrosionsschutzmasse (Fett)	*	Hersteller
HDPE Hülle Monolitze	PE	Hersteller
HDPE Hülle Spannglied	PE	Hersteller
Korrosionsschutz der Stahlausenflächen, Schmelztauchen Feuerverzinken 80µm		DIN EN ISO 1461

\* genaue Werkstoffangaben beim DIBt hinterlegt

VBT BE 1 bis 16

Materialspezifikation

Anhang 13

## INHALT DES PRÜF- UND ÜBERWACHUNGSPLANS

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

Fortsetzung und Fußnoten auf nächster Seite

VBT BE 1 bis 16

Prüf- und Überwachungsplan

Anhang 14  
Seite 1 von 2

Bestandteil	Gegenstand	Prüfung/ Kontrolle	Rückverfolg- barkeit <sup>4</sup>	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 <sup>3</sup>	Kontrolle		100%	Nein
Zusatzbewehrung	Material	Kontrolle	Vollständig	100%	Ja
	Sichtkontrolle <sup>3</sup>	Kontrolle		100%	Nein
Korrosionsschutz- masse (Fett)	Material <sup>7</sup>	Kontrolle	Vollständig	100%	"2.2" <sup>1</sup>

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

VBT BE 1 bis 16

Prüf- und Überwachungsplan

Anhang 14  
Seite 2 von 2

## AUDITPRÜFUNG

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

- <sup>1</sup> Alle Stichproben sind nach dem Zufallsprinzip zu entnehmen und deutlich zu kennzeichnen
- <sup>2</sup> 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.

VBT BE 1 bis 16

Auditprüfung

Anhang 15