

Eine vom Bund und den Ländern gemeinsam
getragene Anstalt des öffentlichen Rechts

Europäische Technische
Bewertungsstelle für Bauprodukte



Europäische Technische Bewertung

ETA-10/0006
vom 6. Januar 2026

Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die
die Europäische Technische Bewertung
ausstellt

Deutsches Institut für Bautechnik

Handelsname des Bauprodukts

VBt-BE 1 bis 16

Produktfamilie,
zu der das Bauprodukt gehört

Spannsysteme (externes Litzenspannverfahren)

Hersteller

Gleitbau Ges. m.b. H.
VBt-Systems
Itzlinger Hauptstraße 105
5020 SALZBURG
ÖSTERREICH

Herstellungsbetrieb

Gleitbau Ges. m.b. H.
VBt-Systems
Itzlinger Hauptstraße 105
5020 SALZBURG
ÖSTERREICH

Diese Europäische Technische Bewertung
enthält

35 Seiten, davon 27 Anhänge, die fester Bestandteil
dieser Bewertung sind.

Diese Europäische Technische Bewertung
wird ausgestellt gemäß der Verordnung (EU)
Nr. 305/2011, auf der Grundlage von

EAD 160004-00-0301

Diese Fassung ersetzt

ETA-10/0006 vom 1. September 2015

Die Europäische Technische Bewertung wird von der Technischen Bewertungsstelle in ihrer Amtssprache ausgestellt. Übersetzungen dieser Europäischen Technischen Bewertung in andere Sprachen müssen dem Original vollständig entsprechen und müssen als solche gekennzeichnet sein.

Diese Europäische Technische Bewertung darf, auch bei elektronischer Übermittlung, nur vollständig und ungekürzt wiedergegeben werden. Nur mit schriftlicher Zustimmung der ausstellenden Technischen Bewertungsstelle kann eine teilweise Wiedergabe erfolgen. Jede teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen.

Die ausstellende Technische Bewertungsstelle kann diese Europäische Technische Bewertung widerrufen, insbesondere nach Unterrichtung durch die Kommission gemäß Artikel 25 Absatz 3 der Verordnung (EU) Nr. 305/2011.

Besonderer Teil

1 Technische Beschreibung des Produkts

1.1 Beschreibung des Bauprodukts

Die vorliegende europäische technische Bewertung gilt für das System:

VBt-BE verbundloses externes Litzenstanzverfahren

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

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

Weitere Bestandteile der vorliegenden Europäischen Technischen Bewertung sind:

1. Spaltzugbewehrung (Wendeln und Bügel),
2. Korrosionsschutz,
3. Umlenksättel.

Die Verankerung der Spannstahllitzen in den Ringkörpern erfolgt durch Keile.

Anhang A zeigt die Komponenten und den Systemaufbau des Produktes.

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.

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 _m	MPa	1770 oder 1860
Litze			
Nenndurchmesser	D	mm	15,7
Nennquerschnitt	A _p	mm ²	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_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 Spannstahlilitzen sind mit Korrosionsschutz versehen, bestehend aus Korrosionsschutzmasse und der Schutzhülle (Schutzhülle 1) aus hochdichtem Polyethylen. Die Schutzhülle hat vorgegebene Mindestausgangswanddicken (siehe Anhang B, Abschnitt 4.3.2). Diese Monolitzen werden vom Hersteller mit einer zweiten äußeren Schutzhülle (Schutzhülle 2) aus 3 mm dickem PE (siehe Anhang A 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 A 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.

1.4 Ringkeile

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

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.

1.6 Ankerplatte

Die Ankerplatten haben eine quadratische Form (siehe Anhänge A 5 und A 10).

1.7 Wendel- und Zusatzbewehrung (Bügel)

Die Stahlgüte und Abmessungen der Wendel- und Bügelbewehrung müssen mit den Angaben in Anhang A 12 übereinstimmen. Die zentrische Lage im Bauteil ist entsprechend Anhang B, Abschnitt 4.1.3 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.

1.8 Trompeten

Die Trompeten bei Spann- und Festankern werden aus 8 mm dickem PE-Material hergestellt (siehe Anhang A 4). Werden die Trompeten aus Stahl gefertigt, werden spezielle Anforderungen an die Wandstärke der Monolitzen gestellt oder es sind Einlageschichten notwendig (siehe Anhang B, Abschnitt 4.3.1).

Die Trompeten sind so auszubilden, dass der Umlenkwinkel der Spannstahlilitzen 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_{gerade} (siehe Anhänge A 4 und B Abschnitt 4.3.2.1, Tabelle B 6) ist die trompetenartige Aufweitung über die Länge D_a (siehe Anhang A 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 B, Abschnitt 4.3.2.1, nicht unterschreiten.

1.9 Korrosionsschutz

Sofern der Korrosionsschutz im Bereich der Verankerungen durch Einpressmörtel nach EN 445:2007 erfolgt, ist EN 447:2007 zu beachten.

Sofern der Korrosionsschutz durch Verpressen mit besonderen Füllmaterialien erfolgt, dürfen für die Anwendung geeignete Fette verwendet werden. Die Fette müssen EAD 1600027-00-0301 und den nationalen Vorschriften entsprechen.

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

Im Endzustand müssen die Einbindelängen von Schutzhülle 1 in die Übergangsröhrchen ≥ 200 mm (siehe Anhang A 6) und von Schutzhülle 2 in die Trompeten ≥ 500 mm (siehe Anhang A 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 Anhang A 13).

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 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. Bei der Ausführung der Beschichtungsarbeiten ist EN ISO 12944-7 zu beachten. Am Ort der Anwendung zugelassene Verfahren zum Korrosionsschutz können alternativ verwendet werden.

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.

1.12 Umlenksättel

Die Umlenksättel sind wie auf Anhang A 9 angegeben auszuführen. Insbesondere dürfen die in Anhang B, Abschnitt 4.3.2.1, 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 A 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 B, Abschnitt 4.3.2.1, nicht unterschreiten.

1.13 Abdeckkappen

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

2 Spezifizierung des Verwendungszwecks gemäß dem anwendbaren Europäischen Bewertungsdokument

Von den Leistungen in Abschnitt 3 kann nur ausgegangen werden, wenn das Spannverfahren entsprechend den Angaben und unter den Randbedingungen nach Anhang B verwendet wird.

2.1 Spezifizierung

Konkrete Angaben zum Einbau und zur Verwendung sind im Anhang B angegeben.

2.2 Nutzungsdauer

Die Prüf- und Bewertungsmethoden, die dieser ETA zu Grunde liegen, führen zur Annahme einer Nutzungsdauer des Spannverfahrens von mindestens 100 Jahren. Die Angaben zur

Nutzungsdauer können nicht als Garantie des Herstellers ausgelegt werden, sondern sind lediglich ein Hilfsmittel zur Auswahl der richtigen Produkte im Hinblick auf die erwartete wirtschaftlich angemessene Nutzungsdauer des Bauwerks.

3 Leistung des Produkts und Angaben der Methoden ihrer Bewertung

3.1 Mechanische Festigkeit und Standsicherheit (BWR 1)

Nr.	Wesentliches Merkmal	Leistung
1	Widerstand gegenüber statischer Last	Das Akzeptanzkriterium nach EAD 160004-00-03-01 Abschnitt 2.2.1 ist erfüllt, siehe Anhang B1
2	Widerstand gegenüber Ermüdung	Das Akzeptanzkriterium nach EAD 160004-00-03-01 Abschnitt 2.2.2 ist erfüllt, siehe Anhang B1 An den Umlenksätteln gilt eine Schwingbreite von 35 N/mm ² bei 2×10 ⁶ Lastwechseln als nachgewiesen.
3	Lastübertragung auf das Tragwerk	Das Akzeptanzkriterium nach EAD 160004-00-03-01 Abschnitt 2.2.3 ist erfüllt, siehe Anhang B1
4	Reibungsbeiwert	Das Akzeptanzkriterium nach EAD 160004-00-03-01 Abschnitt 2.2.4 ist erfüllt, siehe Anhang C
5	Umlenkung / Verformung (Begrenzung) für interne Spannverfahren mit und ohne Verbund	Keine Leistung bewertet
6	Umlenkung / Verformung (Begrenzungen) für externe Spannverfahren	Das Akzeptanzkriterium nach EAD 160004-00-03-01 Abschnitt 2.2.6 ist erfüllt, siehe Anhang B1
7	Ausführbarkeit / Zuverlässigkeit der Ausführung	Keine Leistung bewertet
8	Widerstand gegenüber statischer Last unter Tieftemperatur-anwendungen mit Verankerung oder Kopplung außerhalb der Kältezone	Keine Leistung bewertet
9	Widerstand gegenüber statischer Last unter Tieftemperatur-anwendungen mit Verankerung oder Kopplung innerhalb der Kältezone	Keine Leistung bewertet
10	Material-, Komponenten- und Systemeigenschaften von Kunststoffhüllrohren	Keine Leistung bewertet
11	Material-, Komponenten- und Systemeigenschaften von Kunststoffhüllrohren für gekapselte Spannglieder	Keine Leistung bewertet
12	Material-, Komponenten- und Systemeigenschaften von Kunststoffhüllrohren für elektrisch isolierte Spannglieder	Keine Leistung bewertet
13	Korrosionsschutz	Keine Leistung bewertet

Monolitzen, Grundmaterial für die Ummantelung		
14	Schmelzindex	Keine Leistung bewertet
15	Dichte	Keine Leistung bewertet
16	Rußgehalt	Keine Leistung bewertet
17	Zugfestigkeit	Keine Leistung bewertet
18	Dehnung	Keine Leistung bewertet
19	Thermische Stabilität	Keine Leistung bewertet
Monolitzen, gefertigte Ummantelung		
20	Zugfestigkeit	Keine Leistung bewertet
21	Dehnung	Keine Leistung bewertet
22	Ummantelungsoberfläche	Keine Leistung bewertet
23	Umgebungsbeeinflusste Spannungsrissbildung	Keine Leistung bewertet
24	Temperaturbeständigkeit	Keine Leistung bewertet
25	Beständigkeit gegen von außen wirkende Einflüsse (Mineralöl, Säuren, Basen, Lösungsmittel und Salzwasser)	Keine Leistung bewertet
26	Minstdicke der Ummantelung	Keine Leistung bewertet
Monolitzen, gefertigte Monolitze		
27	Außendurchmesser	Keine Leistung bewertet
28	Metergewicht der Ummantelung	Keine Leistung bewertet
29	Metergewicht der enthaltenen Korrosionsschutzmasse	Keine Leistung bewertet
30	Fertigungsbedingte Tropfpunktänderung der Korrosionsschutzmasse	Keine Leistung bewertet
31	Fertigungsbedingte Änderung der Ölabscheidung der Korrosionsschutzmasse	Keine Leistung bewertet
32	Stoßfestigkeit	Keine Leistung bewertet
33	Reibung zwischen Ummantelung und Litze	Keine Leistung bewertet
34	Dichtheit	Keine Leistung bewertet

3.2 Brandschutz (BWR 2)

Nr.	Wesentliches Merkmal	Leistung
35	Feuerwiderstand	Keine Leistung bewertet

3.3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (BWR 3)

Nr.	Wesentliches Merkmal	Leistung
36	Freisetzung von gefährlichen Substanzen	Keine Leistung bewertet

4 Angewandtes System zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit mit der Angabe der Rechtsgrundlage

Gemäß des Europäischen Bewertungsdokuments EAD Nr. 160004-00-0301 gilt folgende

Rechtsgrundlage: 98/465/EG

Folgendes System ist anzuwenden: 1+

5 Für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit erforderliche technische Einzelheiten gemäß anwendbarem Europäischen Bewertungsdokument

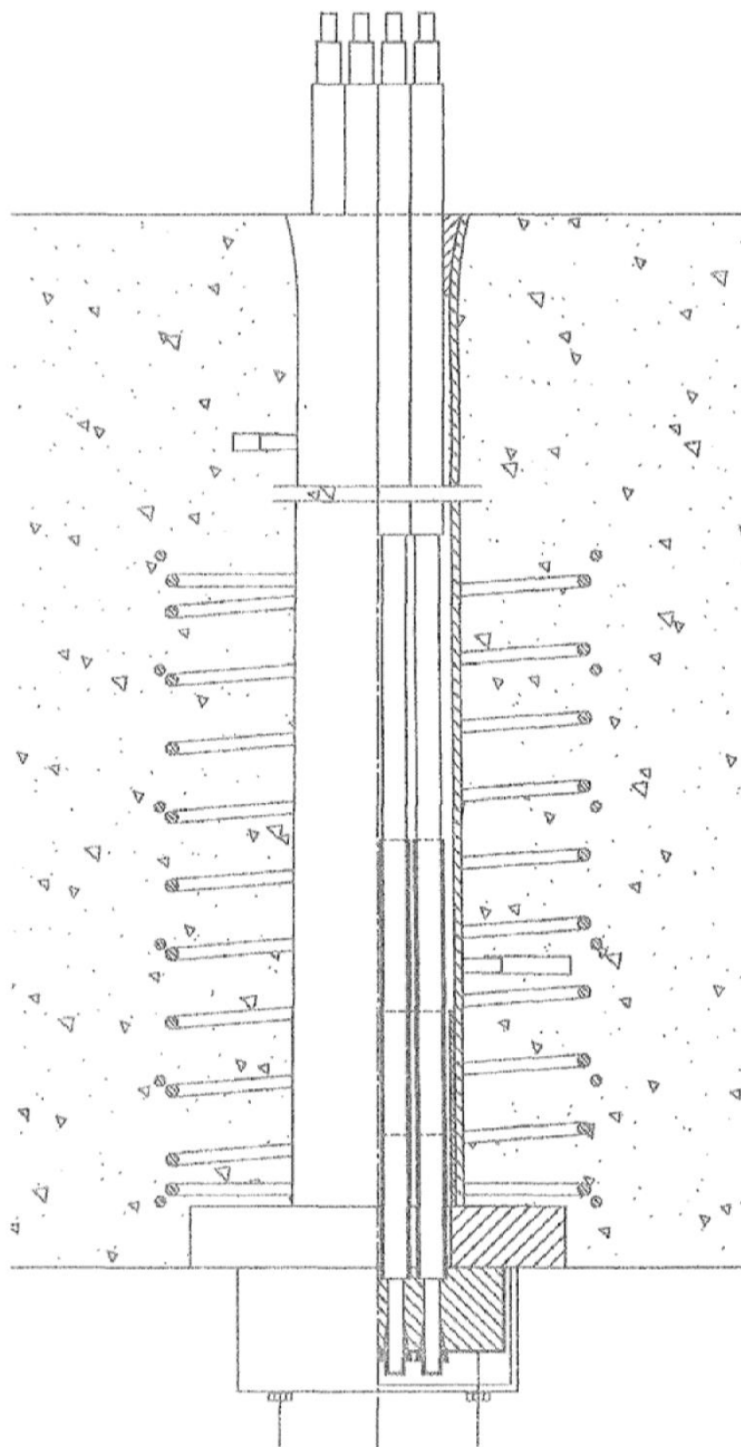
Technische Einzelheiten, die für die Durchführung des Systems zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit notwendig sind, sind Bestandteil des Kontrollplans, der beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt ist.

Ausgestellt in Berlin am 6. Januar 2026 vom Deutschen Institut für Bautechnik

Dr. -Ing. Lars Eckfeldt
Referatsleiter

Beglaubigt
Knischewski

FESTANKER UND SPANNANKER

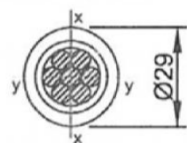


VBT-BE 1 bis 16

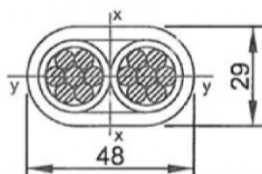
Produktbeschreibung
Übersicht der Verankerung

Anhang A 1

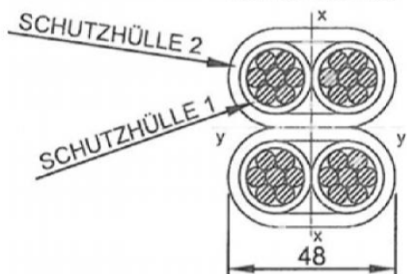
VBT-BE 1-150



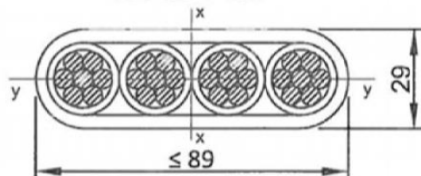
VBT-BE 2-150



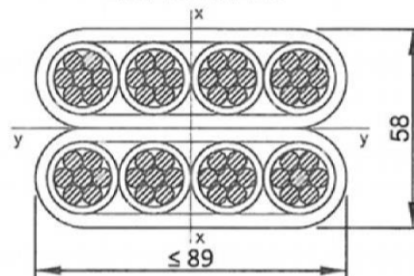
VBT-BE 2x2-150



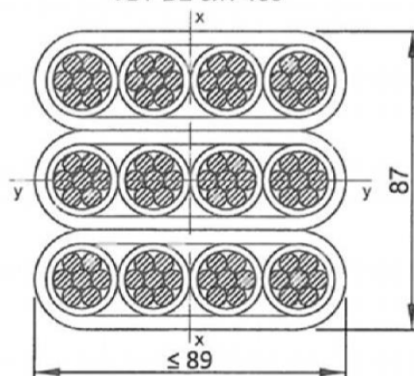
VBT-BE 4-150



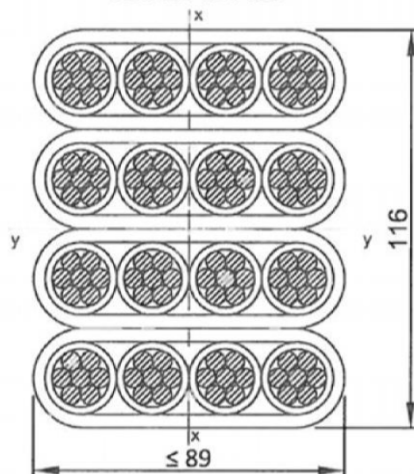
VBT-BE 2x4-150



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

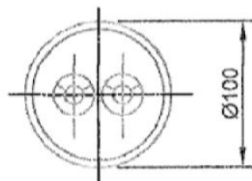
Produktbeschreibung
Spannglieder, Bandtypen

Anhang A 2

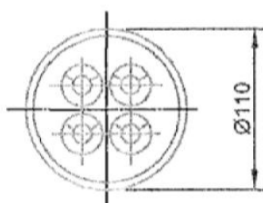
VBT-BE 1-150



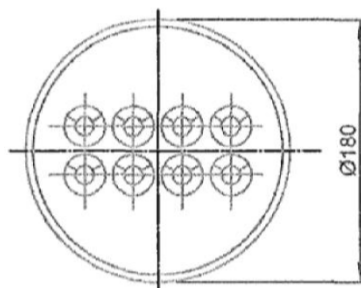
VBT-BE 2-150



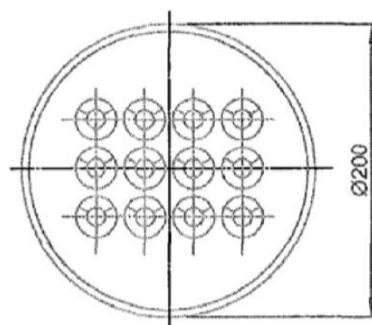
VBT-BE 4-150
VBT-BE 2x2-150



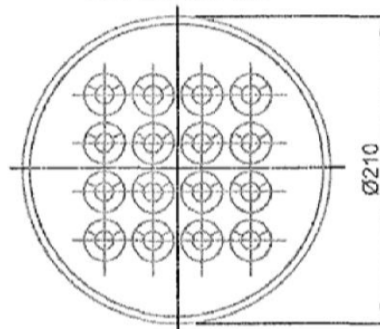
VBT-BE 2x4-150
VBT-BE 4x2-150



VBT-BE 3x4-150



VBT-BE 4x4-150

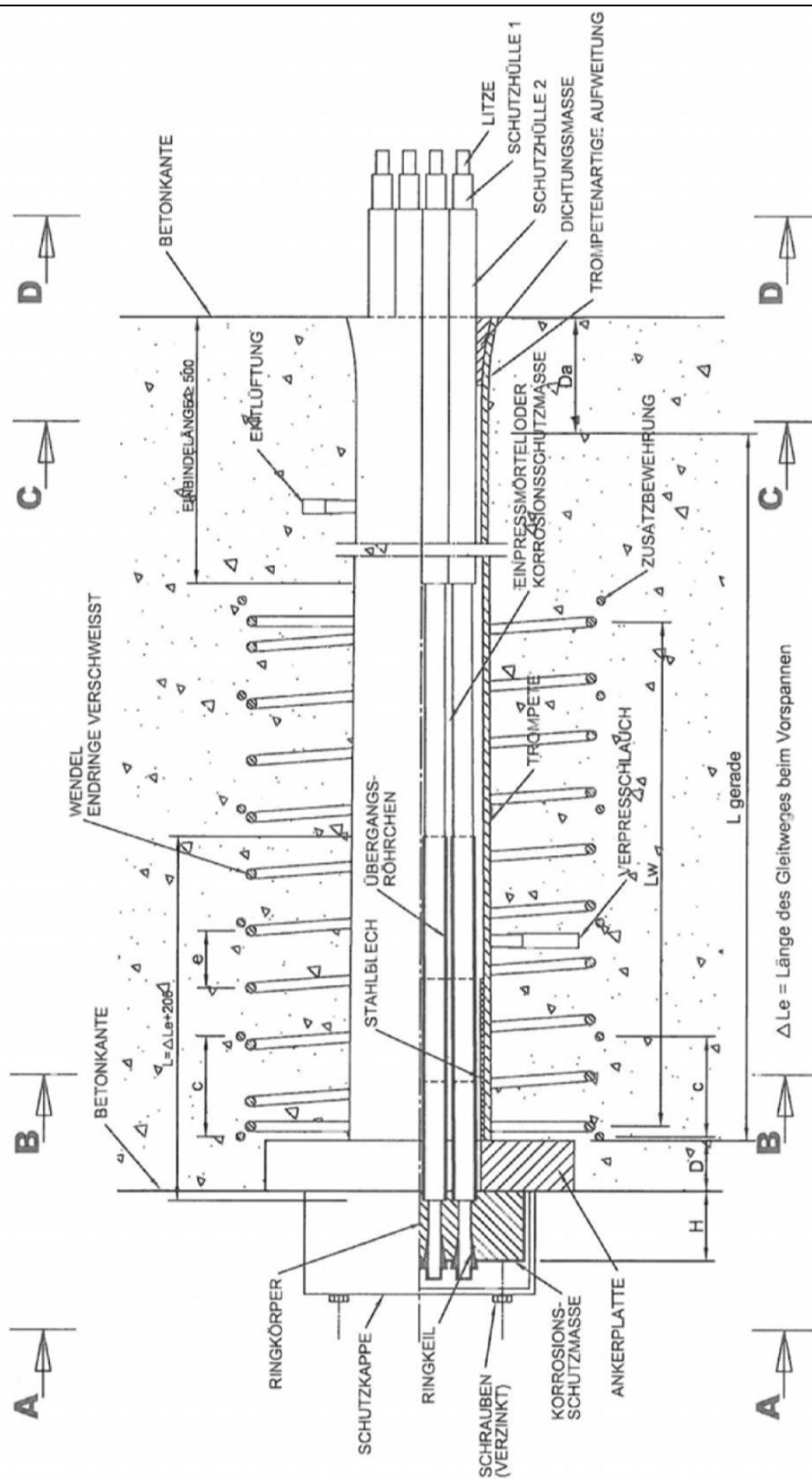


VBT-BE 1 bis 16

Produktbeschreibung
Übersicht Ringkörper

Anhang A 3

LÄNGSSCHNITT DARSTELLUNG MIT KUNSTSTOFFTROMPETE (TROMPETE ALTERNATIV AUS STAHL)



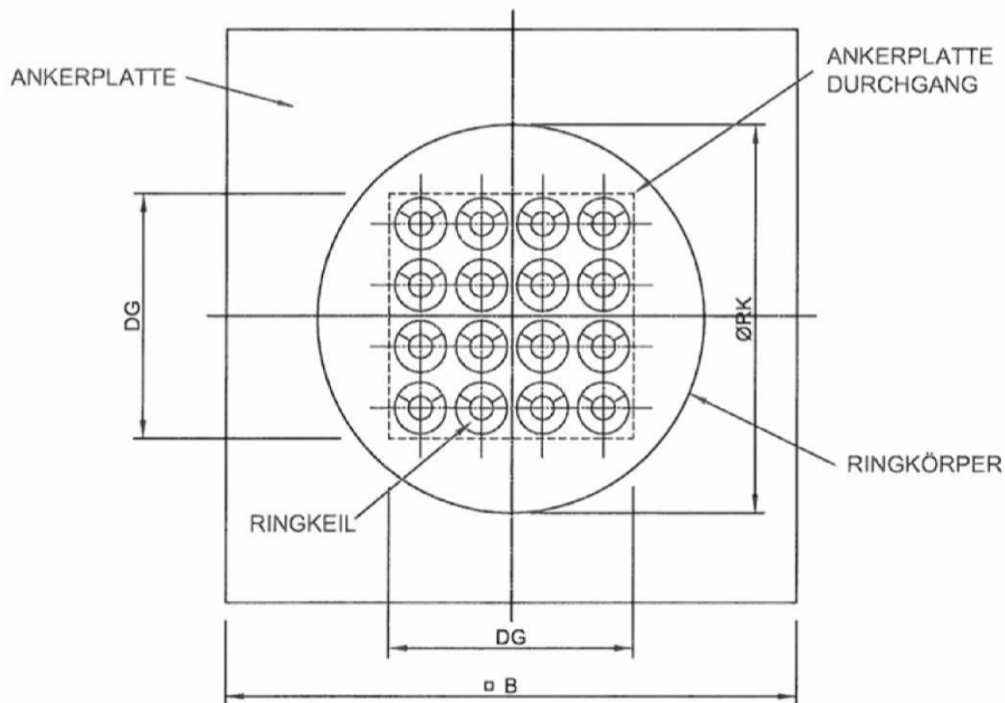
VBT-BE 1 bis 16

Produktbeschreibung
Längsschnitt Verankerung

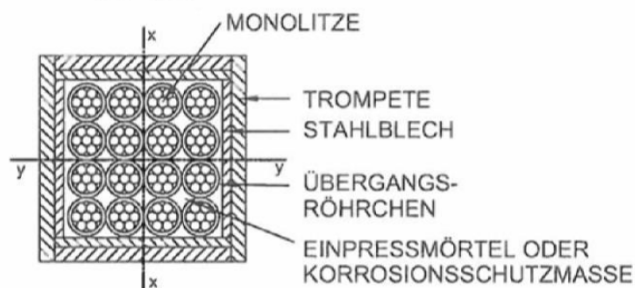
Anhang A 4

A-A

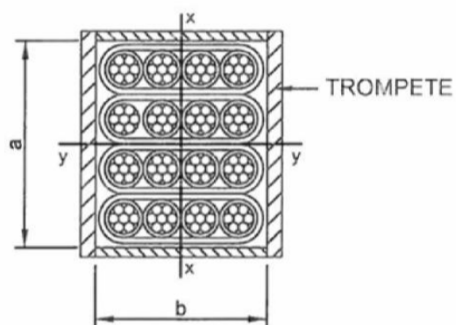
(ANSICHT OHNE SCHUTZKAPPE)



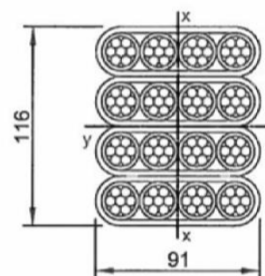
B-B



C-C



D-D



VBT-BE 1 bis 16

Produktbeschreibung
Querschnitt Verankerung

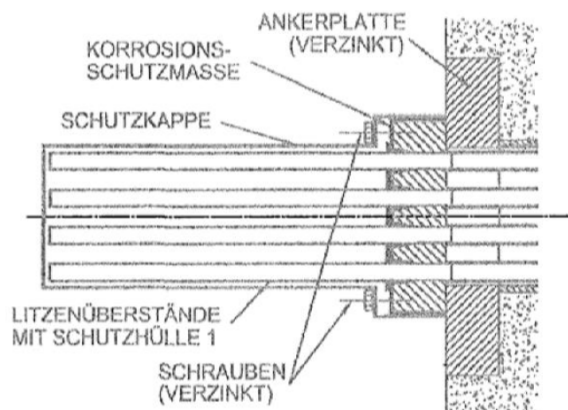
Anhang A 5

VERANKERUNG NACHSPANNBAR

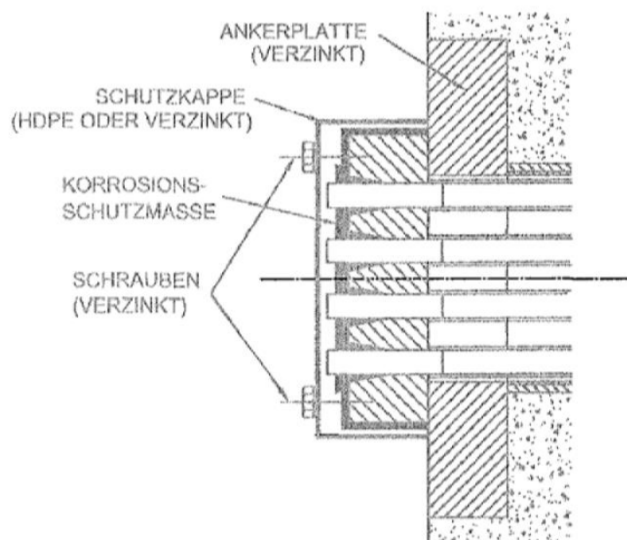
LITZENÜBERSTAND ZUM NACHSPANNEN

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

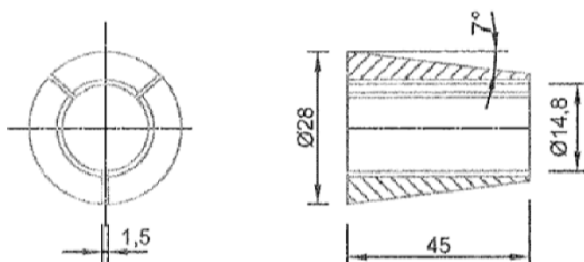


VBT-BE 1 bis 16

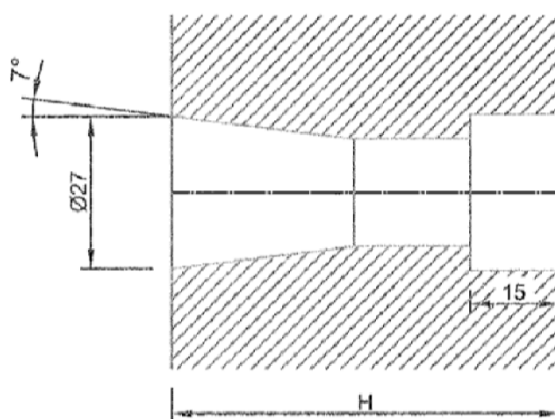
Produktbeschreibung
Korrosionsschutz im Bereich der Verankerung

Anhang A 7

RINGKEIL



KONUSBOHRUNG

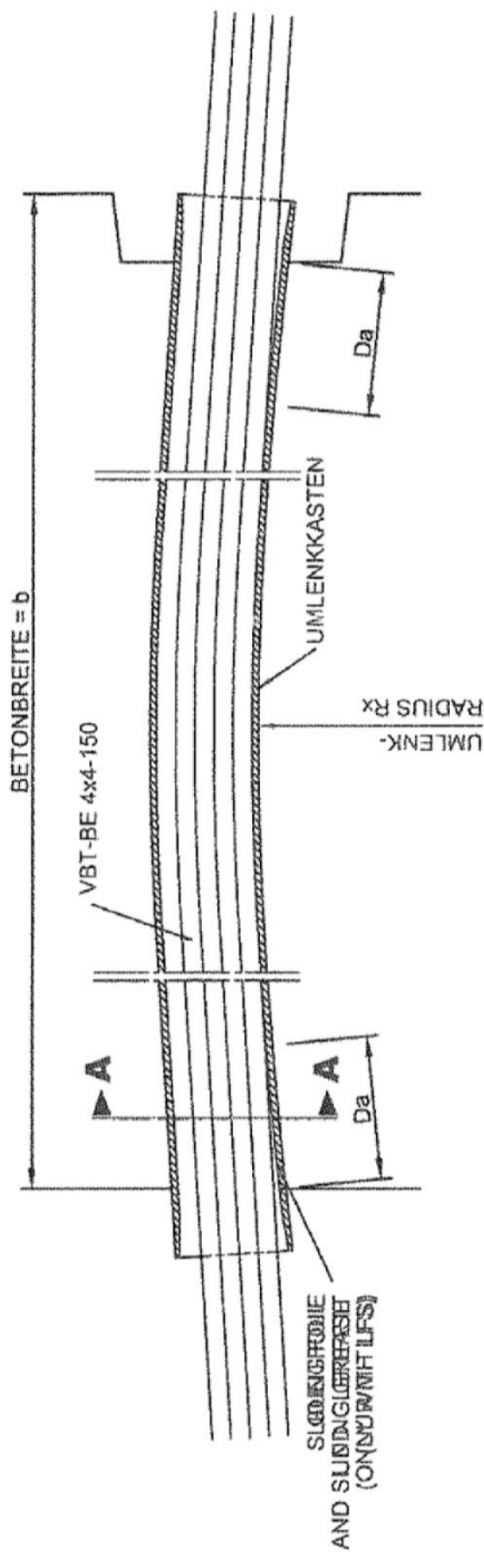


VBT-BE 1 bis 16

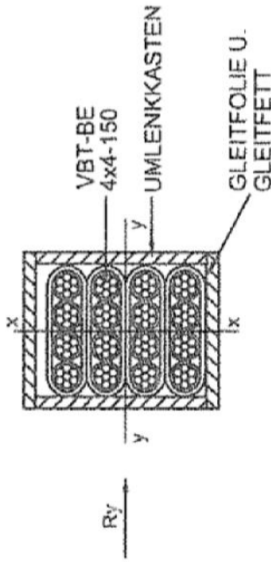
Produktbeschreibung
Detail Keil und Konus

Anhang A 8

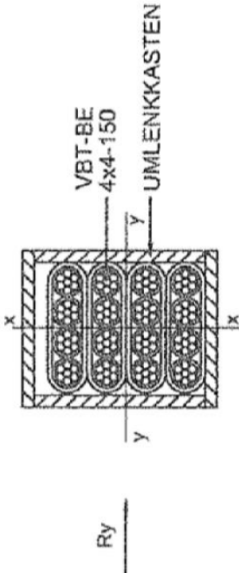
UMLENKSATTEL AUS HDPE-KUNSTSTOFF
(SATTEL ALTERNATIV AUS STAHL)



A-A
MIT LFS



A-A
OHNE LFS



LFS ... LOW FRICTION SATTEL (Gleitsattel)

VB-T-BE 1 bis 16	Anhang A 9
Produktbeschreibung PE Umlenksattel	

ABMESSUNGEN DER BÄNDER UND SPANNKRÄFTE [MM]

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

Bandabmessungen	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	l_{gerade}	600	750	750	1000	1190	1310	1440
Anhang 10, Tabelle 3								

Schutzkappe								
Durchmesser innen	ØSK	60	110	120	120	190	210	220

VBT-BE 1 bis 16	Anhang A 10
Produktbeschreibung Abmessungen der Bänder und Verankerungen	

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 ²]							
$A_p=150\text{mm}^2$ per Strand		150	300	600	600	1200	1800	2400
Zulässige Vorspannkraft [kN]								
Stahlgüte Y1770S7/Y1860S7		1770	1860	1770	1860	1770	1860	1770
$A_p=150\text{mm}^2$								
Char. Höchstkraft F_{pk}		266	279	532	558	1064	1116	1064
Max. Vorspannkraft $0.9 F_{p0,1k}$		205	216	410	432	821	864	821
						1642	1728	2462
							2592	3283
								3456

VBT-BE 1 bis 16	Anhang A 11
Produktbeschreibung Abmessungen der Bänder und Verankerungen	

WENDEL- UND ZUSATZBEWEHRUNG [MM]

Bandtypen	1x1	1x2	2x2 und 1x4	2x4	3x4	4x4
Wendel BSt 500 S						
Drahtdurchmesser	Ø min.	-	-	12	14	16
Ganghöhe	e	-	-	40	50	50
Länge	min. Lw	-	-	240	325	400
Außendurchmesser	Ø min. a	-	-	-	-	-
f _{cm0, cube, 150} ≥ 34N/mm ² (*)	-	-	-	230	310	370
f _{cm0, cube, 150} ≥ 42N/mm ² (*)	-	-	-	200	270	330
Zusatzbewehrung B500B						
Drahtdurchmesser	Ø	5Ø12	5Ø12	6Ø12	6Ø14	7Ø14
Abstand	c	40	40	60	60	50
bx b						
f _{cm0, cube, 150} ≥ 34N/mm ² (*)	120	150	230	310	370	420
f _{cm0, cube, 150} ≥ 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
min. Ankerabstand (**)						
für f _{cm0, cube, 150} ≥ 34N/mm ² (*)						
Achsabstand	140	170	250	330	395	455
Randabstand (***)	0.5*Achsabstand+ Betondeckung - 10mm					
	≥ 95	≥ 105	≥ 145	185	≥ 215	≥ 240
min. Ankerabstand (**)						
für f _{cm0, cube, 150} ≥ 42N/mm ² (*)						
Achsabstand	130	160	220	290	375	440
Randabstand (***)	0.5*Achsabstand+ Betondeckung - 10mm					
	≥ 90	≥ 100	≥ 130	165	≥ 195	≥ 220

(*) Mindestbetondeckung zum Zeitpunkt des Vorspannens [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

VBt-BE 1 bis 16

Produktbeschreibung
Abmessungen der Bänder und Verankerungen

Anhang A 12

Abmessungen und Eigenschaften der 7-drähtigen Spannstahllitzen

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Wert	
Zugfestigkeit	R _m /F _{pk}	MPa	1770 oder 1860	
Litze				
Nenn Durchmesser	D	mm	15,3	15,7
Nennquerschnittsfläche	A _p	mm ²	140	150
Nenngewicht	M	g/m	1093	1172
Oberflächenbeschaffenheit	-	-	glatt	
Zugkraft bei 0,1%	f _{p0,1k}	MPa	1560 oder 1640 *	
Zugkraft bei 0,2%	f _{p0,2}	MPa	1570 oder 1660	
E-Modul	E	MPa	≈ 195.000	
Einzeldrähte				
Außendrahtdurchmesser	d	mm	5,0 ± 0,04	5,2 ± 0,04
Kerndrahtdurchmesser	d'	mm	1,02 bis 1,04 d	1,02 bis 1,04 d

* Die angegebenen Werte sind Höchstwerte. Die tatsächlichen Werte sind am Ort der Verwendung geltenden Normen und Vorschriften zu entnehmen.

Solange die Einführung der prEN 10138-3:2009-08 noch nicht erfolgt ist, müssen 7-drähtige Spannstahllitzen in Übereinstimmung mit den nationalen Bestimmungen und den charakteristischen Werten in der obigen Tabelle verwendet werden.

VBT-BE 1 bis 16

Produktbeschreibung
Materialspezifikation

Anhang A 13

1 Verwendung

Das Spannvorfahren 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.

2 Nachweisverfahren

2.1 Allgemeines

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

2.2 Spannglieder

Die Vorspannkraften sind in den jeweiligen nationalen Bestimmungen angegeben.

Die auf ein Spannglied aufgebrauchte Kraft P_{max} darf die in Tabelle B1 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 B1 angegebenen Wert $P_{m0}(x) = 0,85 A_p f_{p0,1k}$ nicht überschreiten.

Tabelle B1: Maximale Vorspannkraft¹ für Litzen mit $A_p = 150 \text{ mm}^2$

Bezeichnung des Spannglieds	Anzahl Litzen	Querschnittsfläche $A_p [\text{mm}^2]$	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

¹ Die in Tabelle B1 angegebenen Kräfte sind Höchstwerte basierend auf $f_{p0,1k} = 1520 \text{ N/mm}^2$ bzw. 1600 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 N/mm^2 (Y1860 S7). In diesem Fall dürfen die Vorspannkraften der Tabelle B1 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 $0,80 F_{pk}$ nachgewiesen.

VBT-BE 1 bis 16

Verwendungszweck
Nachweisverfahren

Anhang B 1

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 B2 aufgeführt ist:

Tabelle B2: Verminderung der Vorspannkraft bei Weglassen einer Litze

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

2.3 Krümmungsradius der Spannglieder an den Umlenksätteln

Die kleinsten zulässigen Krümmungsradien sind Anhang B, Abschnitt 4.3.2.1 zu entnehmen.

Ein Nachweis der Spannstahlrandspannungen im Bereich von Krümmungen braucht bei Einhaltung dieser Halbmesser nicht geführt werden.

2.4 Betonfestigkeit

Es ist Beton nach EN 206-1:2021-06 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 B3 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 B3: Erforderliche mittlere Betondruckfestigkeit f_{cmj} der Prüfkörper zum Zeitpunkt der Vorspannung

$f_{cmj,cube}$ [N/mm ²]	$f_{cmj,cyl}$ [N/mm ²]
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.

2.5 Achs- und Randabstände der Spanngliedverankerungen, Betondeckung

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

Die Angaben in Anhang A 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.

VBT-BE 1 bis 16

Verwendungszweck
Nachweisverfahren

Anhang B 2

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.

2.6 Bewehrung im Verankerungsbereich

Die Eignung der Verankerungen (einschließlich Bewehrung) für die Übertragung der Spannkkräfte 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 Querkzugkräfte vorzusehen (nicht in den Anhängen dargestellt).

Die Stahlsorten und Abmessungen der Zusatzbewehrung (Bügel) ist Anhang A 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.

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

2.7 Schlupf an den Verankerungen

Der Schlupf an den Verankerungen (siehe Anhang B, Abschnitt 3.1.4) ist in der statischen Berechnung und der Ermittlung der Spannweite zu berücksichtigen.

2.8 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 B, Abschnitt 4.3.2.1 nicht überschreiten. Die Mindestradien nach Anhang B, Abschnitt 4.3.2.1 dürfen nicht unterschritten werden.

2.9 Nachweis der Ermüdung

Mit den Ermüdungsversuchen der Verankerungen, die entsprechend EAD 160004.00.0301 durchgeführt wurden, wurde eine Spannungsschwingbreite der Spannstahllitzen von 80 N/mm² bei einer Oberspannung von 0,65 f_{pk} bei 2×10^6 Lastzyklen nachgewiesen.

An den Umlenksätteln gilt eine Schwingbreite von 35 N/mm² bei $2 \cdot 10^6$ Lastspielen als nachgewiesen. Gemäß nationalen Vorschriften am Ort der Verwendung können ggf. auch höhere Werte bis maximal 80 N/mm² als nachgewiesen vorausgesetzt werden.

2.10 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 Anhang B, Abschnitt 2.10 herangezogen, ist sie wie ein Umlenksattel auszuführen.

VBT-BE 1 bis 16

Verwendungszweck
Nachweisverfahren

Anhang B 3

2.11 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 alle 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.

2.12 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.

2.13 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 Bauleranzen festzulegen, damit die minimalen Einbindelängen beider Schutzhüllen im Endzustand (siehe Besonderer Teil der Europäischen Technischen Bewertung, Abschnitt 1.9 und Anhänge A 4 und A 6) sichergestellt sind. Diese Festlegung ist durch den Hersteller oder in Abstimmung mit ihm zu treffen.

VBt-BE 1 bis 16

Verwendungszweck
Nachweisverfahren

Anhang B4

3 Einbau

3.1 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 Hersteller ausgestellte Bescheinigung besitzen, dass er vom ETA Hersteller 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 Hersteller ist dafür verantwortlich, alle Beteiligten der Anwendung des VBT-Spannsystems entsprechend zu informieren.

Mit den Spanngliedern und deren Zubehörteilen ist sorgsam umzugehen.

3.2 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.

3.3 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 Besonderer Teil der Europäischen Technischen Bewertung, Abschnitte 1.8 und 1.12 sind zu beachten.

3.4 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 Spannstahlilitzen 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.

VBT-BE 1 bis 16

Verwendungszweck
Einbau

Anhang B 5

3.5 Spannen und Spannprotokoll

3.5.1 Spannen

Zum Zeitpunkt der Aufbringung der Vorspannung muss die mittlere Mindestbetondruckfestigkeit mit den in Anhang B, Abschnitt 2.4 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 B, Abschnitt 4.3.2.2 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 A 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 der Wert der inneren Gleitung nicht den Grenzwert nach Anhang B, Abschnitt 4.3.2.2 übersteigt.

Nationale Vorschriften am Ort der Anwendung sind zu beachten.

VBT-BE 1 bis 16	Anhang B 6
Verwendungszweck Einbau	

3.5.2 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.

3.5.3 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 Spannstahlilitzen um mindestens 15 mm nach außen verschoben sein. Für das Nachspannen ist ein minimaler Litzenüberstand erforderlich (siehe Anhang A 7).

3.5.4 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.

3.6 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.

3.7 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 Anhang A 13) 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.

VBT-BE 1 bis 16

Verwendungszweck
Einbau

Anhang B 7

4 Beschreibung des Spannverfahrens

4.1 Spannglieder

4.1.1 Beschreibung der Spannglieder

Die VBT-BE Litzenspannglieder 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 nebeneinander liegenden Monolitzen werden durch ein flaches PE-Rohr (Schutzhülle 2) zu einem Spannband geformt.

4.1.2 Herstellung der Spannglieder

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

4.2 Verankerung

4.2.1 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 A 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 A 7 unten). Der Hohlraum in der Abdeckkappe wird mit Korrosionsschutzmasse verfüllt.

An nachspannbaren Verankerungen mit langen Litzenüberständen (siehe Anhang A 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 Schutzhüllen geschützt.

VBT-BE 1 bis 16

Verwendungszweck
Beschreibung des Spannverfahrens

Anhang B 8

4.3 Umlenkung

4.3.1 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 Besonderer Teil der Europäischen Technischen Bewertung, Abschnitte 1.8 und 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 Technischen Bewertung eingehalten und die statischen Nachweise erbracht werden.

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

Tabelle B4: Mindestquerschnittsabmessungen der Umlenkkästen

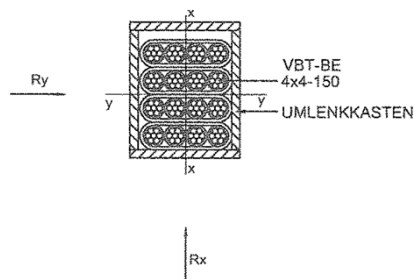
Anzahl der Bänder	1x1	1x2	2x2	1x4	2x4	3x4	4x4
min. Breite (innen) X	33	52	52	95	95	95	95
min. Höhe (innen) Y	33	38	67	38	67	96	125
Wandstärke	PE ≥ 8 mm / Stahl ≥ 3 mm						

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 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 Monolitzenmäntel entsprechend Anhang B, Abschnitt 4.3.2.1 auch kleiner als 2,00 mm sein.

4.3.2 Krümmungsradien und Spannwegbegrenzung

4.3.2.1 Krümmungsradien



VBT-BE 1 bis 16

Verwendungszweck
Beschreibung des Spannverfahrens

Anhang B 9

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 B 5 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:

$$R_{min}(d_{inside};n) \geq \max \left\{ R_{x,min}(d_{inside};4) \cdot n/4 \right. \\ \left. 1.9 \text{ m} \right\}$$

d_{inside} Mindestausgangswandstärke der Monolitzenhülle
 n Anzahl der übereinanderliegenden Bänder

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

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

Tabelle B5: Minimale Umlenkradien $R_{x,min}$ in Abhängigkeit der Anzahl der Bandlagen für maximal 40 cm innere Gleitung

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	∞
3	4,20	4,70	5,40	8,70	∞
2	2,80	3,10	3,60	5,80	∞
1	1,90	1,90	1,90	2,90	∞

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 Anhang A 4) in Abhängigkeit vom Spannglied den Angaben der Tabelle B 6 entsprechen.

Tabelle B6: Minimale Länge l_{gerade} des geraden Teils der Trompeten an den Verankerungen

	Minimale Länge des geraden Teils der Trompete l_{gerade} [mm]						
System VBT-BE	1-150	2-150	2x2-150	1x4-150	2x4-150	3x4-150	4x4-150
Minimale Länge ¹⁾ l_{gerade} (mm)	600 ^{2) 3)}	750 ^{2) 3)}	750 ^{2) 3)}	1000 ^{2) 3)}	1190 ^{2) 3)}	1310 ^{2) 3)}	1440 ^{2) 3)}
¹⁾ beginnend ab dem Übergang der Ankerplatte zum angeschweißten Stahlblech ²⁾ der Ringkörper und der Ankerkörper sind senkrecht und zentrisch zur Spanngliedachse auszurichten ³⁾ Bei der Planung sind die Festlegungen nach den Besonderer Teil der Europäischen Technischen Bewertung, Abschnitte 1.8 und 1.12 zu berücksichtigen.							

VBT-BE 1 bis 16

Verwendungszweck
Beschreibung des Spannverfahrens

Anhang B 10

4.3.2.2 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 Gleitfett und wahlweise eines Systems mit Gleitsattel ab.

4.4 Korrosionsschutz

4.4.1 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 $t \geq 3.00 \text{ mm}$

4.4.2 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 A 6).

VBT-BE 1 bis 16

Verwendungszweck
Beschreibung des Spannverfahrens

Anhang B 11

Spannkraftverluste infolge Reibung

Die Spannkraftverluste infolge Reibung und ungewollter Umlenkung können in der Regel in der statischen Berechnung über die in der Tabelle C 1 angegebenen Reibungswerte μ und Beiwerte k (ungewollte Umlenkung) bestimmt werden.

Tabelle C1: Reibung und ungewollte Umlenkung

Anzahl der gestapelten Bandecken	Reibungsbeiwert μ		Ungewollte Umlenkung k
	Ohne Gleitsattel (LFS "low frictional saddle") (siehe Anhang A 9)	Mit Gleitsattel (LFS "low frictional saddle") (siehe Anhang A 9)	
[-]	[rad ⁻¹]	[rad ⁻¹]	[°/m]
1	0,06	0,03	0
2	0,08		
3	0,10		
4	0,12		

VBT-BE 1 bis 16

Leistung des Produkts
Spannkraftverluste infolge Reibung und ungewollter Umlenkung

Anhang C

MATERIALIEN

Benennung	Werkstoff Nr.*	Norm
Ringkörper	Unlegierter Stahl	DIN EN 10 083-2 (2006-10)
Ringkeil	Gehärteter Stahl	DIN EN 10 084 (2008-06)
Unterlegscheibe	Unlegierter Stahl	DIN EN 10 025-1 (2005-02)
Übergangsröhrchen	PE	DIN EN 16 776 (4.78)
Schutzkappe	PE	DIN EN 16 776 (4.78)
oder	Unlegierter Stahl	DIN EN 10 025-1 (2005-02)
Ankerplatte	Unlegierter Stahl	DIN EN 10 025-1 (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 (2024-04)
Gleitbleche	Edelstahl	DIN EN 10 088-3 (2024-04)
Gleitfolie	PE	DIN EN 16 776 (4.78)
Korrosionsschutzmasse (Fett)	*	Hersteller
HDPE Hülle Monolitze	PE	Hersteller
HDPE Hülle Spannglied	PE	Hersteller
Korrosionsschutz der Stahlaussenflächen, Schmelztauchen Feuerverzinken 80µm		DIN EN ISO 1461 (2022-12)

* genaue Werkstoffangaben beim DIBt hinterlegt

VBT-BE 1 bis 16	Anhang D 1
Werkstoffe und Verweise Verwendete Werkstoffe	

Normen und Verweise

- prEN 10138-3:2009-08 Spannstähle – Teil 3: Litze
- EAD 160004-00-0301 Post-tensioning kits for prestressing of structures
- EN 10204:2005-01 Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen
- EN ISO 12944-4:2018-04 Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung (ISO 12944-4:2017)
- EN ISO 12944-5:2020-03 Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 5: Beschichtungssysteme (ISO 12944-5:2019)
- EN ISO 12944-7:2018-04 Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten (ISO 12944-7:2017)
- EN 10025-2:2005-04 Warmgewalzte Erzeugnisse aus Baustählen – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle
- EN 10083-2:2006-10 Vergütungsstähle – Teil 2: Technische Lieferbedingungen für unlegierte Stähle

VBt-BE 1 bis 16

Werkstoffe und Verweise
Normen und Verweise

Anhang D 2