

**Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten**

**Bautechnisches Prüfamt**

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



## Europäische Technische Bewertung

**ETA-11/0123**  
**vom 3. April 2019**

### Allgemeiner Teil

Technische Bewertungsstelle, die die Europäische Technische Bewertung ausstellt

Deutsches Institut für Bautechnik

Handelsname des Bauprodukts

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Produktfamilie,  
zu der das Bauprodukt gehört

PAC 16, Spannsysteme (externes Litzenspannverfahren ohne Verbund)

Hersteller

BBV Systems GmbH  
Industriestraße 98  
67240 Bobenheim-Roxheim  
DEUTSCHLAND

Herstellungsbetrieb

BBV Systems GmbH  
Industriestraße 98  
67240 Bobenheim-Roxheim  
DEUTSCHLAND

Diese Europäische Technische Bewertung enthält

47 Seiten, davon 39 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-11/0123 vom 9. September 2016

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

Das BBV Externe Spannverfahren Typ E besteht aus 3 bis 31 Litzen mit einer Nennzugfestigkeit von 1770 MPa oder 1860 MPa (Y1770S7 bzw. Y1860S7 nach prEN 10138-3:2009-08, Tabelle 4), Nenndurchmesser 15,3 mm (0.60" - 140 mm<sup>2</sup>) oder 15,7 mm (0.62" - 150 mm<sup>2</sup>) zur Verwendung in Normalbeton mit folgenden Anker (Spann- und Festanker):

1. Spannanker (aktiv) Typ S und Festanker (passiv) Typ F mit Ankerplatte und Lochscheibe für Spannglieder mit 3, 4, 5, 7 und 9 Spannstahllitzen,
2. Spannanker (aktiv) Typ S und Festanker (passiv) Typ F mit Mehrflächenanker und Lochscheibe für Spannglieder mit 12, 15, 19, 22, 27 und 31 Spannstahllitzen.
3. Spannanker (aktiv) Typ S und Festanker (passiv) Typ F mit aufgesetzten Ankerplatten und Lochscheibe für Spannglieder mit 3, 4, 5, 7, 9, 12, 15, 19 und 22 Spannstahllitzen,
4. Einzellitzenkopplung EÜK (beweglich) für Spannglieder mit 3, 4, 5, 7, 9, 12, 15, 19, 22, 27 und 31 Spannstahllitzen, Nenndurchmesser 15,7 mm (0.62" bzw. 150 mm<sup>2</sup>).

Weitere Bestandteile der vorliegenden Europäischen Technischen Bewertung sind:

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

Die Verankerung der Spannstahllitzen in den Lochscheiben erfolgt durch Keile.

Anhang A zeigt die Komponenten und den Systemaufbau des Produkts.

#### 1.2 Spannstahllitzen

Es dürfen nur 7-drähtige Spannstahllitzen verwendet werden, welche mit den nationalen Vorschriften sowie den in Tabelle 1 angegebenen Eigenschaften übereinstimmen:

Tabelle 1: Abmessungen und Eigenschaften von 7-drähtigen Spannstahllitzen

Kennwert	Symbol	Einheit	Wert	
Zugfestigkeit	R <sub>m</sub>	MPa	1770 oder 1860	
Litze				
Nenndurchmesser	D	mm	15,3	15,7
Nennquerschnitt	A <sub>p</sub>	mm <sup>2</sup>	140	150
Nenngewicht	M	g/m	1093	1172
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

Um Verwechslungen zu vermeiden, dürfen auf einer Baustelle nur Spannstahllitzen eines Nenndurchmessers verwendet werden. Wenn Spannstahllitzen mit R<sub>m</sub> = 1860 MPa auf der Baustelle vorgesehen sind, dürfen dort ausschließlich diese verwendet werden.

In einem Spannglied dürfen nur gleichsinnig verseilte Spannstahllitzen verwendet werden. Weitere charakteristische Kennwerte der Spannstahllitzen sind in Anhang A19 zu finden.

**1.3 Keile**

Zugelassen sind Keile Typ 30, glatt oder gerändelt (siehe Anhang A2). Die gerändelten Keile dürfen nur für vorverkeilte Festanker verwendet werden. Die Keilsegmente für Spannlitzen Ø 15,7 mm sind mit "0.62" zu kennzeichnen.

**1.4 Lochscheiben**

Es werden Lochscheiben vom Typ 2 verwendet. Die konischen Bohrungen der Lochscheiben müssen sauber und rostfrei und mit einem Korrosionsschutzmittel versehen sein.

**1.5 Ankerplatten**

Für 3 bis 9 Spannstahlilitzen kommen rechteckige Ankerplatten entsprechend den Anhängen A3 und A6 zur Anwendung, deren lange Seite parallel zum größeren Achsabstand anzuordnen ist. Für 7 und 9 Spannstahlilitzen können alternativ auch runde Ankerplatten entsprechend den Anhängen A3 und A6 verwendet werden.

Die Verankerung mittels aufgesetzter, runder Ankerplatten gemäß Anhang A8 gilt für Spannglieder mit 3 bis 22 Spannstahlilitzen.

**1.6 Mehrflächenanker (Gussankerkörper)**

Für Spannglieder mit 12 bis 31 Spannstahlilitzen sind Mehrflächenanker zu verwenden (siehe Anhang A6).

**1.7 Wendel- und Bügelbewehrung**

Die Stahlgüte und Abmessungen der Wendeln und der Bügel müssen mit den Angaben in den Anhängen übereinstimmen. Die zentrische Lage im Betonbauteil ist entsprechend Anhang B2, Abschnitt 3.3 sicherzustellen.

**1.8 Korrosionsschutz im Bereich der Verankerungen und der freien Spanngliedlänge**

Die Spannglieder liegen über die gesamte Spanngliedlänge in einem geschlossenen Hüllrohrstrang.

Der Hüllrohrstrang wird nach dem Straffen des Spanngliedes und vor dem Vorspannen vollständig mit heißer Vaseline als Korrosionsschutzmasse verpresst. Die Vaseline muss EAD 1600027-00-0301 und den nationalen Vorschriften entsprechen.

Den Übergang vom PE-Hüllrohr der freien Spanngliedlänge zur Verankerung bildet das Anschluss-Hüllrohr (siehe Anhänge A10 bis A12).

Das Anschluss-Hüllrohr überlappt mit dem Übergangrohr und wird zur Abdichtung bei der Betonage des Verankerungskörpers mit PE-Klebeband umwickelt. Nach der Betonage ist diese Stelle nicht mehr von außen zugänglich.

Die Hochpunkte werden nach dem Abkühlen der Korrosionsschutzmasse und vor dem Vorspannen mit "kalter" Korrosionsschutzmasse nachverpresst (siehe Anhänge A14 bis A16 sowie B3).

Die Verankerungen sind nach dem Vorspannen entsprechend der Beschreibung im Anhang B3 und mit den in Anhängen A3, A4 und A8 dargestellten Maßnahmen zu schützen.

**1.9 Korrosionsschutz der freiliegenden Stahlteile**

Die nicht ausreichend durch Betonüberdeckung (mindestens 5 cm) oder Korrosionsschutzmasse (z. B. Wachs) geschützten Flächen aller stählernen Teile sind durch eines der folgenden Schutzsysteme nach EN ISO 12944-5:2008-01 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 12944-4:1998-07. Bei der Ausführung der Beschichtungsarbeiten ist EN ISO 12944-7:1998-07 zu beachten.

Wenn am Ort der Verwendung zulässig, dürfen stattdessen dort zugelassene und anerkannte Korrosionsschutzmaßnahmen angewandt werden.

**1.10 Aussparungen an den Verankerungen, Mindestbreite Querträger**

Die Verankerungen sind schematisch in den Anhängen A3, A4 und A8 sowie A10 bis A12 dargestellt.

Am Ausgang aus dem Querträger sind trompetenartige Aufweitungen von mindestens  $\Delta\alpha = 3^\circ$  vorzusehen. Die Aufweitungen ermöglichen knickfreie Abweichungen der Spanngliedachse von der planmäßigen Lage bis zu dem Winkel  $\Delta\alpha$ .

Beim Festanker darf der Spannweg am Austritt aus dem Bauwerk/Querträger maximal 10 cm betragen (siehe Anhang B2, Abschnitte 3.9 und 3.11). Die Mindestbreite des Querträgers am Spann- und Festanker ist den Anhängen A10 und A11 bei ankernaher Umlenkung dem Anhang A12 zu entnehmen. Im Bereich min. L1 sind die Spannglieder gerade zu führen.

**1.11 Hüllrohre**

Die Spannglieder sind auf der freien Länge mit PE-Hüllrohren nach EN 12201 gemäß dem Anhang A2 zu umhüllen. Das Verrohrungsschema und die Hüllrohrverbindungen sind in Anhang A16 dargestellt.

Die Verbindungen der PE-Rohre untereinander oder mit PE-Reduzierstücken erfolgt durch Heizelementstumpfschweißung oder durch Heizwendelschweißen. Beim Schweißen sind die am Ort der Verwendung gültigen Bestimmungen zu beachten. Die Schweißarbeiten sind von Kunststoffschweißern mit einer am Ort der Verwendung gültigen Zertifizierung durchzuführen.

Die Übergangsröhre am Spann- und Festanker werden aus mindestens 3,5 mm starkem PE-Material hergestellt. Sie überlappen sich an ihren Enden mit den Anschluss-Hüllrohren.

Der Ablenkungswinkel der Spannstahl-Litzen in der Verankerung und an Verbindungsstellen unterschiedlichen Hüllrohrdurchmessers beträgt maximal  $2,6^\circ$  (am Ende der Keile und im Übergangsbereich zwischen Übergangs- und Anschluss-Hüllrohr).

Die Ablenkung der Spannstahl-Litzen durch die Einzellitzenkopplungen (siehe Anhang A1) beträgt  $2,2^\circ$ . Am Ende des Keils ist kein Ablenkungswinkel vorhanden.

Während der Installation wird am Übergangrohr das Anschluss-Hüllrohr durch Klebebandwicklung oder Aufschumpfen eines Schrumpfschlauches befestigt.

Beim Festanker wird das Hüllrohr bis ca. 16 cm vor das Übergangrohr in das Anschluss-Hüllrohr geschoben und hinter dem Querträger zugfest mit dem Anschluss-Hüllrohr verbunden.

Am Spannanker muss das Hüllrohr vor dem Straffen des Spanngliedes mindestens 10 cm über den gekrümmten Bereich in den Querträger hineinreichen. Das Hüllrohr der freien Spanngliedlänge am Spannanker gleitet beim Vorspannen in das Anschluss-Hüllrohr.

Die zugfeste Verbindung zwischen Anschluss-Hüllrohr und Hüllrohr wird am Spannanker erst nach Beendigung des Vorspannens durch eine Heizwendelschweißmuffe hergestellt.

An den aufgesetzten Ankerplatten werden die Übergangsröhre und die anschließenden Hüllrohre von einem geeigneten Zementmörtel umschlossen. Dieser Zementmörtel muß ausreichend fest sein, um die Spreizkräfte durch die Bündelung der Litzen und den Einpressdruck des Korrosionsschutzmittels aufnehmen.

**1.12 Umlenkstellen**

Im Umlenkbereich darf an keiner Stelle der im Anhang A2 in Abhängigkeit von der Spannstahlgüte, der Spanngliedgröße und dem Hüllrohrdurchmesser angegebene minimale Umlenkradius unterschritten werden.

Der minimale Umlenkradius ist auch im Bereich aller vorzusehenden trompetenartigen Aufweitungen einzuhalten.

Die Ausbildung der Umlenkstellen ist in den Anhängen A13 bis A15 dargestellt. An den Enden der Umlenkstellen (Austritt aus den Querträgern) sind trompetenförmige Aufweitungen von mindestens  $\Delta\alpha = 3^\circ$  vorhanden, die knickfreie Abweichungen der Spanngliedachse von der planmäßigen Lage bis zu dem Winkel  $\Delta\alpha$  ermöglichen.

Das Hüllrohr wird im Umlenkbereich zusätzlich von einem innen gefetteten PE-Umlenküllrohr umgeben, welches beidseitig ca. 10 cm aus der Umlenkstelle hinausragt. Bei der Umlenkung Typ S ist die maximale Umlenklänge  $\max L_{zul}$  zu beachten (siehe Anhang A14).

Am Spann- und Festanker dürfen im Abstand  $\min L_1$  zur Lochscheibe planmäßige Umlenkungen vorgesehen werden (siehe Anhang A12). Vor dem Straffen des Spanngliedes muss das Hüllrohr am Spannanker mindestens 10 cm über den gekrümmten Bereich in den Querträger hinein reichen.

## 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 B1 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 Angabe 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 <sup>2</sup> bei $2 \times 10^6$ 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	Das Akzeptanzkriterium nach EAD 160004-00-03-01 Abschnitt 2.2.7 ist erfüllt

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 Spannungsrissebildung	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	Mindestdicke 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 bestimmt

### 3.3 Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz (BWR 3)

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

## 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.

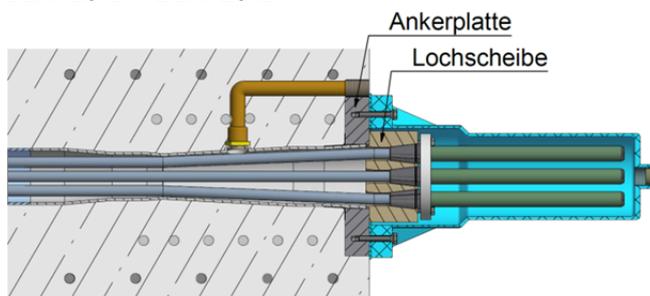
Ausgestellt in Berlin am 3. April 2019 vom Deutschen Institut für Bautechnik

BD Dipl.-Ing. Andreas Kummerow  
Abteilungsleiter

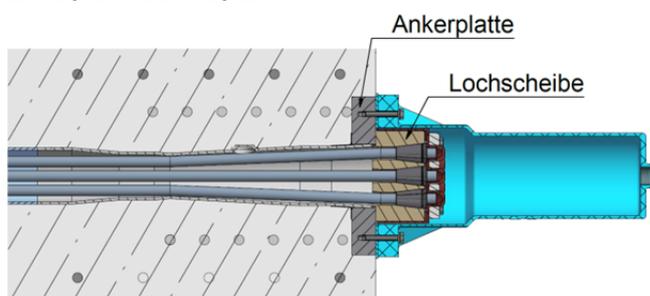
Beglaubigt

## BBV Externes Litzenspannverfahren Typ E Übersicht Verankerungen und Kopplungen

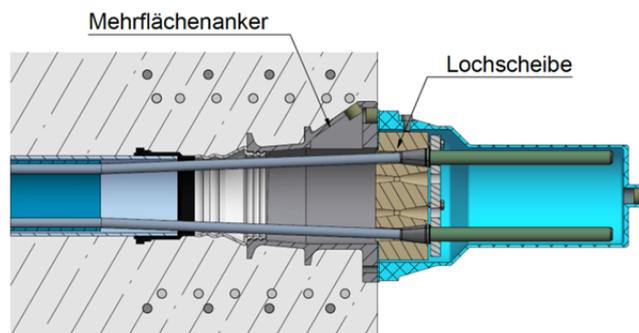
### 1. Spannanker (S) BBV L3 E – BBV L9 E



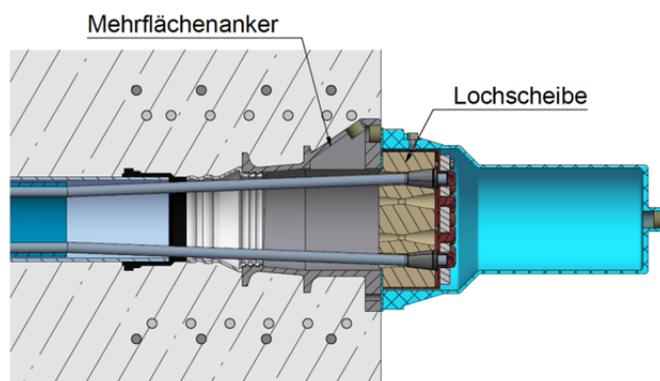
### 2. Festanker (F) BBV L3 E – BBV L9 E



### 3. Spannanker (S) BBV L12 E – BBV L31 E



### 4. Festanker (F) BBV L12 E – BBV L31 E



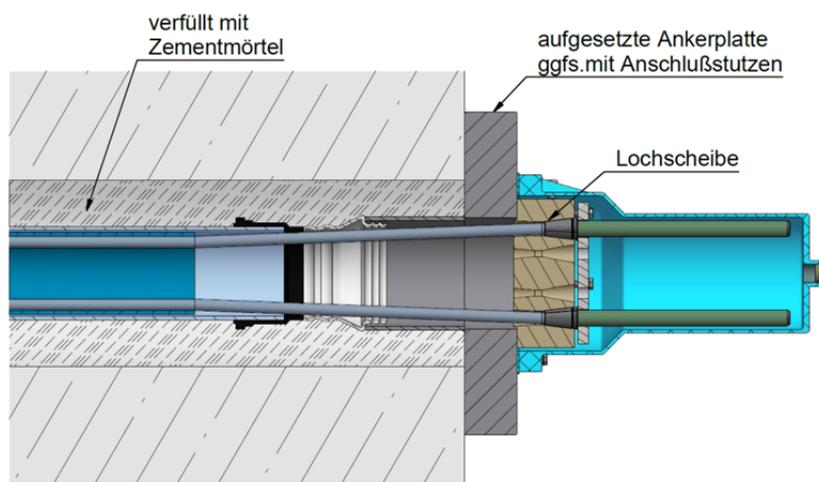
BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Übersicht Verankerungen und Kopplungen

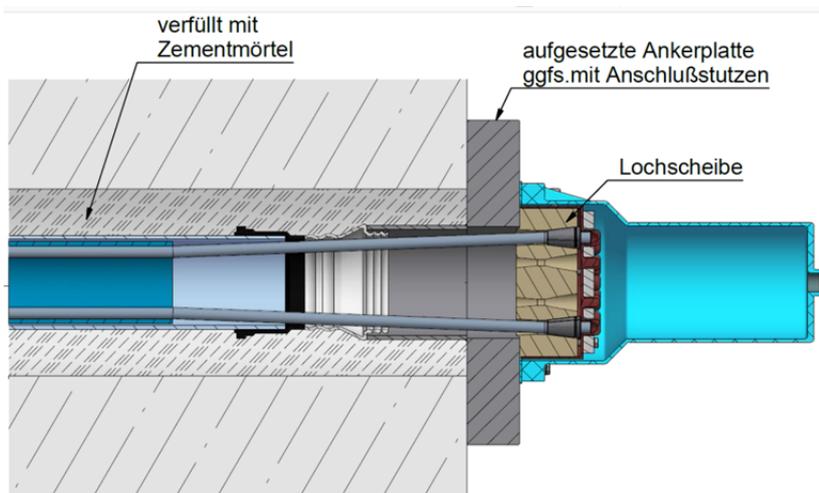
Anhang A1  
Seite 1 von 2

## BBV Externes Litzenspannverfahren Typ E Übersicht Verankerungen und Kopplungen

### 5. Spannanker (S) für aufgesetzte Ankerplatten BBV L3 E – BBV L22 E



### 6. Festanker (F) für aufgesetzte Ankerplatten BBV L3 E – BBV L22 E



### 7. Einzellitzenkopplung (EÜK) BBV L3 E – BBV L31 E



BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Übersicht Verankerungen und Kopplungen

Anhang A1  
Seite 2 von 2

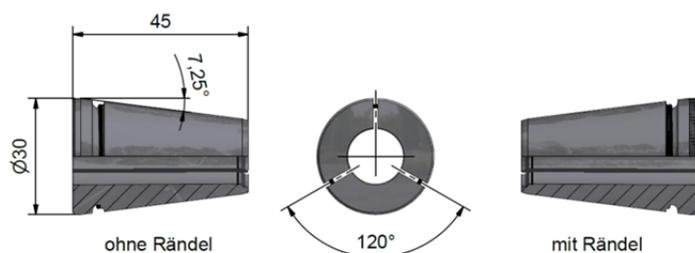
## Technische Angaben BBV L3 E - BBV L9 E

### Spannstahlgüte Y1770S7 und Y1860S7

Spanngliedbezeichnung	Einh.	BBV L 3	BBV L 4	BBV L 5	BBV L 7	BBV L 9
<b>Lochbild</b>						
<b>Anzahl der Litzen</b>	n	3	4	5	7	9
<b>150mm<sup>2</sup> : Querschnitt A<sub>p</sub></b>	mm <sup>2</sup>	450	600	750	1050	1350
<b>150mm<sup>2</sup> : Gewicht</b>	kg/m	3,52	4,69	5,86	8,20	10,55
<b>150mm<sup>2</sup> : F<sub>pk</sub> (f<sub>pk</sub>=1770N/mm<sup>2</sup>)</b>	kN	797	1062	1328	1859	2390
<b>150mm<sup>2</sup> : F<sub>pk</sub> (f<sub>pk</sub>=1860N/mm<sup>2</sup>)</b>	kN	837	1116	1395	1953	2511
<b>140mm<sup>2</sup> : Querschnitt A<sub>p</sub></b>	mm <sup>2</sup>	420	560	700	980	1260
<b>140mm<sup>2</sup> : Gewicht</b>	kg/m	3,28	4,37	5,47	7,65	9,84
<b>140mm<sup>2</sup> : F<sub>pk</sub> (f<sub>pk</sub>=1770N/mm<sup>2</sup>)</b>	kN	743	991	1239	1735	2230
<b>140mm<sup>2</sup> : F<sub>pk</sub> (f<sub>pk</sub>=1860N/mm<sup>2</sup>)</b>	kN	781	1042	1302	1823	2344
<b>Reibungsverluste</b>						
Spannanker $\Delta P_{\mu S}$	%	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0
mittlerer Reibungswert $\mu$	-	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
<b>Hüllrohr aus PE</b>						
Innendurchmesser	mm	40,8	53,6	53,6	66,0	66,0
Rohrwanddicke	mm	4,6	4,7	4,7	4,5	4,5
Außendurchmesser	mm	50	63	63	75	75
<b>Min. Umlenkradius</b> (f <sub>pk</sub> =1770N/mm <sup>2</sup> )	m	2,20	2,20	2,20	2,20	2,80
<b>Min. Umlenkradius</b> (f <sub>pk</sub> =1860N/mm <sup>2</sup> )	m	2,30	2,30	2,30	2,30	3,00
<b>Litzenüberstände *</b>	cm	21,5	21,5	70,0	71,0	82,0

\* Zum Ansetzen der Spannpresse ab Vorderkante Lochscheibe, geringere Überstände nach Rücksprache mit BBV Systems GmbH möglich.

### Verankerungskeil Typ 30



Bei vorverkeiltten Festankern sind wahlweise gerändelte Keile verwendbar.

Keilsätze für die Verankerungen der 150 mm<sup>2</sup> Litze (0.62") tragen an der Oberseite den Aufdruck 0.62.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Technische Angaben BBV L3 E – BBV L9 E

Anhang A2  
Seite 1 von 2

## Technische Angaben BBV L12 E - BBV L31 E

### Spannstahlgüte Y1770S7 und Y1860S7

Spanngliedbezeichnung	Einh.	BBV L 12	BBV L 15	BBV L 19	BBV L 22	BBV L 27	BBV L31
<b>Lochbild</b>							
<b>Anzahl der Litzen</b>	n	12	15	19	22	27	31
<b>150mm<sup>2</sup> : Querschnitt A<sub>p</sub></b>	mm <sup>2</sup>	1800	2250	2850	3300	4050	4650
<b>150mm<sup>2</sup> : Gewicht</b>	kg/m	14,06	17,58	22,27	25,78	31,64	36,33
<b>150mm<sup>2</sup> : F<sub>pk</sub> (f<sub>pk</sub>=1770N/mm<sup>2</sup>)</b>	kN	3186	3983	5045	5841	7169	8231
<b>150mm<sup>2</sup> : F<sub>pk</sub> (f<sub>pk</sub>=1860N/mm<sup>2</sup>)</b>	kN	3348	4185	5301	6138	7533	8649
<b>140mm<sup>2</sup> : Querschnitt A<sub>p</sub></b>	mm <sup>2</sup>	1680	2100	2660	3080	3780	4340
<b>140mm<sup>2</sup> : Gewicht</b>	kg/m	13,12	16,40	20,77	24,05	29,51	34,07
<b>140mm<sup>2</sup> : F<sub>pk</sub> (f<sub>pk</sub>=1770N/mm<sup>2</sup>)</b>	kN	2974	3717	4708	5452	6691	7682
<b>140mm<sup>2</sup> : F<sub>pk</sub> (f<sub>pk</sub>=1860N/mm<sup>2</sup>)</b>	kN	3125	3906	4948	5729	7031	8072
<b>Reibungsverluste</b>							
Spannanker $\Delta P_{\mu S}$	%	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
mittlerer Reibungswert $\mu$	-	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
<b>Hüllrohr aus PE (SDR17)</b>							
Innendurchmesser	mm	79,2	96,8	96,8	96,8 / 110,2	110,2	123,4
Rohrwanddicke	mm	5,4	6,6	6,6	6,6 / 7,4	7,4	8,3
Außendurchmesser	mm	90	110	110	# 110 / 125	125	140
<b>Min. Umlenkradius (f<sub>pk</sub>=1770N/mm<sup>2</sup>)</b>	m	2,90	2,80	3,50	4,00 / 3,60	4,40	4,30
<b>Min. Umlenkradius (f<sub>pk</sub>=1860N/mm<sup>2</sup>)</b>	m	3,00	2,90	3,70	4,20 / 3,70	4,60	4,50
<b>Hüllrohr aus PE (SDR22) **</b>							
Innendurchmesser	mm	-	100	100	100 / 113,6	113,6	127,2
Rohrwanddicke	mm	-	5,0	5,0	5,0 / 5,7	5,7	6,4
Außendurchmesser	mm	-	110,0	110,0	# 110 / 125	125	140
<b>Min. Umlenkradius (f<sub>pk</sub>=1770N/mm<sup>2</sup>)</b>	m	-	3,00	3,80	4,40 / 3,80	4,60	4,40
<b>Min. Umlenkradius (f<sub>pk</sub>=1860N/mm<sup>2</sup>)</b>	m	-	3,20	4,00	4,60 / 4,00	4,90	4,70
<b>Litzenüberstände *</b>	cm	80,0	80,0	110,0	110,0	120,0	120,0

\* Zum Ansetzen der Spannpresse ab Vorderkante Lochscheibe, geringere Überstände nach Rücksprache mit BBV Systems GmbH möglich.

\*\* Optional nach Rücksprache mit BBV Systems GmbH

# Verwendung der kleineren Hüllrohrdurchmesser nur nach Rücksprache mit BBV Systems GmbH

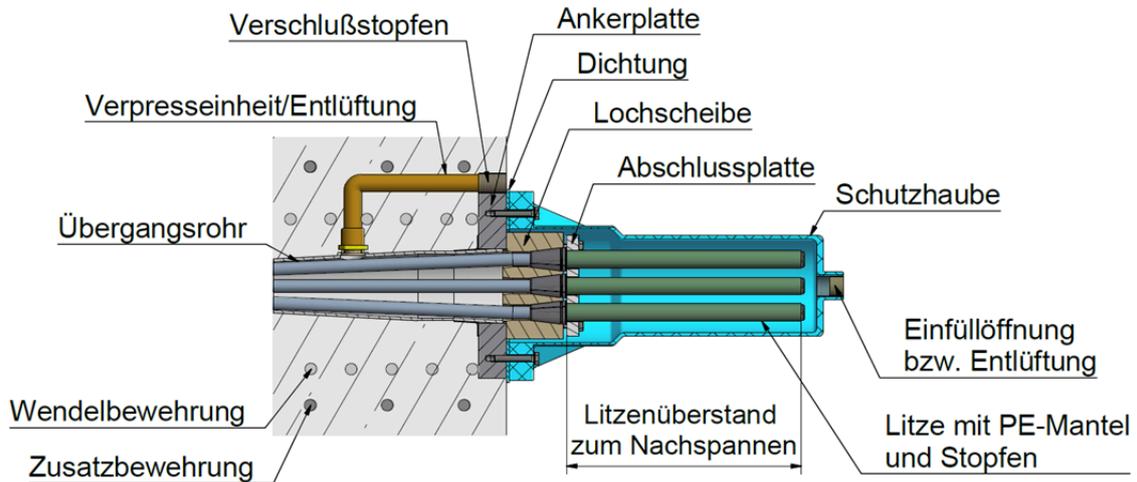
BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Technische Angaben BBV L12 E – BBV L31 E

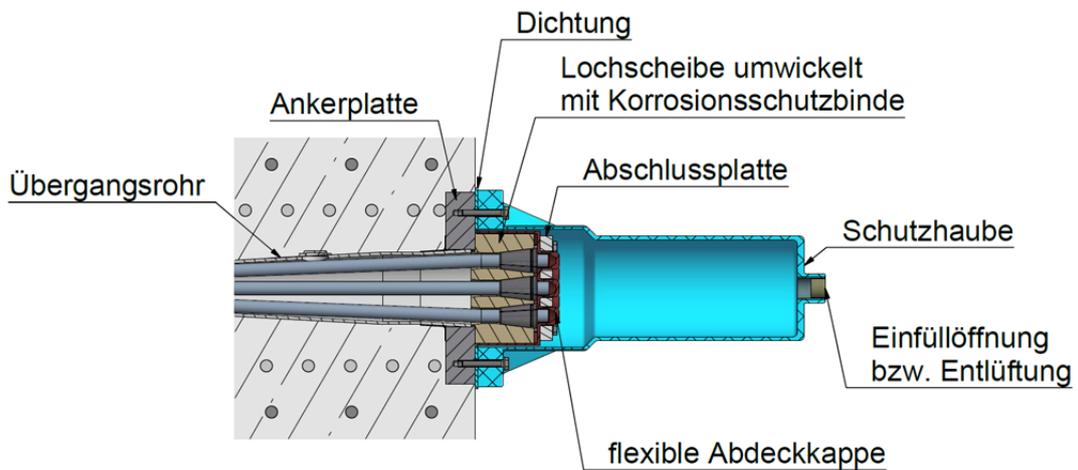
Anhang A2  
Seite 2 von 2

## Verankerungen mit Ankerplatten L3 E – L9 E

### Spannanker (S)



### Festanker (F)

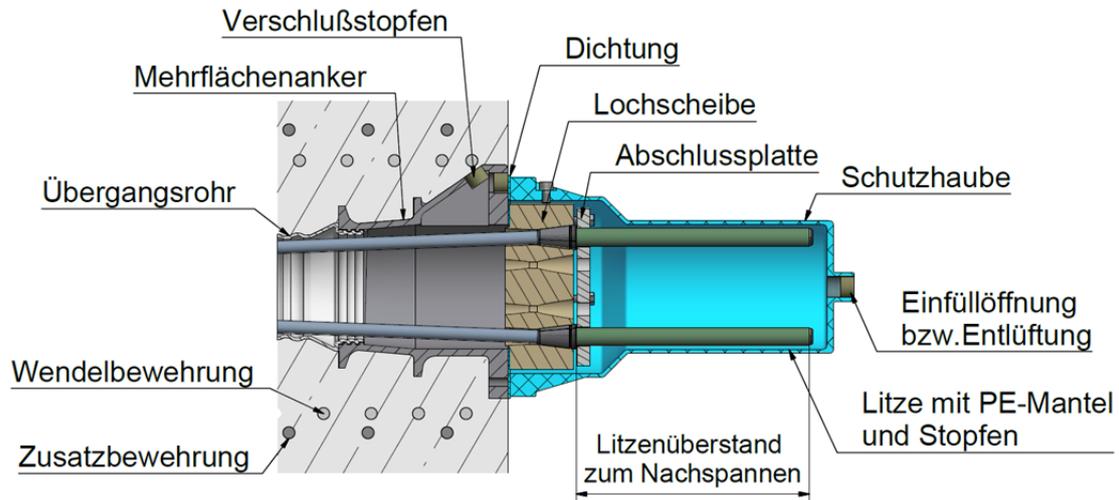


Alternativ:

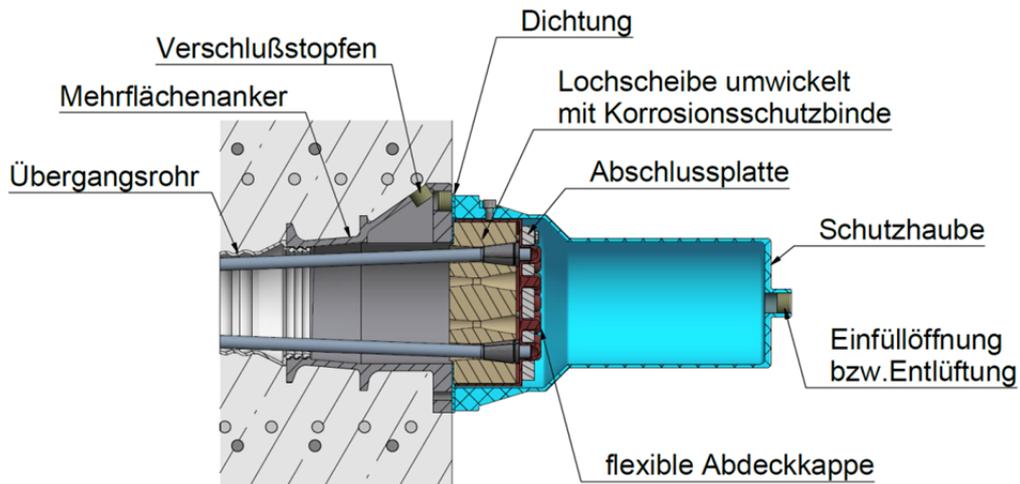
Bei Wegfall der flexiblen Abdeckkappe, muss die Schutzhaube mit Korrosionsschutzmasse verfüllt werden.

## Verankerungen mit Mehrflächenankern L12 E – L31 E

### Spannanker (S)



### Festanker (F)



Alternativ:

Bei Wegfall der flexiblen Abdeckkappe, muss die Schutzhaube mit Korrosionsschutzmasse verfüllt werden.

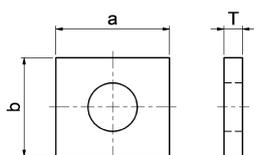
## Abmessungen der Einzelteile für die Verankerungen

Spannglied	Einheit	L3	L4	L5	L7	L7R	L9	L9R	L12	L15	L19	L22	L27	L31
<b>Ankerplatte, rechteckig</b>														
Seitenlänge	a	mm	160	180	195	215	250	-	-	-	-	-	-	-
Seitenlänge	b	mm	140	160	170	190	-	220	-	-	-	-	-	-
Dicke	T	mm	25	25	30	35	35	-	-	-	-	-	-	-
Lochdurchmesser		mm	72	81	83	93	113	-	-	-	-	-	-	-
<b>Ankerplatte, rund</b>														
Durchmesser	D	mm	-	-	-	-	230	-	265	-	-	-	-	-
Dicke	T	mm	-	-	-	-	35	-	35	-	-	-	-	-
Lochdurchmesser	DL	mm	-	-	-	-	93	-	113	-	-	-	-	-
<b>Mehrflächenanker</b>														
Durchmesser	D	mm	-	-	-	-	-	-	240	270	300	327	360	382
Höhe	H	mm	-	-	-	-	-	-	182	203	227	248	272	294
Dicke 1. Fläche	T	mm	-	-	-	-	-	-	22	23	27	28	32	34
Loch - ø, oben	Lo	mm	-	-	-	-	-	-	131	150	163	183	199	208
Loch - ø, unten	Lu	mm	-	-	-	-	-	-	123	139	148	165	176	182
<b>Lochscheibe</b>														
Durchmesser (Typ 2)	D	mm	104	114	120	133	160	180	194 <sup>1)</sup>	220	245	265	280	280
Dicke (Typ 2)	T	mm	45	50	50	50	50	61	60	77	77	91	87	87
Absatz (Typ 2)	A	mm	70	79	81	91	111	129	148	161	181	197	206	206
Lochkreis	e1	mm	45	54	56	66	86	2)	56	2)	2)	2)	2)	2)
Lochkreis	e2	mm	-	-	-	-	-	-	120	-	-	-	-	-
<b>Übergangsrohr</b>														
Min. Länge		mm	≥ 450	≥ 439	≥ 439	≥ 485	≥ 645	≥ 200	≥ 205	≥ 305	≥ 765	≥ 895	≥ 355	≥ 355

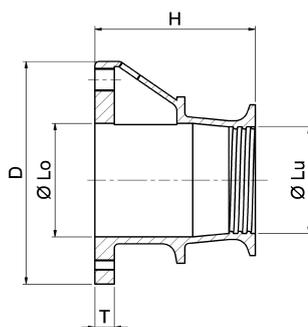
1) optional 200mm möglich; 2) Raster

**BBV L3; 4; 5; 7; 9 und 15**  
Alle Kone liegen auf ein oder zwei Teilkreisen (e1 und e2).

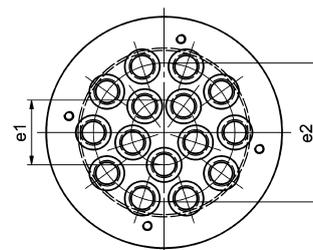
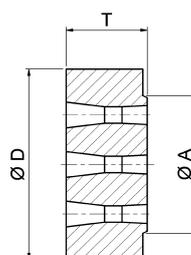
Ankerplatte, rechteckig



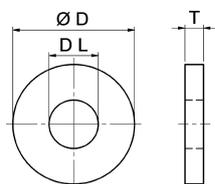
Mehrflächenanker



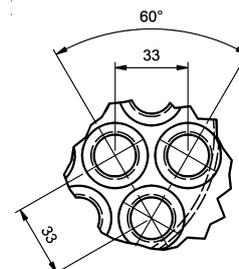
Lochscheibe



Ankerplatte, rund



**BBV L12; 19; 22; 27 und 31**  
Kone sind auf Geraden zu einem Raster angeordnet.



BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Abmessungen der Einzelteile für die Verankerungen

Anhang A5

## Achs- und Randabstände

Spanngliedbezeichnung		L3	L4	L5	L7	L7 R	L9	L9 R
	Einh.	Ankerplatte						
<b>Mindest-Achsabstand *</b>								
$f_{cmj,cube} \geq 30 \text{ N/mm}^2$	mm	215 x 190	245 x 220	275 x 245	325 x 285	305 x 305	370 x 325	350 x 350
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$	mm	200 x 175	230 x 205	260 x 230	305 x 270	290 x 290	345 x 305	325 x 325
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	mm	185 x 160	215 x 185	235 x 210	280 x 245	265 x 265	320 x 275	300 x 300
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$	mm	170 x 150	200 x 175	225 x 195	260 x 230	245 x 245	295 x 265	280 x 280
<b>Mindest-Randabstand **</b>								
$f_{cmj,cube} \geq 30 \text{ N/mm}^2$	mm	130 x 115	145 x 130	160 x 145	185 x 165	175 x 175	205 x 185	195 x 195
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$	mm	120 x 110	135 x 125	150 x 135	175 x 155	165 x 165	195 x 175	185 x 185
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	mm	115 x 100	130 x 115	140 x 125	160 x 145	155 x 155	180 x 160	170 x 170
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$	mm	105 x 95	120 x 110	135 x 100	150 x 135	145 x 145	210 x 155	160 x 160

Spanngliedbezeichnung		L12	L15	L19	L22	L27	L31
	Einh.	Mehrfächenanker					
<b>Mindest-Achsabstand *</b>							
$f_{cmj,cube} \geq 28 \text{ N/mm}^2$ (quadratisch)	mm	405	450	505	545	605	645
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$ (quadratisch)	mm	370	415	465	500	550	595
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ (quadratisch)	mm	340	380	430	460	510	545
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$ (quadratisch)	mm	325	360	405	435	485	520
<b>Mindest-Randabstand **</b>							
$f_{cmj,cube} \geq 28 \text{ N/mm}^2$ (quadratisch)	mm	225	245	275	295	325	345
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$ (quadratisch)	mm	205	230	255	270	295	320
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$ (quadratisch)	mm	190	210	235	250	275	295
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$ (quadratisch)	mm	185	200	225	240	265	280

\* Die Verankerungsabstände können in einer Richtung auf 85% der Tabellenwerte reduziert werden, wenn sie gleichzeitig in der anderen Richtung entsprechend vergrößert werden.

\*\* Minimaler Randabstand: Achsabstand/2 +20mm (Aufrunden in 5er Schritten)

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Achs- und Randabstände

Anhang A6

## Wendel und Zusatzbewehrung

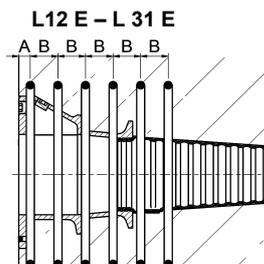
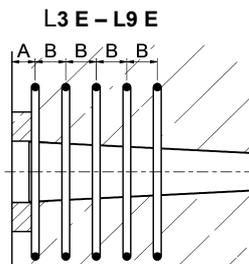
Spannmitgliedbezeichnung	Einheit	L3	L4	L5	L7	L9	L12	L15	L19	L22	L27	L31
		Ankerplatte					Mehrfächenanker					
<b>Wendel *</b>												
<b>Stabdurchmesser</b>												
$f_{cmj,cube} \geq 28/30 \text{ N/mm}^2$ **	mm	14	14	14	14	14	14	14	16	16	16	16
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$	mm	14	14	14	14	14	14	16	16	16	16	16
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	mm	14	14	14	14	14	14	14	16	16	16	16
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$	mm	14	14	14	14	14	14	14	16	16	16	16
<b>d außen *)</b>												
$f_{cmj,cube} \geq 28/30 \text{ N/mm}^2$ **	mm	140	160	180	200	240	300	345	390	430	490	520
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$	mm	135	150	170	190	230	300	340	380	410	450	480
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	mm	130	135	160	190	225	285	320	360	380	430	460
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$	mm	120	120	140	180	220	270	315	340	365	410	430
<b>min. Länge</b>												
$f_{cmj,cube} \geq 28/30 \text{ N/mm}^2$ **	mm	200	230	250	300	350	350	400	450	450	550	550
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$	mm	180	210	240	270	310	300	350	400	450	470	470
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	mm	170	200	220	250	290	300	300	350	350	450	450
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$	mm	160	180	200	250	275	250	250	300	300	350	350
<b>min. Ganghöhe</b>												
$f_{cmj,cube} \geq 28/30 \text{ N/mm}^2$ **	mm	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50	50
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$	mm	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50	50
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	mm	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50	50
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$	mm	40	40	40	50	50	50	50	50	50	50	50
<b>Windungen</b>												
$f_{cmj,cube} \geq 28/30 \text{ N/mm}^2$ **	n	6	7	7,5	7	8	8	9	10	10	12	12
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$	n	5,5	6,5	7	6,5	7	7	8	9	10	10,5	10,5
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	n	5,5	6	6,5	6	7	7	7	8	8	10	10
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$	n	5,0	5,5	7	6	6,5	6	6	7	7	8	8
<b>Zusatzbewehrung/Bügel ***</b>												
<b>Anzahl / ø</b>												
$f_{cmj,cube} \geq 28/30 \text{ N/mm}^2$ **	Anz. x ø	4 ø 10	4 ø 12	4 ø 14	4 ø 14	5 ø 14	6 ø 12	5 ø 14	6 ø 16	7 ø 16	11 ø 16	12 ø 16
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$	Anz. x ø	4 ø 10	5 ø 10	5 ø 12	5 ø 12	5 ø 14	6 ø 14	8 ø 14	7 ø 16	8 ø 16	9 ø 20	10 ø 20
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	Anz. x ø	4 ø 8	4 ø 12	5 ø 12	5 ø 12	5 ø 14	5 ø 16	6 ø 16	7 ø 16	6 ø 20	8 ø 20	10 ø 20
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$	Anz. x ø	4 ø 8	4 ø 10	4 ø 12	4 ø 12	6 ø 12	5 ø 16	6 ø 16	8 ø 16	8 ø 16	8 ø 20	9 ø 20
<b>Anordnung hinter Ankerplatte bzw. Ankerkörper</b>												
$f_{cmj,cube} \geq 28/30 \text{ N/mm}^2$ **	mm	45 / 60	45 / 70	50 / 75	55 / 95	55 / 80	50 / 70	50 / 95	50 / 90	50 / 80	60 / 60	60 / 55
$f_{cmj,cube} \geq 34 \text{ N/mm}^2$	mm	45 / 55	45 / 50	50 / 55	55 / 65	55 / 75	50 / 65	50 / 55	50 / 70	50 / 65	60 / 65	60 / 55
$f_{cmj,cube} \geq 40 \text{ N/mm}^2$	mm	45 / 55	45 / 60	50 / 50	55 / 60	55 / 70	50 / 70	50 / 65	50 / 60	50 / 75	60 / 65	60 / 55
$f_{cmj,cube} \geq 45 \text{ N/mm}^2$	mm	45 / 50	45 / 55	50 / 60	55 / 75	55 / 50	50 / 65	50 / 60	50 / 55	50 / 50	60 / 60	60 / 55

\* Nennmaße, Toleranzen beim DIBt hinterlegt

\*\*  $f_{cmj,cube} \geq 30 \text{ N/mm}^2$  gilt für BBV L3 bis L9 /  $f_{cmj,cube} \geq 28 \text{ N/mm}^2$  gilt für BBV L12 bis L31

\*\*\* Seitenlänge Bügel = Mindeststabsabstand – 20 mm

Prinzipischnen:



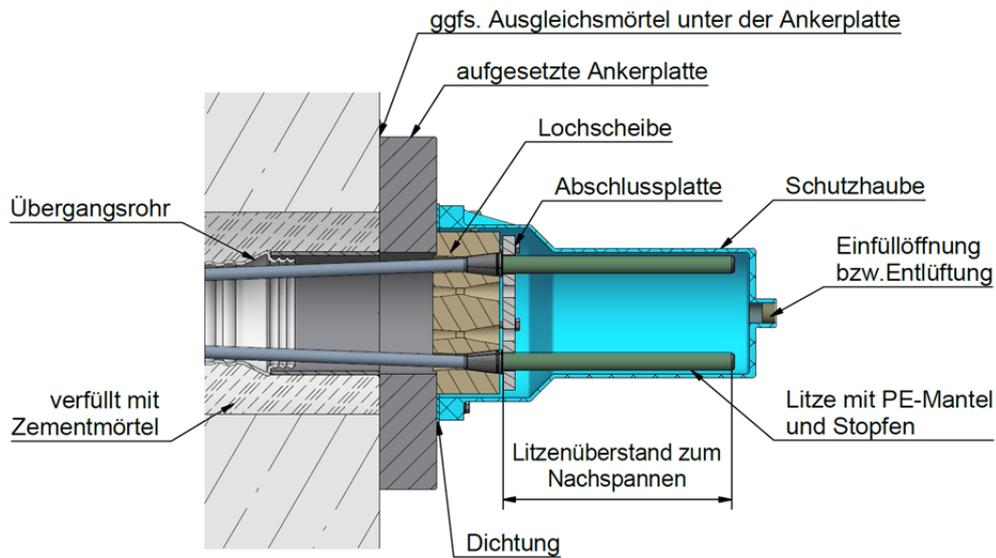
BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Wendel und Zusatzbewehrung

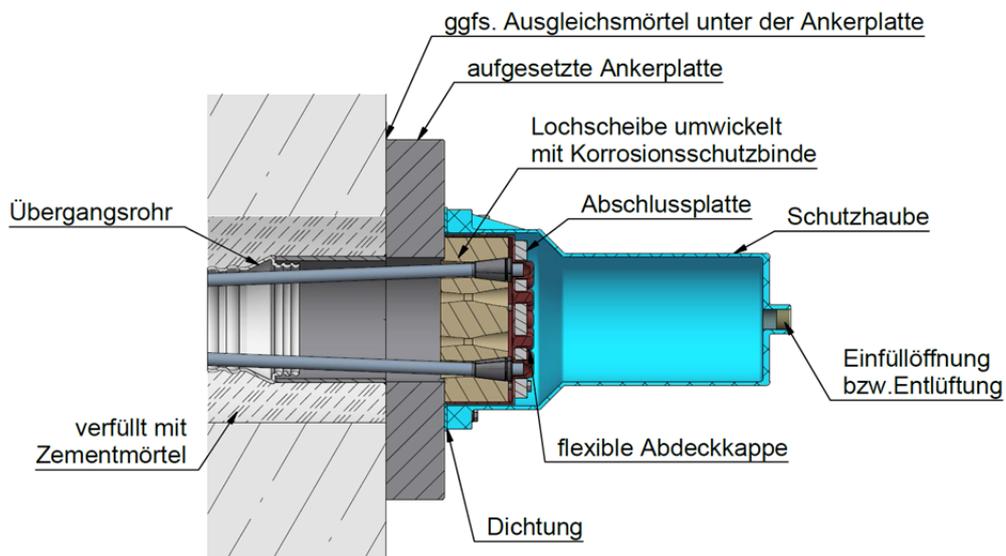
Anhang A7

## Verankerungen mit aufgesetzten Ankerplatten L3 E – L22 E

### Spannanker (S)



### Festanker (F)



Alternativ:

Bei Wegfall der flexiblen Abdeckkappe, muss die Schutzhaube mit Korrosionsschutzmasse verfüllt werden.

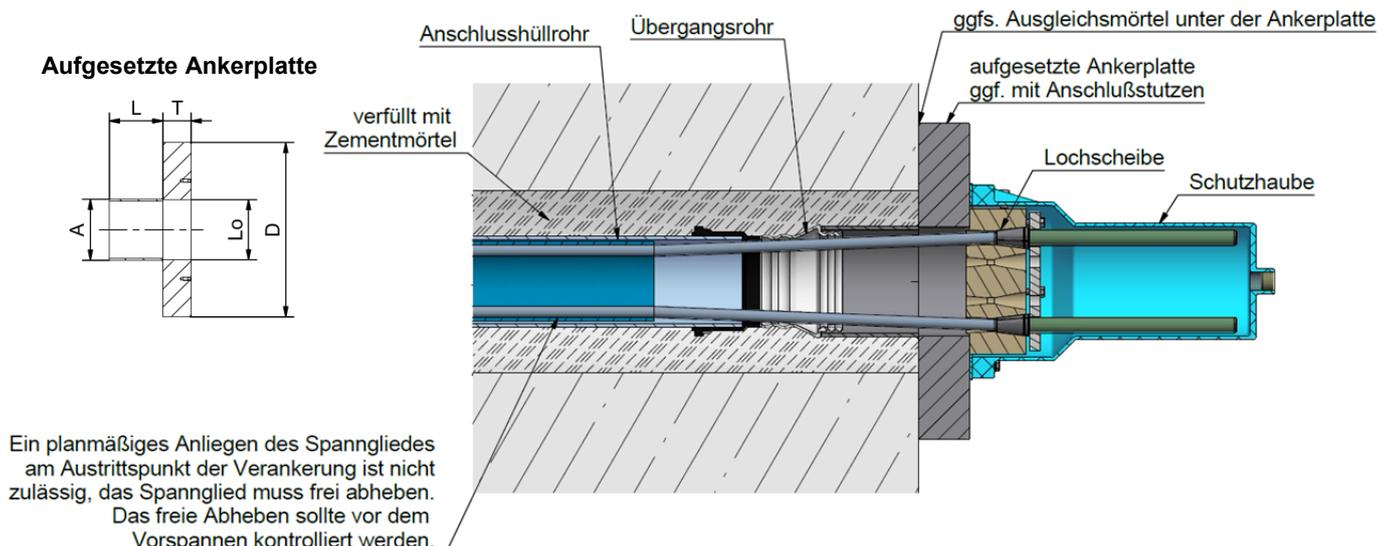
Elektronische Kopie der ETA des DIBt: ETA-11/0123

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Verankerungen mit aufgesetzten Ankerplatten L3 E – L22 E

Anhang 8  
Seite 1 von 2

## Verankerungen mit aufgesetzten Ankerplatten L3 E – L22 E



Spanngliedbezeichnung	Einh.	L3 E	L4 E	L5 E	L7 E	L9 E	L12 E	L15 E	L19 E	L22 E
<b>Ankerplatte</b>										
Außendurchmesser	D mm	240	255	275	310	345	390	435	485	515
Dicke	T mm	50	50	50	55	60	65	70	75	80
Lochdurchmesser	Lo mm	72	81	83	93	113	131	150	163	183
<b>Anschlussstutzen</b>										
Außendurchmesser	A mm	Kein Anschlussstutzen erforderlich					139,7	152	168,3	193,7
Länge	L mm						117	133	152	168
<b>Durchdringungsrohr oder Kernbohrung</b>										
max. Durchmesser	K mm	160	160	160	170	190	200	225	230	250
<b>Mindestfestigkeit des Betons bzw. des Ausgleichsmörtels beim Vorspannen</b>										
$f_{cmj, cube}$	MPa	38								
min. Achs-/ Randabstand *	mm	285 / 165	320 / 180	350 / 195	400 / 220	450 / 245	520 / 280	580 / 310	640 / 340	690 / 365

\* Randabstand: Achsabstand/2 + 20mm (Aufrunden in 5er Schritten)  
Die Achs-/Randabstände können von quadratisch auf rechteckig flächengleich umgerechnet werden, wobei die kürzere Seite minimal 85% der quadratischen Seitenlänge betragen darf. Die Verankerungsabstände können in einer Richtung auf 85% der Tabellenwerte reduziert werden, wenn sie gleichzeitig in der anderen Richtung entsprechend vergrößert werden.

**Hinweis:**

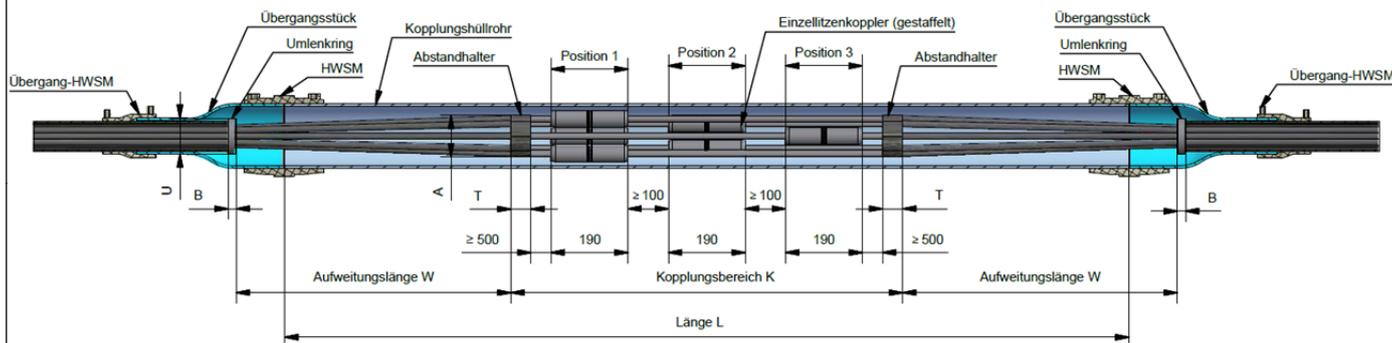
Bezüglich der Zusatzbewehrung ist Anhang B1 Abschnitt 2.6 zu beachten.

BBV Externes Spanverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Verankerungen mit aufgesetzten Ankerplatten L3 E – L22 E

Anhang A8  
Seite 2 von 2

## Einzellitzenkopplung (EÜK)

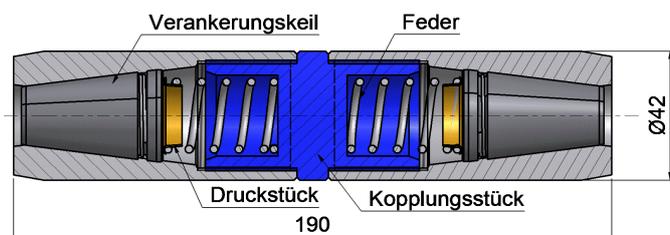


### Abmessung der Einzelteile

Alle Maße sind Mindestmaße!

Spanngliedbezeichnung	Einh.	L3 E	L4 E	L5 E	L7 E	L9 E	L12 E	L15 E	L19 E	L22 E	L27 E	L31 E	
<b>Abstandhalter</b>													
Außendurchmesser	A	mm	62	71	73	83	103	118	127	139	158	173	177
Dicke	$T_A$	mm	30	30	30	50	50	40	50	70	70	70	70
Lochkreis	e1	mm	45	54	56	66	86	*Raster	56	*Raster	*Raster	*Raster	*Raster
Lochkreis	e2	mm							120				
<b>Umlenkring</b>													
Außendurchmesser	U	mm	60,3	73	73	88,9	88,9	101,6	127	133	133 / 152,4	152,4	168,3
Rohrwanddicke	$T_U$	mm	5	5	5	6,3	6,3	5	8	11	11 / 12,5	12,5	14,2
Breite	B	mm	20	20	20	20	20	20	20	25	25 / 30	30	30
<b>Kopplungshüllrohr</b>													
Länge, min.	L	mm	2500	2330	2550	2730	2990	3050	3710	3720	3980	4000	4370
Aufweitungslänge	W	mm	450	520	480	550	680	680	1030	1010	1140	1130	1300
Kopplungsbereich, min.	K	mm	1830	1540	1830	1870	1870	1850	1870	1910	1910	1910	1910
Innendurchmesser		mm	96,8	110,2	110,2	147,6	147,6	184,6	184,6	184,6	184,6 / 230,8	230,8	230,8
Rohrwanddicke		mm	6,6	7,4	7,4	6,2	6,2	7,7	7,7	7,7	7,7 / 9,6	9,6	9,6
Außendurchmesser		mm	110	125	125	160	160	200	200	200	200 / 250	250	250
<b>Hüllrohr aus PE; SDR 17</b>													
Innendurchmesser		mm	40,8	53,6	53,6	66,0	66,0	79,2	96,8	96,8	96,8 / 110,2	110,2	123,4
Rohrwanddicke		mm	4,6	4,7	4,7	4,5	4,5	5,4	6,6	6,6	6,6 / 7,4	7,4	8,3
Außendurchmesser		mm	50	63	63	75	75	90	110	110	#110 / 125	125	140
<b>Hüllrohr aus PE; SDR 22</b>													
Innendurchmesser		mm							100	100	100 / 113,6	113,6	127,2
Rohrwanddicke		mm							5,0	5,0	5,0 / 5,7	5,7	6,4
Außendurchmesser		mm							110	110	#110 / 125	125	140

### Abmessung Einzellitzenkopplung



#### Hinweis:

Beim Einbau der Keile ist auf die Beschriftung zu achten. Keilsätzen für die Verankerung der 150mm<sup>2</sup> Litze (0.62") tragen an der Oberseite den Aufdruck 0.62

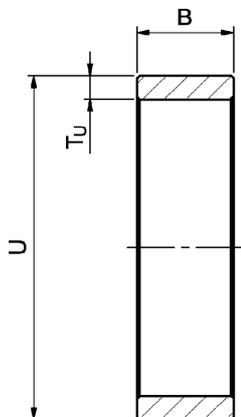
BBV Externes Spanungsverfahren Typ E

Produktbeschreibung  
Einzellitzenkopplung EÜK

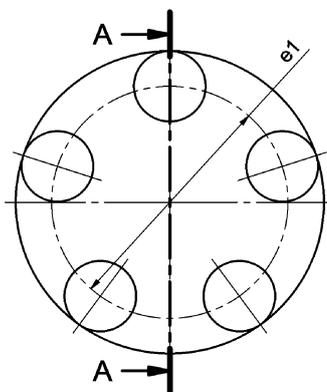
Anhang A9  
Seite 1 von 2

## Einzellitzenkopplung (EÜK)

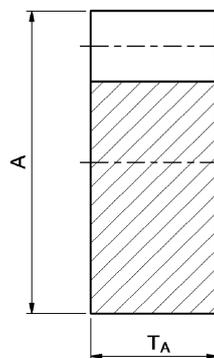
Umlenkring



Abstandhalter (hier dargestellt L5)



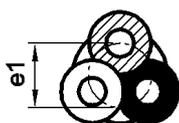
A-A



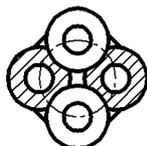
Angaben zum Teilkreis oder Raster siehe Positionen der Einzellitzen

Positionen der Einzellitzen

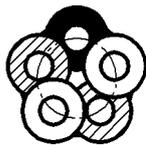
BBV L3E



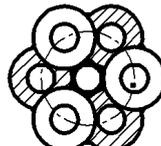
BBV L4E



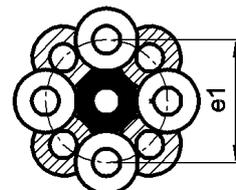
BBV L5E



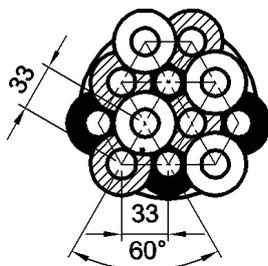
BBV L7E



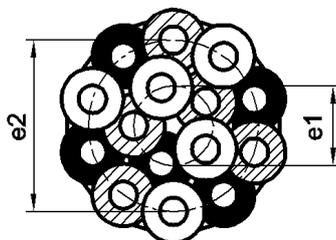
BBV L9E



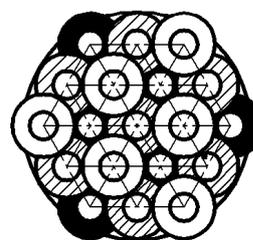
BBV L12E



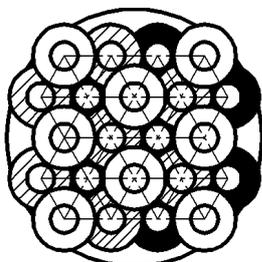
BBV L15E



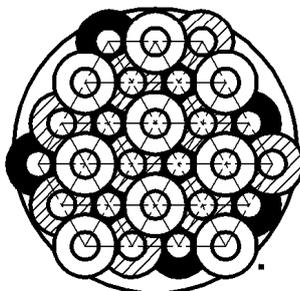
BBV L19E



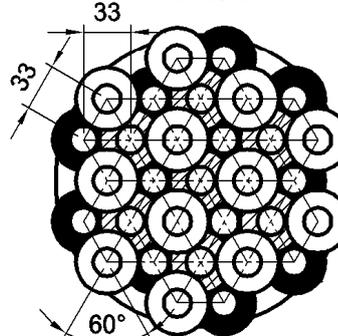
BBV L22E



BBV L27E



BBV L31E



Position 1



Position 2



Position 3

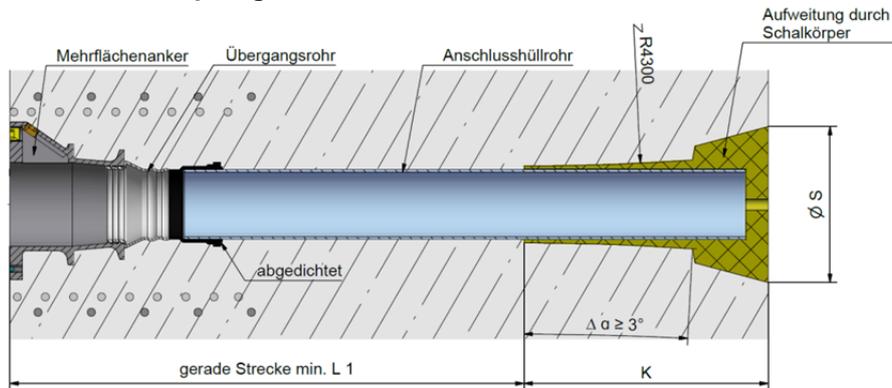
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Produktbeschreibung  
Einzellitzenkopplung EÜK

Anhang A9  
Seite 2 von 2

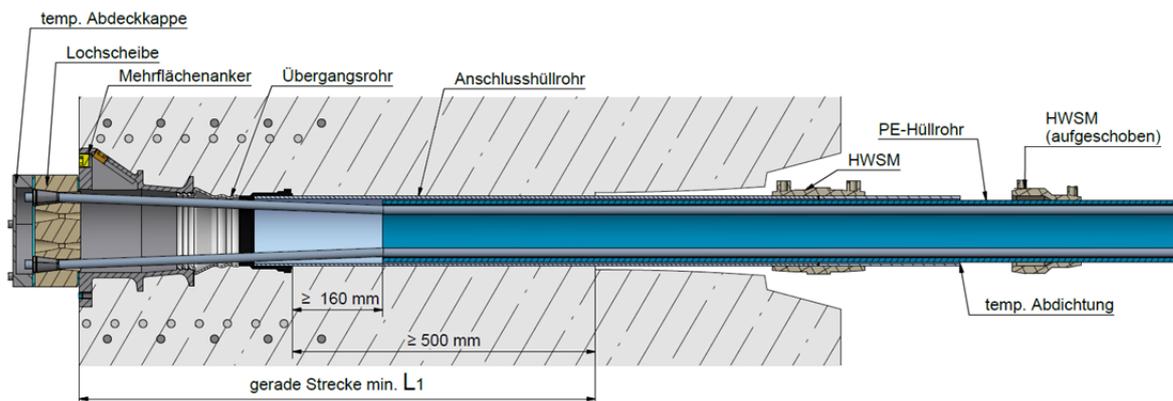
## Anschluss Festanker (F) – Hüllrohrstrang

### 1. Bauzustand mit Schalkkörper, gerades Anschlusshüllrohr

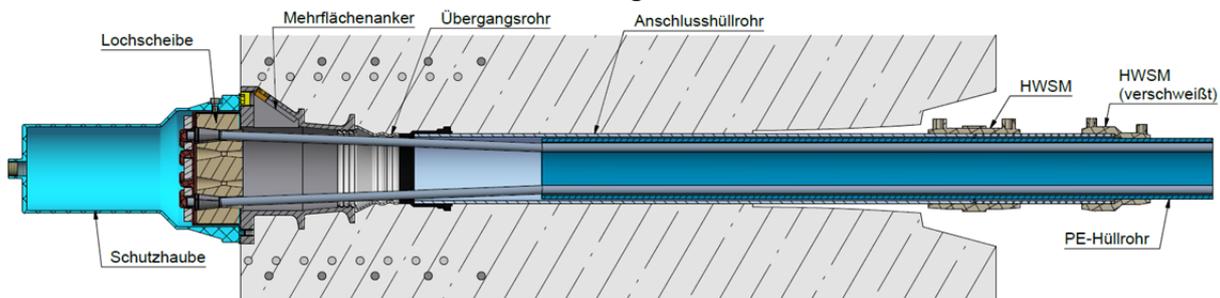


Hinweis zur Aufweitung Schalkkörper  $\varnothing S$  und Länge K: In Abhängigkeit der gewählten Schweißmuffe sind nach Rücksprache mit BBV Systems GmbH auch kleinere Aufweitungen möglich (analog in Anlage A11).

### 2. Zustand vor dem Spannvorgang, Anschluss des Hüllrohrstrangs



### 3. Endzustand, Anschluss des Hüllrohrstrangs



HWSM = Heizwendelschweißmuffe

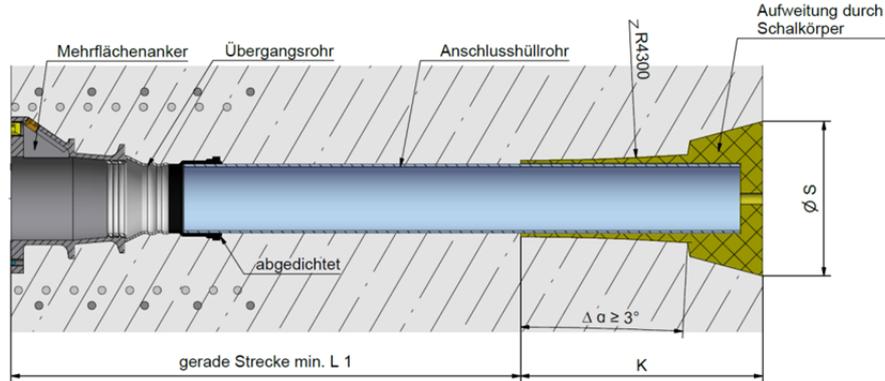
BBV Externes Spanverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Anschluss Festanker (F) - Hüllrohrstrang

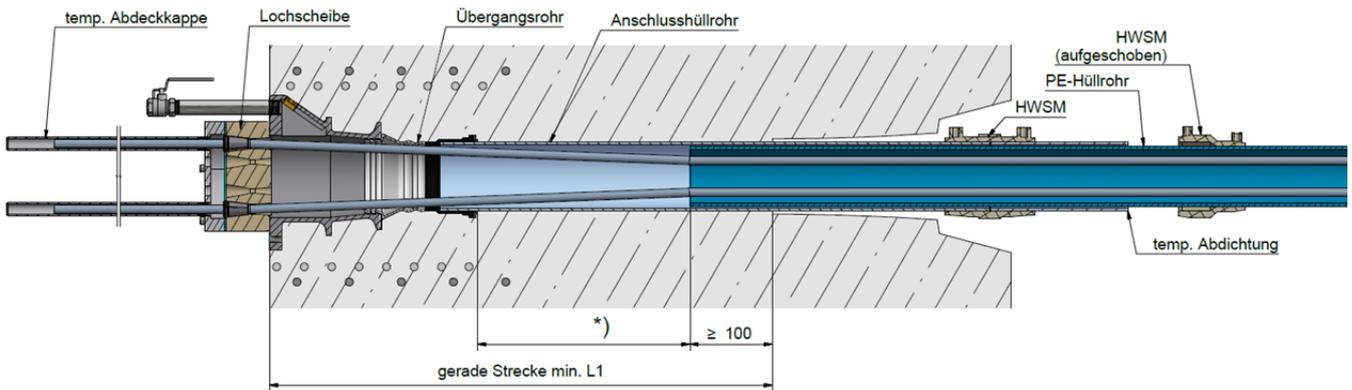
Anhang A10

## Anschluss Spannanker (S) – Hüllrohrstrang

### 1. Bauzustand mit Schalkkörper, gerades Anschlusshüllrohr

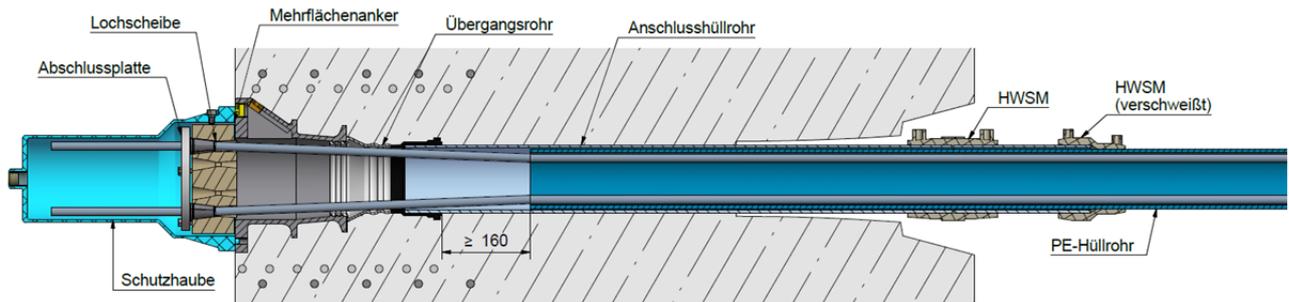


### 2. Zustand vor dem Spannvorgang, Anschluss des Hüllrohrstrangs



\*)  $\geq$  Spannweg + 160mm + ggf. Nachspannweg oder  $\geq$  500mm (der größere Wert ist maßgebend!)

### 3. Endzustand, Anschluss des Hüllrohrstrangs



Spanngliedbezeichnung	Einh.	L3 E	L4 E	L5 E	L7 E	L9 E	L12 E	L15 E	L19 E	L22 E	L27 E	L31 E
<b>Außendurchmesser Hüllrohr</b>	mm	50	63	63	75	75	90	110	110	110/125	125	140
<b>Anschlusshüllrohr</b>												
Außendurchmesser	mm	63	75	75	90	90	110	125	125	140	140	160
Mindestwanddicke	mm	4,3	4,3	4,3	5,1	5,1	6,3	4,8	4,8	4,3	4,3	6,2
Aufweitung Schalkkörper ØS	mm	201	213	213	233	238	263	279	285	288/285	311	330
Länge Schalkkörper K	mm	338	331	331	348	411	421	435	519	575/512	613	592
<b>gerade Strecke min. L1</b>												
Hüllrohr aus PE SDR 17	mm	660	780	860	870	1100	1270	1530	1440	1420/1710	1870	2370
Hüllrohr aus PE SDR 22	mm	-	-	-	-	-	-	1580	1500	1480/1760	2020	2430

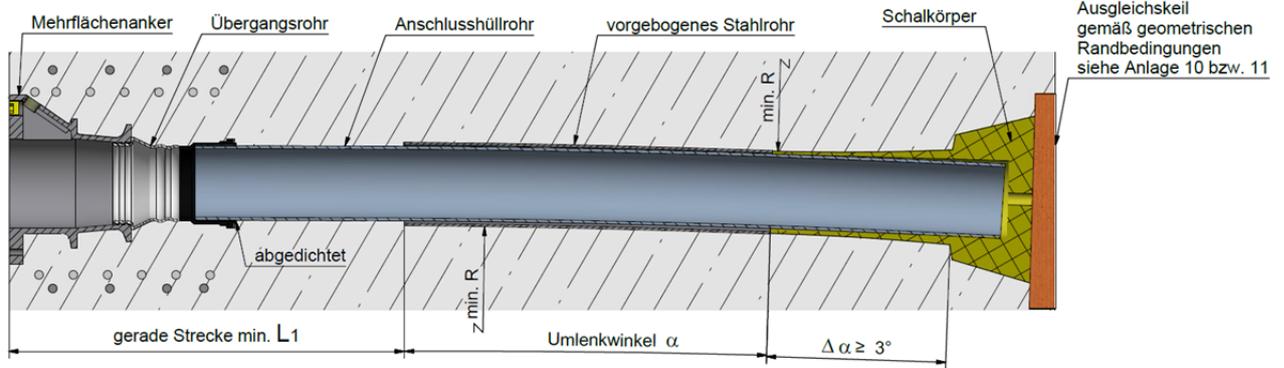
BBV Externes Spanverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Anschluss Spannanker (S) - Hüllrohrstrang

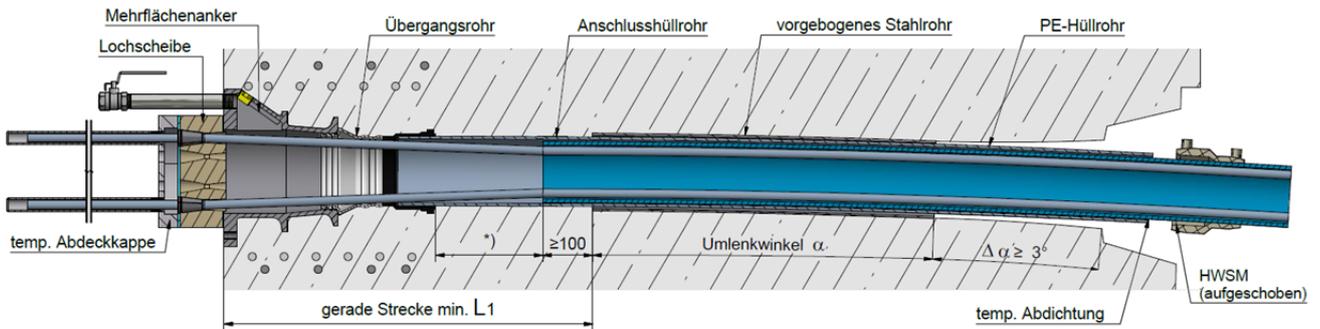
Anhang A11

## Anschluss ankernahe Umlenkung am Spannanker

### 1. Bauzustand mit Schalkkörper, Anschlusshüllrohr, vorgebogenes Stahlrohr

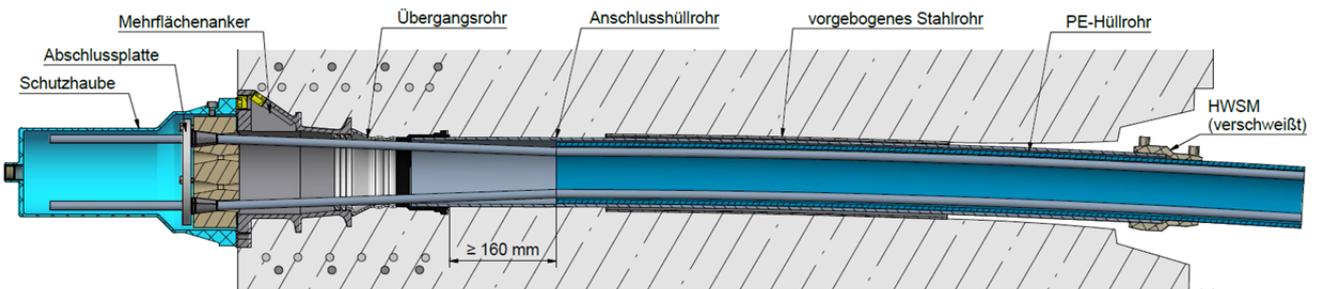


### 2. Zustand vor dem Spannvorgang, Anschluss des Hüllrohrstrangs



\*)  $\geq$  Spannweg + 160mm + ggf. Nachspannweg oder  $\geq$  500mm (der größere Wert ist maßgebend!)

### 3. Endzustand, Anschluss des Hüllrohrstrangs



Spanngliedbezeichnung	Einh.	L3 E	L4 E	L5 E	L7 E	L9 E	L12 E	L15 E	L19 E	L22 E	L27 E	L31 E
<b>Außendurchmesser Hüllrohr</b>	mm	50	63	63	75	75	90	110	110	110/125	125	140
<b>Anschlusshüllrohr</b>		Abmessungen siehe Anhang 11										
Aufweitung Schalkkörper ØS												
Länge Schalkkörper K												
<b>gerade Strecke min. L1</b>												
Hüllrohr aus PE SDR 17	mm	910	1150	910	1270	1300	1410	1940	1650	1660/1940	2080	2360
Hüllrohr aus PE SDR 22	mm	-	-	-	-	-	-	1940	1650	1670/1940	2080	2420
<b>gebogenes Stahlrohr</b>												
Außendurchmesser $d_s$	mm	76,1	88,9	88,9	101,6	101,6	127	139,7	139,7	159	159	177,8
Wandstärke	mm	2,9	3,2	3,2	3,6	3,6	4,0	4,0	4,0	4,5	4,5	5,0

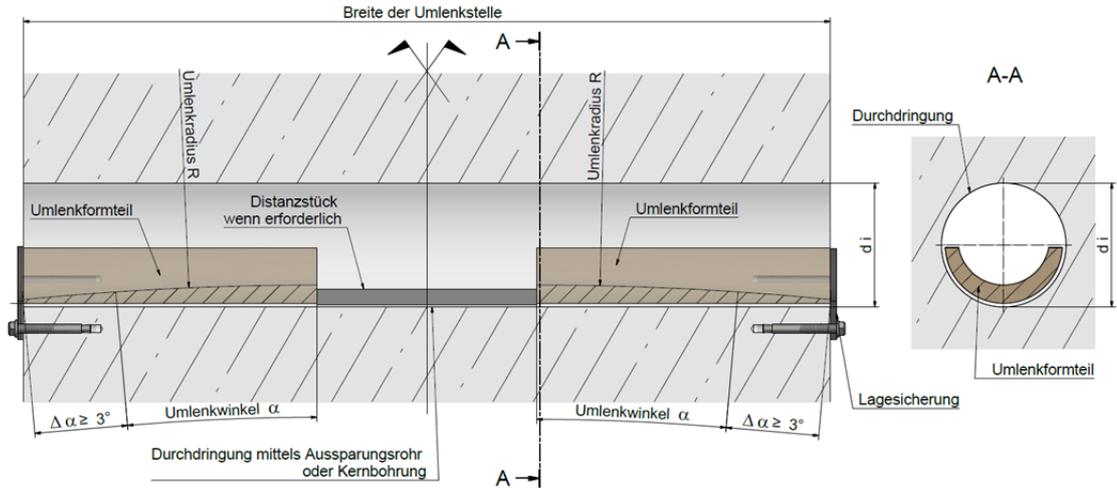
BBV Externes Spanverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Anschluss ankernahe Umlenkung am Spannanker

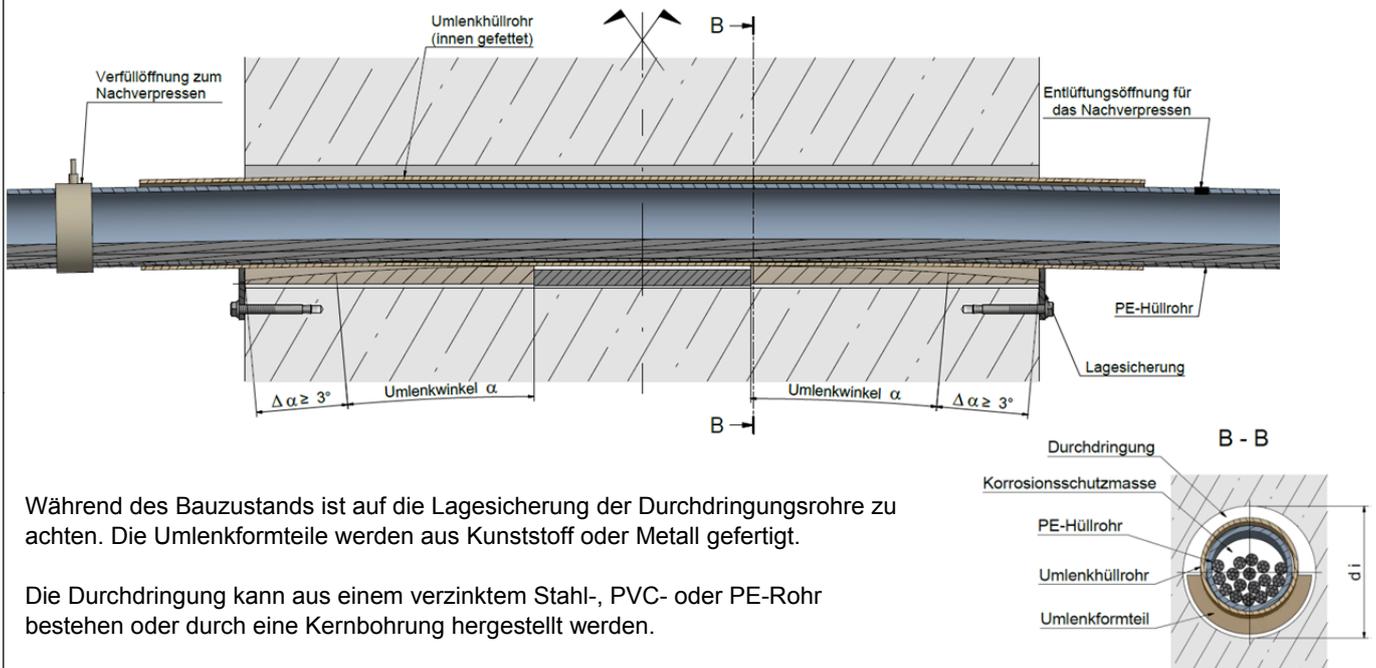
Anhang A12

## Umlenkung Typ F: Durchdringung mit eingelegten Umlenkformteilen

### Bauzustand



### Endzustand



Während des Bauzustands ist auf die Lagesicherung der Durchdringungsrohre zu achten. Die Umlenkformteile werden aus Kunststoff oder Metall gefertigt.

Die Durchdringung kann aus einem verzinktem Stahl-, PVC- oder PE-Rohr bestehen oder durch eine Kernbohrung hergestellt werden.

Spanngliedbezeichnung	Einh.	L3 E	L4 E	L5 E	L7 E	L9 E	L12 E	L15 E	L19 E	L22 E	L27 E	L31 E
Außendurchmesser Hüllrohr	mm	50	63	63	75	75	90	110	110	110/125	125	140
Zusätzl. Umlenkwinkel $\Delta\alpha$	°	$\geq 3$										
<b>Umlenküllrohr</b>												
Außendurchmesser	mm	63	75	75	90	90	110	125	125	125/140	140	160
Wandstärke	mm	4,3	4,3	4,3	5,1	5,1	6,3	4,8	4,8	4,8/4,3	4,3	6,2
Durchdringung $d_i$	mm	Nach Rücksprache mit BBV Systems										

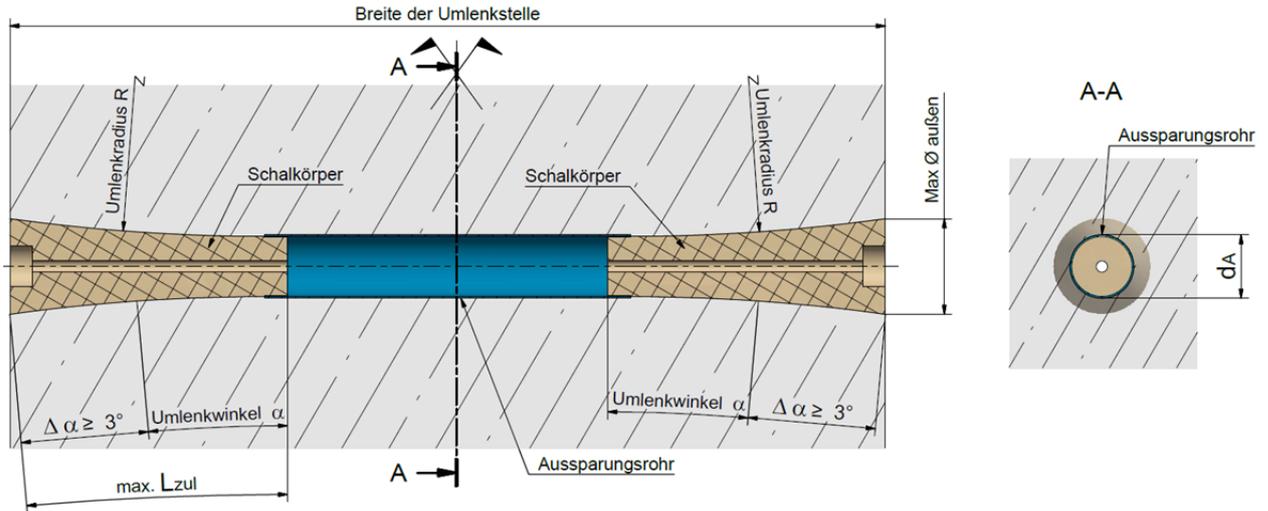
BBV Externes Spanungsverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Umlenkung Typ F

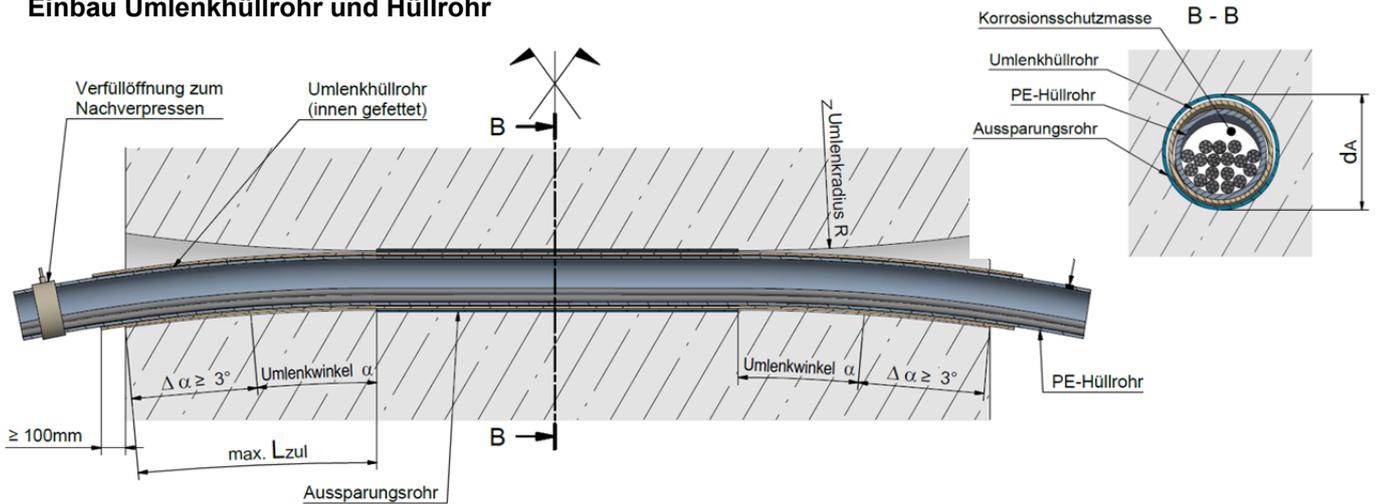
Anhang A13

## Umlenkung Typ S: Durchdringung mit eingelegten Schalkkörpern

### Bauzustand



### Einbau Umlenkhüllrohr und Hüllrohr



Während des Bauzustands ist auf die Lagesicherung der Schalkkörper und des Aussparungsrohrs zu achten.  
Das Aussparungsrohr kann aus verzinktem Stahl, PVC oder PE bestehen oder durch eine Kernbohrung hergestellt werden.

Spanngliedbezeichnung	Einh.	L3 E	L4 E	L5 E	L7 E	L9 E	L12 E	L15 E	L19 E	L22 E	L27 E	L31 E
Außendurchmesser Hüllrohr	mm	50	63	63	75	75	90	110	110	110/125	125	140
Umlenkwinkel $\alpha$	°	$\leq 5$										
Zusätzl. Umlenkwinkel $\Delta\alpha$	°	$\geq 3$										
Zul. Umlenklänge max. $L_{zul}$		100	170	170	240	240	410	750	750	750/1100	1100	1500
<b>Umlenküllrohr</b>												
Außendurchmesser	mm	63	75	75	90	90	110	125	125	125/140	140	160
Wandstärke	mm	4,3	4,3	4,3	5,1	5,1	6,3	4,8	4,8	4,8/4,3	4,3	6,2
<b>Aussparungsrohr</b>												
Außendurchmesser $d_A$	mm	75	90	90	110	110	125	140	140	140/160	160	180
Wandstärke	mm	3,6	4,3	4,3	5,3	5,3	6	4,1	4,1	4,1/7,7	7,7	8,6
<b>Schalkörper MaxØaußen</b>	mm	Abhängig von Spanngliedgröße und gewähltem Umlenkwinkel										

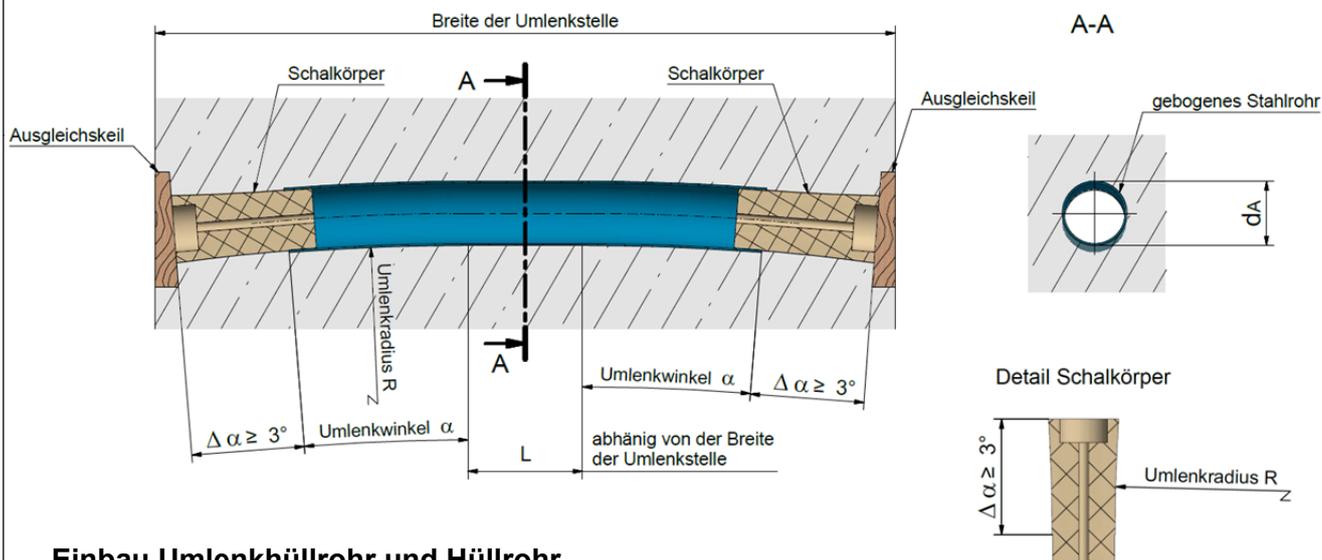
BBV Externes Spanverfahren Typ E

Produktbeschreibung  
Umlenkung Typ S

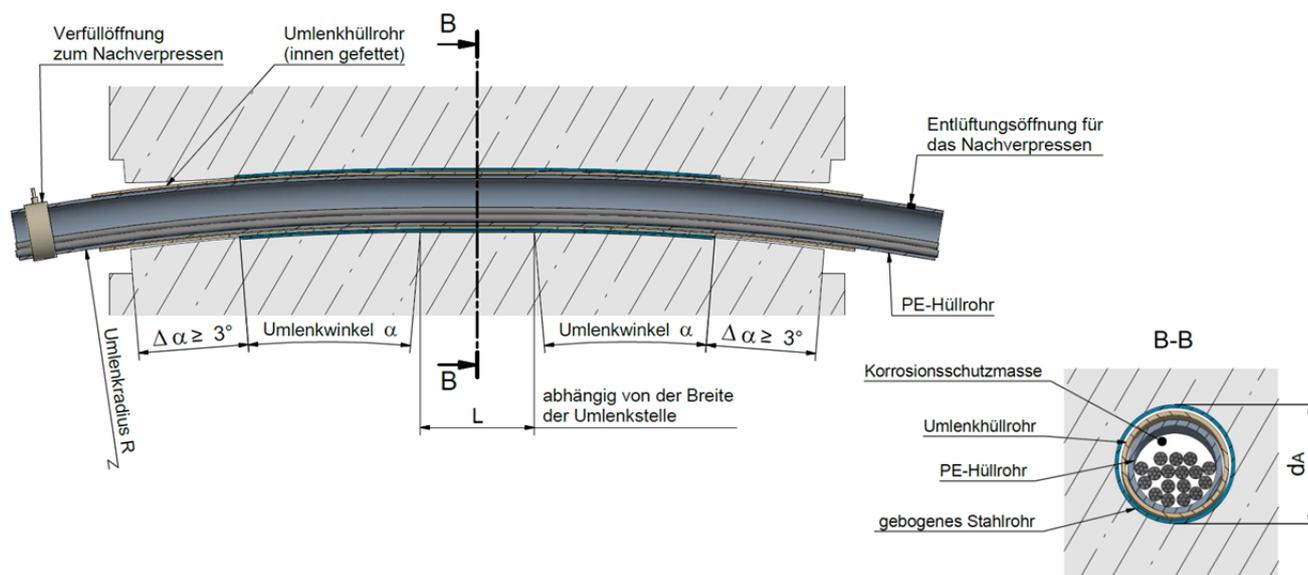
Anhang A14

## Umlenkung Typ R: Durchdringung mit vorgebogenem Rohr

### Bauzustand



### Einbau Umlenküllrohr und Hüllrohr



Die Schalkörper (vgl. Umlenkung Typ S) werden an beiden Enden des Durchdringungsrohres (Stahl, verzinkt) angeschlossen und sehen die Umlenkung mit dem unplanmäßigen Winkel  $\Delta\alpha$  vor.

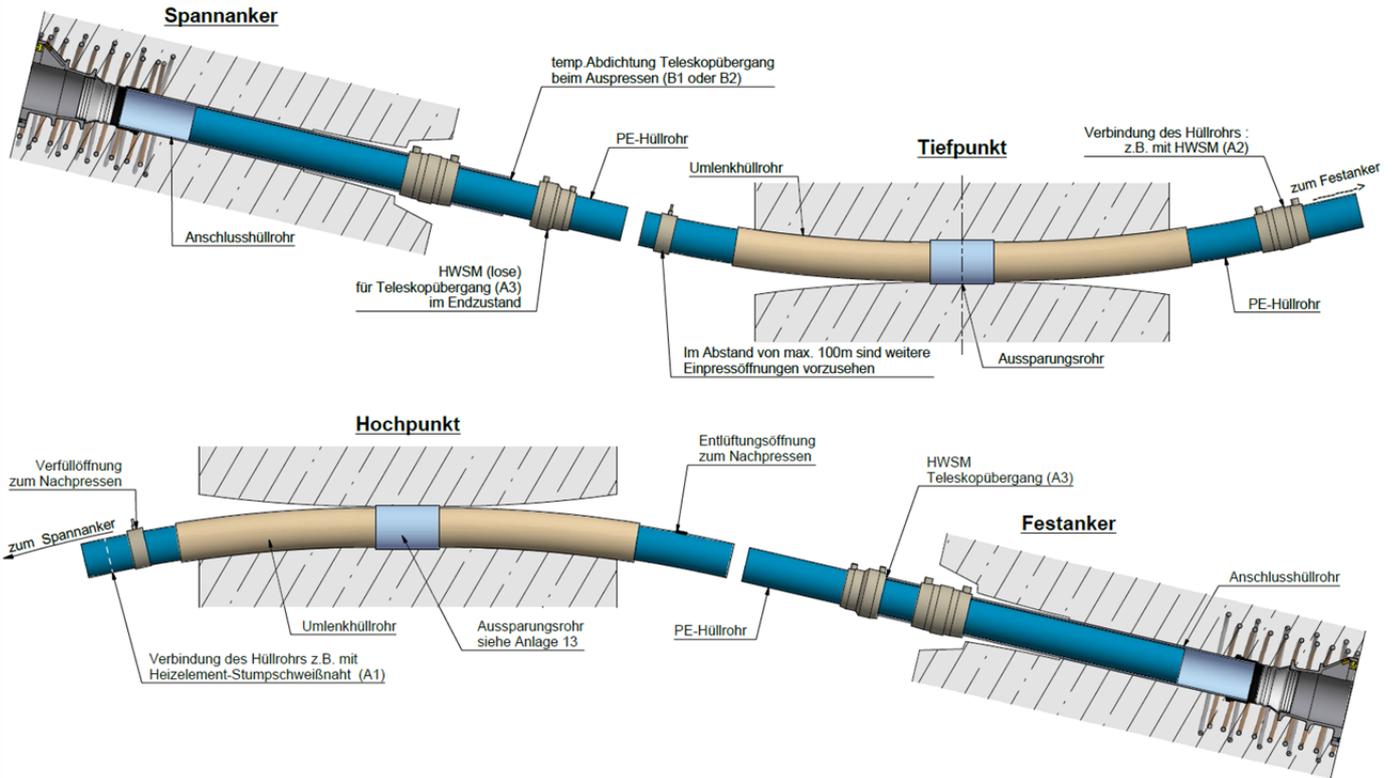
Spanngliedbezeichnung	Einheit	L3 E	L4 E	L5 E	L7 E	L9 E	L12 E	L15 E	L19 E	L22 E	L27 E	L31 E
<b>Außendurchmesser Hüllrohr</b>	mm	50	63	63	75	75	90	110	110	110/125	125	140
<b>Zusätzl. Umlenkwinkel <math>\Delta\alpha</math></b>	°	$\geq 3$										
<b>Umlenküllrohr</b>												
Außendurchmesser	mm	63	75	75	90	90	110	125	125	125/140	140	160
Wandstärke	mm	4,3	4,3	4,3	5,1	5,1	6,3	4,8	4,8	4,8/1,3	4,3	6,2
<b>gebogenes Stahlrohr</b>												
Außendurchmesser $d_A$	mm	76,1	88,9	88,9	101,6	101,6	127	139,7	139,7	139,7/159	159	177,8
Wandstärke	mm	2,9	3,2	3,2	3,6	3,6	4,0	4,0	4,0	4,0/4,5	4,5	5

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Produktbeschreibung  
Umlenkung Typ R

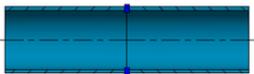
Anhang A15

## Verrohrungsschema mit Verbindungen und Stößen

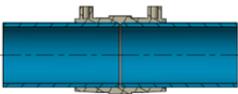


### A) Zugfeste Verbindungen und Stöße

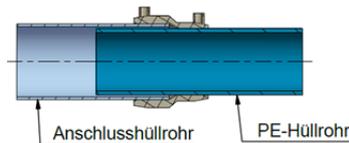
A1) Heizelement-Stumpfschweißen (HS)



A2) Heizwendelschweißen (HM)

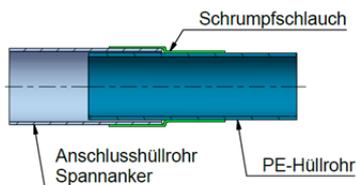


A3) Übergangsschweißmuffe (Teleskopübergang)

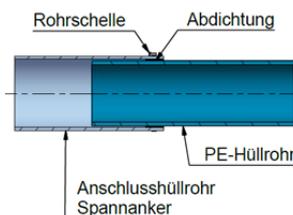


### B) Temporäre Abdichtung des Teleskopübergangs

B1) Schrumpfschlauch



B2) Abdichtung O-Ring/Rohrschelle



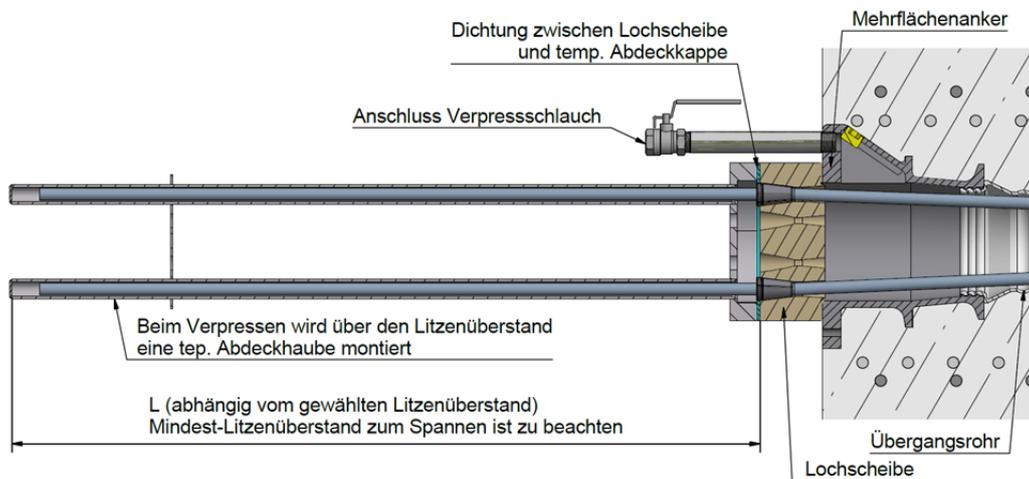
BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Verrohrungsschema mit Verbindung und Stößen

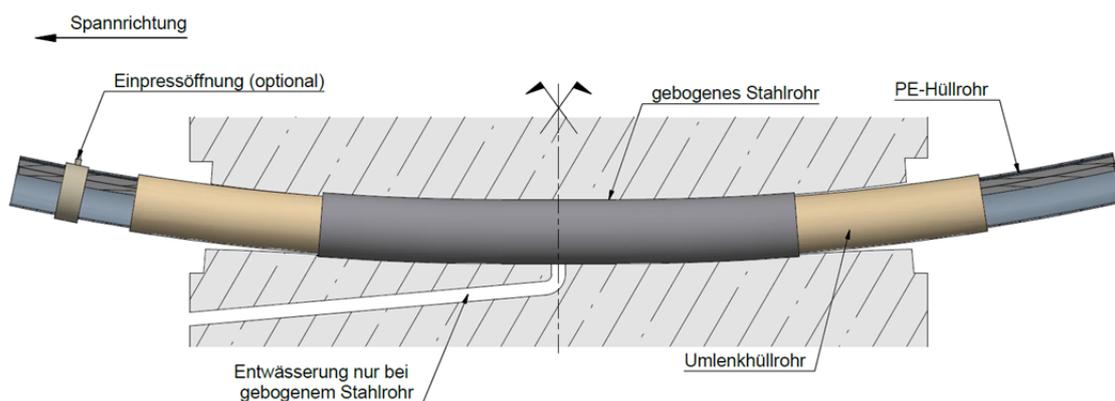
Anhang A16

## Verfüllen des Hüllrohrs und Anschlusspunkte

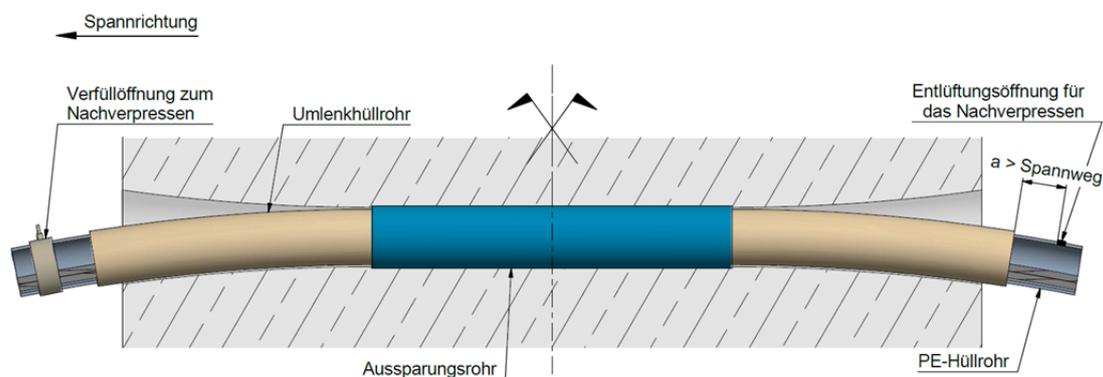
### Anker (hier Spannanker)



### Tiefpunkt (Optionale zusätzliche Einpressöffnung)



### Hochpunkt (Nachverpressen)



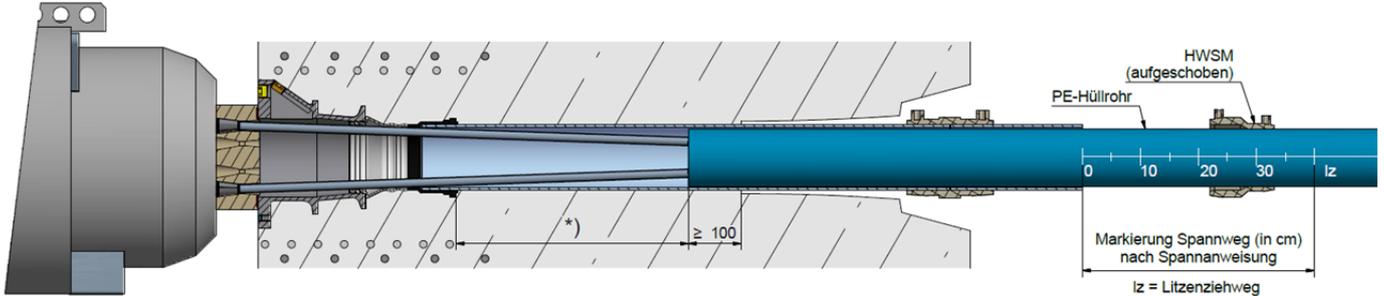
BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Verfüllen des Hüllrohrs und Anschlusspunkte

Anhang A17

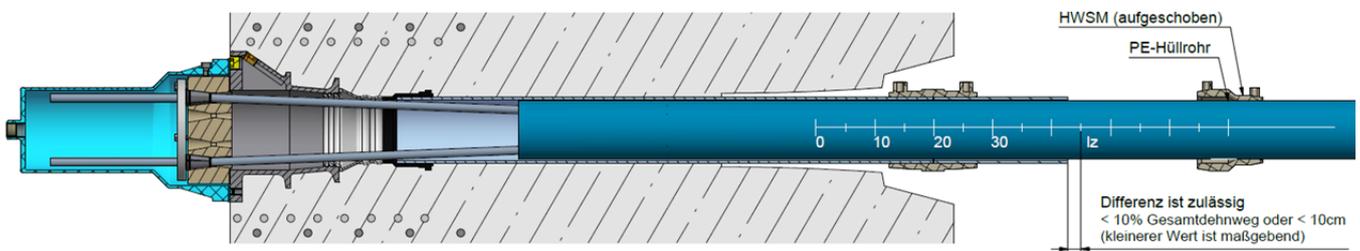
## Markierung des Litzenstanzweges auf dem Hüllrohr

**Spannanker (S) vor dem Spannen**  
(Nullmessung zur Bestimmung der inneren Gleitung nach dem Straffen)

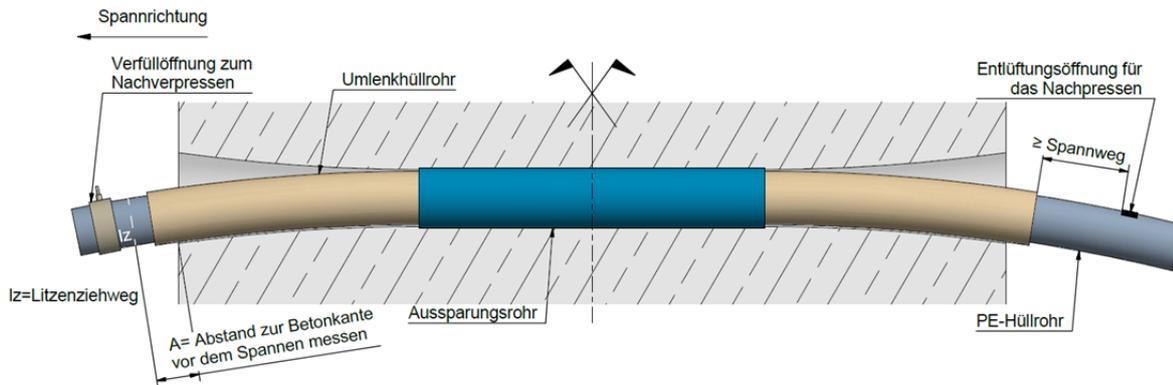


\*)  $\geq$  Spannweg + 160mm + ggf. Nachspannweg oder  $\geq$  500mm (der größere Wert ist maßgebend!)

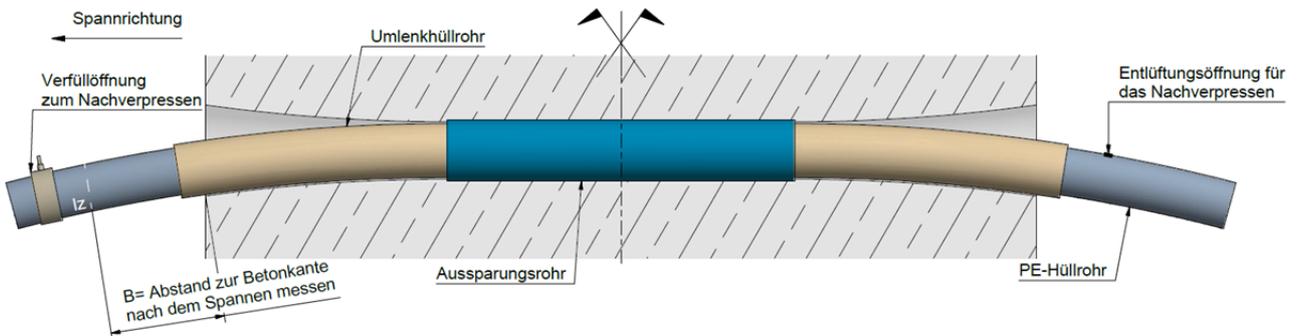
**Spannanker (S) nach dem Spannen**



**Umlenkstelle vor dem Spannen (Nullmessung nach dem Straffen)**



**Umlenkstelle nach dem Spannen**



Hinweis: Die Differenz B – A muss  $<$  10 % des Gesamtdehnweges oder  $<$  10 cm sein (kleinerer Wert ist maßgebend!)

Elektronische Kopie der ETA des DIBt: ETA-11/0123

BBV Externes Spanverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Markierung Litzenstanzweg auf dem Hüllrohr

Anhang A18

## Abmessungen und Eigenschaften der 7-dräftigen Spannstahlilitzen

Bezeichnung	Symbol	Einheit	Wert	
Zugfestigkeit	$R_m/F_{pk}$	MPa	1770 oder 1860	
<b>Litze</b>				
Nenn Durchmesser	D	mm	15,3	15,7
Nennquerschnittsfläche	$A_p$	mm <sup>2</sup>	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	
<b>Einzeldrähte</b>				
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-dräftige Spannstahlilitzen in Übereinstimmung mit den nationalen Bestimmungen und den charakteristischen Werten in der obigen Tabelle verwendet werden.

BBV Externes Spanverfahren Typ E

**Produktbeschreibung**  
Abmessungen und Eigenschaften der 7-dräftigen Spannstahlilitze

Anhang A19

## 1 Verwendung

Das Spannverfahren ist zur externen Vorspannung von Spannbetonbauteilen aus Normalbeton vorgesehen. Die Spannglieder müssen außerhalb des Betonquerschnitts, aber innerhalb der Bauteilhöhe liegen. Die Bauteile sind gemäß den nationalen Regeln zu bemessen.

Optionale Nutzungskategorien:

- Nachspannbare Spannglieder
- Austauschbare Spannglieder
- Anwendung in Verbundbauwerken

## 2 Nachweisverfahren

### 2.1 Allgemeines

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

### 2.2 Spannglieder

Vorspann- und Überspannkraften sind in den jeweiligen nationalen Bestimmungen angegeben. Die auf ein Spannglied aufgebrauchte Höchstkraft  $P_{max}$  darf die in Tabelle B1 (140 mm<sup>2</sup>) oder Tabelle B2 (150 mm<sup>2</sup>) angegebene Kraft  $P_{max} = 0,9 A_p f_{p0,1k}$  nicht überschreiten. Die Vorspannkraft  $P_{m0}(x)$ , die unmittelbar nach dem Spannen und Verankern auf den Beton aufgebracht wird, darf den in Tabelle B1 (140 mm<sup>2</sup>) oder Tabelle B2 (150 mm<sup>2</sup>) angegebenen Wert  $P_{m0}(x) = 0,85 A_p f_{p0,1k}$  nicht überschreiten.

Tabelle B1: Maximale Vorspannkraft<sup>1)</sup> für Spannglieder mit  $A_p = 140 \text{ mm}^2$

Bezeichnung des Spannglieds	Anzahl Litzen	Quer- schnitts- fläche $A_p$ [mm <sup>2</sup> ]	Vorspannkraft Y1770S7 $f_{p0,1k} = 1560 \text{ MPa}$		Vorspannkraft Y1860S7 $f_{p0,1k} = 1640 \text{ MPa}$	
			$P_{m0}(x)$ [kN]	$P_{max}$ [kN]	$P_{m0}(x)$ [kN]	$P_{max}$ [kN]
BBV L3 E	3	420	557	590	585	620
BBV L4 E	4	560	743	786	781	827
BBV L5 E	5	700	928	983	976	1033
BBV L7 E	7	980	1299	1376	1366	1446
BBV L9 E	9	1260	1671	1769	1756	1860
BBV L12 E	12	1680	2228	2359	2342	2480
BBV L15 E	15	2100	2785	2948	2927	3100
BBV L19 E	19	2660	3527	3735	3708	3926
BBV L22 E	22	3080	4084	4324	4294	4546
BBV L27 E	27	3780	5012	5307	5269	5579
BBV L31 E	31	4340	5755	6093	6050	6406

<sup>1)</sup> Die angegebenen Werte sind Höchstwerte. Die tatsächlichen Werte sind am Ort der Verwendung geltenden Normen und Vorschriften zu entnehmen. Die Einhaltung des Stabilisierungs- und Rissbreitenkriteriums wurde im Lastübertragungsversuch auf einer Laststufe von  $0,80 \cdot F_{pk}$  nachgewiesen. Ein Überspannen ist nach EN 1992-1-1 erlaubt, wenn die Kraft der Spannpresse mit einer Genauigkeit von  $\pm 5\%$  des Endwertes der Vorspannkraft gemessen werden kann und dies nach den nationalen Anforderungen erlaubt ist.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Verwendung und Nachweisverfahren

Anhang B1  
Seite 1 von 4

Tabelle B2: Maximale Vorspannkraft<sup>1)</sup> für Spannglieder mit  $A_p = 150 \text{ mm}^2$

Bezeichnung des Spannglieds	Anzahl Litzen	Quer- schnitts- fläche $A_p$ [mm <sup>2</sup> ]	Vorspannkraft Y1770S7 $f_{p0,1k} = 1560 \text{ MPa}$		Vorspannkraft Y1860S7 $f_{p0,1k} = 1640 \text{ MPa}$	
			$P_{m0}(x)$ [kN]	$P_{max}$ [kN]	$P_{m0}(x)$ [kN]	$P_{max}$ [kN]
BBV L3 E	3	450	597	632	627	664
BBV L4 E	4	600	796	842	836	886
BBV L5 E	5	750	995	1053	1046	1107
BBV L7 E	7	1050	1392	1474	1464	1550
BBV L9 E	9	1350	1790	1895	1882	1993
BBV L12 E	12	1800	2387	2527	2509	2657
BBV L15 E	15	2250	2984	3159	3137	3321
BBV L19 E	19	2850	3779	4001	3973	4207
BBV L22 E	22	3300	4376	4633	4600	4871
BBV L27 E	27	4050	5370	5686	5646	5978
BBV L31 E	31	4650	6166	6529	6482	6863

Die Anzahl der Litzen in den Spanngliedern darf durch Fortlassen radialsymmetrisch in der Verankerung liegender Litzen vermindert werden (um maximal vier Litzen). Die Bestimmungen für Spannglieder mit vollbesetzten Verankerungen (Grundtypen) gelten auch für Spannglieder mit teilbesetzten Verankerungen. In die leeren Bohrungen der Lochscheibe sind kurze Litzenstücke mit Keilen einzupressen, damit ein Herausrutschen verhindert wird. Die zulässige Vorspannkraft ist je fortgelassener Litze zu vermindern, wie in Tabelle B3 aufgeführt.

Tabelle B3: Verminderung der Vorspannkraft<sup>1)</sup> beim Fortlassen einer Litze

$A_p$	Y1770S7		Y1860S7	
	$\Delta P_{m0}(x)$ [kN]	$\Delta P_{max}$ [kN]	$\Delta P_{m0}(x)$ [kN]	$\Delta P_{max}$ [kN]
140 mm <sup>2</sup>	186	197	195	207
150 mm <sup>2</sup>	199	211	209	221

Weitere Kennwerte der Spannglieder (Gewicht je Meter, charakteristische Spanngliedkraft  $F_{pk}$ ) sind im Anhang A2 aufgeführt.

### 2.3 Krümmungsradius der Spannglieder im Bauteil

Die kleinsten zulässigen Krümmungsradien sind dem Anhang A2 zu entnehmen. Der Nachweis der Stahlrandspannungen in Krümmungen braucht bei Einhaltung dieser Radien nicht geführt werden. Die Aufnahme der Umlenkkraft durch das Bauwerk ist statisch nachzuweisen.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Verwendung und Nachweisverfahren

Anhang B1  
Seite 2 von 4

## 2.4 Betonfestigkeit

Zum Zeitpunkt der Eintragung der vollen Vorspannkraft muss die mittlere Betondruckfestigkeit des Normalbetons  $f_{cmj,cube}$  oder  $f_{cmj,cyl}$  im Verankerungsbereich mindestens die Werte nach Tabelle B4 und den Anhängen A5 bis A8 aufweisen. Die mittlere Betondruckfestigkeit ist durch mindestens drei Prüfkörper (Würfel mit 150 mm Kantenlänge oder Zylinder mit 150 mm Durchmesser und 300 mm Höhe) nachzuweisen, welche unter den gleichen Bedingungen wie das Betonbauteil zu lagern sind und deren drei Einzelwerte nicht mehr als 5 % voneinander abweichen dürfen.

Tabelle B4: 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> ]
28 <sup>*)</sup> /30 <sup>**)</sup>	23 <sup>*)</sup> /25 <sup>**)</sup>
34	28
38	31
40	32
45	35

\*) 12 bis 31 Spannstahllitzen

\*\*) 3 bis 9 Spannstahllitzen

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 Spannglieder dürfen die in den Anhängen A6 und A8 angegebenen Werte in Abhängigkeit der Mindestbetondruckfestigkeit nicht unterschreiten. Bei Verwendung der Verankerungen BBV L3 E bis BBV L9 E ist die lange Seite der Ankerplatte (Seitenlänge  $a$  nach Anhang A5) parallel zur langen Betonseite (maximaler Achsabstand) einzubauen.

Die im Anhang A6 und A8 angegebenen Achs- und Randabstände der Verankerungen dürfen in einer Richtung um bis zu 15 % reduziert werden, jedoch nicht auf einen kleineren Wert als die äußeren Abmessungen der Bügelbewehrung oder den Außendurchmesser der Wendel. Die Achs- und Randabstände in der anderen Richtung sind dann zur Beibehaltung der Betonflächengleichheit im Verankerungsbereich zu vergrößern.

Alle Achs- und Randabstände sind nur im Hinblick auf den Lastabtrag auf das Bauwerk festgelegt worden; daher muss die in nationalen Regeln und Vorschriften angegebene Betondeckung zusätzlich beachtet werden.

## 2.6 Weiterleitung der Kräfte im Bauwerksbeton, 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 (hinter) der Wendel ist nachzuweisen. Hier ist eine ausreichende Querbewehrung insbesondere für die auftretenden Querkraftkräfte vorzusehen (in den Anhängen nicht dargestellt).

Die Stahlsorten und Abmessungen der Zusatzbewehrung (Bügel) sind den Anhängen D1 und A7 zu entnehmen. Diese Bewehrung darf nicht auf die statisch erforderliche Bewehrung angerechnet werden. Über die statisch erforderliche Bewehrung hinaus in entsprechender Lage vorhandene Bewehrung darf jedoch auf die erforderliche Zusatzbewehrung angerechnet werden. Die Zusatzbewehrung besteht aus geschlossenen Bügeln (schließen der Bügel mit Winkelhaken oder Haken oder einer gleichwertigen Methode). Die Bügelschlösser (Winkelhaken oder Haken) sind versetzt anzuordnen.

Im Verankerungsbereich sind vertikal verlaufende Rüttelgassen vorzusehen, um ein einwandfreies Einbringen des Betons zu gewährleisten.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Verwendung und Nachweisverfahren

Anhang B1  
Seite 3 von 4

Sollte in Ausnahmefällen<sup>2)</sup> - infolge eines hohen Bewehrungsgehaltes - die Wendel oder der Beton nicht einwandfrei eingebaut werden können, so darf die Wendel durch eine gleichwertige Bewehrung ersetzt werden.

Für die nachträglich auf Beton aufgesetzten Verankerungen ohne planmäßige Zusatzbewehrung sind Zugkräfte, welche aufgrund der konzentrierten Krafteinwirkung auftreten, in der Regel mittels eines Stabwerkmodells nachzuweisen. Besondere Sorgfalt ist den Nachweisen und der baulichen Durchbildung der Lastübertragungsbereiche zu widmen. Das gilt insbesondere für das Gleichgewicht an Bauteilrändern und Randbereichen von Spanngliedgruppen. Der Nachweis ist gemäß EN 1992-1-1 sowie der am Ort der Verwendung geltenden Normen und Vorschriften zu führen. So durchgeführte Lastübertragungstests nach EAD 160004-0301-00 enthielten Bewehrungsmengen unter 50 kg/m<sup>3</sup>. Diese Bewehrung wird entsprechend EAD 160004-0301-00 in dieser ETA nicht ausgewiesen.

Bei benachbarten Ankerplatten ist der ungünstige Einfluss aus der Überlagerung von Betonspannungen aus der Lastübertragung zu berücksichtigen. Die Ankerplatten müssen stets vollflächig eben aufliegen (außerhalb der Durchgangsbohrungen). Die Festigkeit des vorhandenen Betons bei nachträglich aufgesetzten Verankerungen ist erforderlichenfalls durch Bauwerksuntersuchungen nachzuweisen.

### 2.7 Schlupf an den Verankerungen

Der Einfluss des Schlupfes an den Verankerungen (siehe Anhang B2, Abschnitt 3.7) muss bei der statischen Berechnung bzw. bei der Bestimmung der Spannweite berücksichtigt werden.

### 2.8 Nachweis der Ermüdung

Mit den Ermüdungsversuchen der Verankerungen und Kopplungen, die entsprechend EAD 160004-00-0301 durchgeführt wurden, wurde eine Spannungsschwingbreite der Spannstahtlitzten von 80 N/mm<sup>2</sup> bei einer Oberspannung von 0,65 f<sub>pk</sub> bei 2×10<sup>6</sup> Lastzyklen nachgewiesen.

An den Umlenksätteln gilt eine Schwingbreite von 35 N/mm<sup>2</sup> bei 2×10<sup>6</sup> 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.

### 2.9 Durchführung der Spannglieder durch Bauteile

Bei geraden Durchführungen der Spannglieder durch Bauteile ist durch eine entsprechende Größe der Öffnungen im Bauteil unter Berücksichtigung der Bauwerkstoleranzen sicherzustellen, sodass ein Anliegen der Spannglieder am Bauteil ausgeschlossen wird.

### 2.10 Schutz der Spannglieder

Die Spannglieder sind gegen Ausfall infolge äußerer Einwirkungen (z. B. Anprall von Fahrzeugen, erhöhte Temperaturen z. B. im Brandfall, Vandalismus) zu schützen. Die erforderlichen Maßnahmen sind der Baumaßnahme anzupassen. Spannglieder, die in einem verschlossenen Hohlkasten geführt werden, gelten als ausreichend geschützt.

Spannglieder im Innern von Hohlkästen können vor Korrosion als ausreichend geschützt angesehen werden. Bei Anwendung außerhalb von Hohlkästen, insbesondere bei korrosionsfördernder Umgebung, ist die Anwendbarkeit zu prüfen.

### 2.11 Einzellitzenkopplungen

Die Kopplungen dürfen nur verwendet werden, wenn die rechnerische Spannkraft an der Kopplung mindestens 0,7 P<sub>m0</sub>(x) nach EN 1992-1-1, Abschnitt 5.10.3 (2), Gleichung (5.43) beträgt.

Die Kopplungen müssen in geraden Spanngliedabschnitten angeordnet werden, wobei beidseitig eine gerade Länge von mindestens 1,0 m vorhanden sein muss. Die Lage und Länge des Kopplungshüllrohres muss eine Bewegung über eine Länge von mindestens 1,2 Δl + 50 mm sicherstellen, wobei Δl die maximale Dehnlänge zum Zeitpunkt des Vorspannens bedeutet.

<sup>2)</sup> Dies erfordert Maßnahmen im Einzelfall entsprechend den nationalen Regelungen und Verwaltungsvorschriften.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Verwendung und Nachweisverfahren

Anhang B1  
Seite 4 von 4

### 3 Einbau

#### 3.1 Allgemeines

Der Zusammenbau der Spannglieder erfolgt auf der Baustelle. Der Zusammenbau und Einbau der Spannglieder darf nur von qualifizierten und für die Vorspannung spezialisierten Unternehmen durchgeführt werden, welche die erforderliche Sachkenntnis und Erfahrung mit dem BBV-Externen Spannverfahren Typ E haben. Der vom Unternehmen eingesetzte Bauleiter muss eine vom Hersteller ausgestellte Bescheinigung besitzen, dass er vom Hersteller eingewiesen wurde und die erforderliche Sachkenntnis und Erfahrung mit dem Vorspannsystem aufweist. Auf der Baustelle geltende Normen und Regelungen müssen berücksichtigt werden.

Der Hersteller ist dafür verantwortlich, alle Beteiligten über die Anwendung des BBV-Externen Spannverfahrens Typ E zu informieren. Ergänzende Informationen, wie in EAD 160004-00-0301 angegeben, müssen beim Hersteller verfügbar sein und bei Bedarf ausgehändigt werden.

Mit den Spanngliedern und deren Zubehörteilen ist sorgsam umzugehen.

#### 3.2 Schweißen

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

- a) Schweißen der Endgänge der Wendel zu einem geschlossenen Ring.
- b) Zur Sicherung der zentrischen Lage der Wendel darf der Endring an die Ankerplatte durch Schweißen angeheftet werden.

Nach dem Einbringen der Spannstahlitzen in die Hüllrohre dürfen an den Verankerungen keine Schweißarbeiten mehr vorgenommen werden.

#### 3.3 Einbau der Verankerungen, der Wendel und der Zusatzbewehrung

Die konischen Bohrungen der Lochscheiben müssen beim Einbau sauber, rostfrei und mit einem Korrosionsschutzmittel versehen sein. Die zentrische Lage der Wendel und der Bügel ist durch anheften an die Ankerplatte bzw. den Mehrflächenanker oder durch Halterungen zu sichern. Ankerplatte bzw. Mehrflächenanker und Lochscheibe müssen senkrecht zur Spanngliedachse liegen.

Das Spannglied ist im Bereich von min. L1 nach der Lochscheibe geradlinig zu führen (siehe Anhänge A10 bis A12). Dabei ist zwischen Verankerungen zu unterscheiden, bei denen das Spannglied planmäßig gerade geführt wird und Verankerungen mit ankernaher Umlenkung.

Die Stoßstelle zwischen Übergangrohr und Anschlusshüllrohr ist sorgfältig mit PE-Klebeband abzudichten, um erst ein Eindringen von Beton und später den Austritt von Korrosionsschutzmasse zu verhindern.

Die Mindestbreite des Querträgers am Spann- und Festanker ergibt sich aus den Anhängen A10 bis A12.

#### 3.4 Einbau der Spannstahlitzen und der Hüllrohre

Alle Aussparungsrohre (Verankerungsbereich und Umlenkstellen) sind so zu befestigen, dass sie beim Betonieren nicht verschoben werden können.

An allen Austrittsbereichen des Spanngliedes aus dem Bauwerk sind trompetenförmige Aufweitungen  $\Delta\alpha$  vorzusehen, die eine knickfreie unplanmäßige Abweichung der Lage der Spanngliedachse von mindestens  $3^\circ$  ermöglichen. Der Einbau des Hüllrohrstranges und der Spannstahlitzen erfolgt, wie im Anhang B3 beschrieben. Das Verrohrungsschema mit Verbindungen und Stößen ist im Anhang A16 dargestellt.

Am Spannanker und am Festanker werden Anschlusshüllrohre (siehe Anhänge A10 bis A12) eingebaut. Am Festanker endet das Hüllrohr mind. 16 cm vor dem Übergangrohr und wird dauerhaft mit dem Hüllrohr der freien Länge verbunden. Beim Spannanker wird das Hüllrohr soweit in den Querträger geschoben, dass es mindestens 10 cm über den Umlenkbereich hinausreicht.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Einbau

Anhang B2  
Seite 1 von 4

Die erforderliche Einschubtiefe des Hüllrohres am Spann- und Festanker ist vorher auszumessen und zu markieren. Vor dem Straffen des Spanngliedes ist die richtige Lage am Spannanker nochmals zu kontrollieren und es ist zu protokollieren, wie weit das Hüllrohr in den Querträger reicht.

Die Aussparungen, die Umlenkformteile und die Umlenkfüllrohre der Umlenkstellen müssen sauber und glatt ausgeführt werden. Die Umlenkfüllrohre werden vor dem Einziehen der Hüllrohre innen mit Gleitfett beaufschlagt.

### 3.5 Verhinderung von Querschwingungen der Spannglieder

Kritische Querschwingungen der Spannglieder infolge von Verkehr, Wind oder anderer Ursachen sind durch konstruktive Maßnahmen zu vermeiden.

Wenn am Ort der Verwendung keine anderen Bestimmungen für Hohlkastenbrücken gelten, wird empfohlen, die Spannglieder in Abständen von etwa 35 m zu befestigen. Auch dann noch auftretende Querschwingungen sind in der Regel ohne schädlichen Einfluss.

Außerhalb von Hohlkästen sind kleinere Befestigungsabstände erforderlich.

Die Befestigung muss so erfolgen, dass das Hüllrohr nicht beschädigt wird und Bewegungen in Längsrichtung des Spanngliedes nicht behindert werden.

### 3.6 Unplanmäßiges Anliegen des Spanngliedes und freies Abheben an Austrittspunkten

Ein unplanmäßiges Anliegen des Spanngliedes am Bauwerk ist unzulässig.

An Austrittspunkten von Verankerungen und Umlenkstellen muss sich das Spannglied frei abheben (es darf kein unplanmäßiges Anliegen (kein Knick) auftreten, siehe auch Anhang B2, Abschnitt 3.9). Das freie Abheben sollte bereits nach dem Straffen und vor dem Verfüllen mit heißer Korrosionsschutzmasse an allen Austrittspunkten kontrolliert werden.

### 3.7 Verkeilkraft, Schlupf, Keilsicherung und Korrosionsschutzmasse im Keilbereich

Die Keile der Festanker sind mit  $1,1 P_{m0}(x)$  (siehe Anhang B1, Abschnitt 2.2) vorzuverkeilen, wenn die Keile "Typ 30" mit Rändel verwendet werden.

Wird nicht vorverkeilt, beträgt der Schlupf, der bei der Festlegung der Spannwege zu berücksichtigen ist, am Festanker 4 mm. Bei hydraulischer Vorverkeilung mit  $1,1 P_{m0}(x)$  ist bei der Festlegung der Spannwege, außer bei der beweglichen Einzellitzenkopplung, kein Schlupf zu berücksichtigen.

Die Keile der Spannanker sind beim Verankern nach dem Spannen mit mindestens  $0,1 P_{m0}(x)$  einzudrücken. Hier beträgt der Schlupf 3 mm. Werden die Keile nicht eingedrückt, beträgt der Schlupf 6 mm (zur Halterung wird eine Resetscheibe verwendet).

Die Keile werden mittels Abschlussplatten (Keilsicherungsscheiben) gesichert.

### 3.8 Straffen und Einfüllen von Korrosionsschutzmasse in den Spanngliedstrang

Am Spannanker ist der Weg des Hüllrohres bereits beim Straffen zu dokumentieren (siehe auch Anhang B2, Abschnitt 3.4).

Vor dem Vorspannen und dem Füllen mit heißer Korrosionsschutzmasse wird das Spannglied mit mindestens 5 % und maximal 10 %  $F_{pk}$  gestrafft.

Nach dem temporären Abdichten des Hüllrohrstranges beim Spannanker, wird das Spannglied von einem Anker ausgehend (in der Regel von einem ankernahen Punkt kurz vor dem nächsten Tiefpunkt) mit heißer Korrosionsschutzmasse mit maximal 100 °C verpresst.

Ohne weitere Zwischenöffnungen darf eine Länge von maximal 100 m verpresst werden. Im Abstand von maximal 100 m werden im Spannglied an Tiefpunkten Zwischenöffnungen vorgesehen und dort Behälter mit heißer Korrosionsschutzmasse bzw. deren Zuleitungen bereitgestellt.

Sobald an einer Zwischenöffnung Korrosionsschutzmasse austritt, wird von dort aus weiterverpresst. Bei kurzen Spanngliedern (Spanngliedlänge < 50 m) muss solange heiße Korrosionsschutzmasse eingepresst werden, bis an der Austrittsstelle heiße noch flüssige Korrosionsschutzmasse austritt.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Einbau

Anhang B2  
Seite 2 von 4

Vor der Durchführung weiterer Arbeiten muss die Korrosionsschutzmasse im Hüllrohr auf Umgebungstemperatur abkühlen (ca. 30 °C). Dazu reicht in der Regel 1 Tag.

Nach dem Abkühlen der Korrosionsschutzmasse werden alle Hochpunkte mit kalter Korrosionsschutzmasse nachverpresst (siehe Anhänge A16 und A17 sowie B3). Nach dem Bohren der dafür erforderlichen Einfüll- und Austrittsöffnungen wird die Temperatur der Korrosionsschutzmasse im Hüllrohr gemessen, um zu kontrollieren, ob diese sich ausreichend abgekühlt hat.

Alle Hohlräume müssen vollständig mit Korrosionsschutzmasse verfüllt werden. Zur Kontrolle der vollständigen Verpressung mit Korrosionsschutzmasse ist das gesamte Spannglied abzuklopfen.

Ggf. vorhandene Fehlstellen müssen nachverpresst werden. Beim Setzen der Einfüll- und Austrittsöffnungen ist darauf zu achten, dass diese einen ausreichenden Abstand zum Umlenkbereich haben und beim Vor- und Nachspannen nicht in den Umlenkbereich gezogen werden.

### 3.9 Vorspannen und zulässiger Vorspannweg

Die Litzen eines Spanngliedes werden gemeinsam vorgespannt.

Das litzenweise Vorspannen ist nur bei geraden Spanngliedern zulässig. Dabei ist die Reihenfolge der Litzen beim Vorspannen so zu wählen, dass höchstens die Exzentrizität der Spannkraft einer Litze an der Verankerung auftritt, um die exzentrische Beanspruchung der Lochscheibe möglichst gering zu halten.

Beim Festanker darf der Spannweg/Litzenziehweg durch das Vorspannen und Nachspannen am Austritt aus dem Bauwerk/Querträger maximal 10 cm betragen.

Für jede Umlenkstelle und am Spannanker ist der Anteil der beim Vorspannen auftretenden inneren (Differenz von Litzenziehweg und Hüllrohrverschiebung an der Markierung) und äußeren Gleitung (Hüllrohrverschiebung) von der bauausführenden Firma festzustellen und zu protokollieren.

Am Spannanker ist der Weg des Hüllrohres bereits beim Straffen zu dokumentieren. Beim Spannanker geleitet das Hüllrohr der freien Spanngliedlage beim Vor- und ggf. Nachspannen in das Anschlusshüllrohr.

Zur Feststellung des Weges mit innerer Gleitung sind die zwischen 10 %  $F_{pk}$  und 100 % der Vorspannkraft gemessenen Werte zu Grunde zu legen. Der Litzenziehweg für jede Umlenkstelle und am Spannanker ist im Spannprogramm anzugeben.

Nach dem Straffen und Abkühlen der Korrosionsschutzmasse sind am Spannanker und an allen Umlenkstellen Markierungen auf dem Hüllrohr anzubringen und ihre Ausgangslagen einzumessen (siehe Anhang A18).

Am Spannanker wird die temporäre Abdichtung des Teleskopübergangs wieder geöffnet und es wird eine Schelle zur Befestigung eines Kettenzuges am Hüllrohr angebracht.

Über den Kettenzug ist erforderlichenfalls zur Erzielung äußerer Gleitung des Hüllrohres auch im Spannankerbereich das mit dem Vorspannen der Litzen simultane Mitziehen des Hüllrohres möglich. Bei im Spannankerbereich planmäßig umgelenkten Spanngliedern (siehe Anhang A12) kann in der Regel auf das Mitziehen des Hüllrohres verzichtet werden.

Die Wege des Hüllrohres sind zu messen und mit den rechnerisch ermittelten Wegen der Spannstahlitzen zu vergleichen (jede Umlenkstelle und Spannanker). Der Anteil an innerer Gleitung (Differenz von Litzenziehweg und Verschiebung des Hüllrohres an der Markierung) beim Vorspannen (nach dem Straffen) darf maximal 10 % des Ziehweges und maximal 10 cm betragen (der kleinere Wert ist maßgebend). Der Anteil an äußerer Gleitung des Hüllrohres (Verschiebung des Hüllrohres) muss mindestens 90 % des Ziehweges betragen. Bei Einhaltung dieser Bedingungen ist eine Beschränkung des Vorspannweges nicht erforderlich. Ausgenommen von dieser Bestimmung sind gerade Spannglieder ohne planmäßige oder unplanmäßige Umlenkungen.

Am Spannanker darf sich das Hüllrohr außerdem nicht aufstauchen, so dass zusätzlich die Ausgangslage und der gesamte Weg des Hüllrohres (Straffen und Vorspannen) zu messen und zu dokumentieren sind, um nachzuweisen, dass im Endzustand die Lage gemäß den Anhängen A10 bzw. A12, Abbildung 3 erreicht wurde.

Ein Nachspannen der Spannglieder, verbunden mit dem Lösen der Keile und unter Wiederverwendung der Keile, ist zulässig. Die beim vorausgegangenen Anspannen sich ergebenden Klemmstellen müssen nach dem Nachspannen und dem Verkeilen um mindestens 15 mm in den Keilen nach außen verschoben liegen. Nachspannwege < 15 mm sind unzulässig.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Einbau

Anhang B2  
Seite 3 von 4

Spätestens nach Aufbringen der vollen Vorspannung ist an den Verankerungs- und Umlenkstellen zu überprüfen, ob das Spannglied sich an den Austrittspunkten abgehoben hat. Ist dies nicht der Fall, ist das Spannglied auszubauen und die entsprechende Stelle im Bauwerk nachzubessern. Ob dasselbe Spannglied wieder eingebaut werden kann, ist in Absprache mit dem Bauherrn festzulegen.

### 3.10 Korrosionsschutzmaßnahmen nach dem Vorspannen

Die Herstellung des Korrosionsschutzes der Verankerungsbereiche erfolgt durch eine Schutzhaube sowie einem System aus Abschlussplatte und flexiblen Abdeckkappen bzw. Abdeckröhrchen (siehe Anhänge A3 und A4 sowie B3, Abschnitt 4.2.3).

Der Stoß zwischen dem Anschlusshüllrohr und dem Hüllrohr am Spannanker ist dauerhaft durch eine Übergangsschweißmuffe zu verschließen (siehe Anhänge A10 und A11 sowie B3, Abschnitt 4.3).

Die Hohlräume in den Hüllrohren müssen vollständig mit Korrosionsschutzmasse verfüllt werden (siehe Anhang B2, Abschnitt 3.8 und Anhang B3, Abschnitt 4.5.6).

### 3.11 Nachspannen

Ein Nachspannen der Spannglieder, verbunden mit dem Lösen der Keile und unter Wiederverwendung der Keile, ist zugelassen (siehe Anhang B2, Abschnitt 3.9).

Vorarbeiten sind das Entfernen der Schutzhauben und des Stoßes zwischen dem Anschlusshüllrohr und dem Hüllrohr beim Spannanker. Wie beim Vorspannen sind Markierungen auf dem Hüllrohr aufzubringen und ihre Ausgangslagen einzumessen.

Die Wege des Hüllrohrs sind zu messen und mit den rechnerisch ermittelten Wegen der Spannstahlritzen zu vergleichen (jede Umlenkstelle und Spannanker). Der Anteil an innerer Gleitung (Differenz von Litzenziehweg und Verschiebung des Hüllrohrs an der Markierung) beim Spannen darf maximal 10 % des Ziehweges und maximal 10 cm betragen (der kleinere Wert ist maßgebend).

Dabei müssen die Wege aus dem Vorspannvorgang mitberücksichtigt werden. Bei Einhaltung dieser Bedingung ist eine Beschränkung des Nachspannweges nicht erforderlich. Wird bei der inneren Gleitung an einer Stelle des Spanngliedes der Wert von 10 cm erreicht, so darf das Spannglied nicht weiter nachgespannt werden. Wurde der Wert von 10 cm bereits beim Vorspannen erreicht, so ist das Nachspannen nicht zulässig.

Am Spannanker darf sich das Hüllrohr nicht aufstauchen (siehe Anhang B2, Abschnitt 3.9). Nach dem Nachspannen werden die Korrosionsschutzmaßnahmen nach Anhang B2, Abschnitt 3.10 durchgeführt.

### 3.12 Auswechseln von Spanngliedern

Der Ausbau von Spanngliedern und anschließende Einbau neuer Spannglieder ist möglich (siehe Anhang B3, Abschnitt 4.10). Die Bedingungen, unter denen Spannglieder ausgetauscht werden können, die Anzahl der Spannglieder, die gleichzeitig ausgetauscht werden dürfen, sowie die bauseitigen Vorkehrungen, die schon bei der Bauwerksplanung vorgesehen werden müssen, sind im Einzelfall festzulegen.

Für jeden Anwendungsfall sind die beim Trennen der Spannglieder zu beachtenden Arbeitsanweisungen und Arbeitsschutzmaßnahmen vom Ausführenden festzulegen und mit dem Bauherrn abzustimmen.

### 3.13 Einzellitzenkopplungen

Die Einzellitzenkopplungen müssen gemäß Anhang A9 versetzt angeordnet werden. Die Litzen sind zur Sicherung der Einschubtiefe mit Farbmarkierungen zu versehen.

### 3.14 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.

Für den Transport und die Behandlung der Spannstahlritzen sind die Vorschriften des Spannstahlritzenherstellers zu beachten.

Die Hüllrohre sind gerade zu transportieren.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Einbau

Anhang B2  
Seite 4 von 4

## 4 Beschreibung des Spannverfahrens

### 4.1 Spannglieder

Für die Spannglieder werden 7-drähtige Spannstahllitzen mit einem Nenndurchmesser von 15,3 mm (Nennquerschnitt 140 mm<sup>2</sup>) oder mit einem Nenndurchmesser von 15,7 mm (Nennquerschnitt 150 mm<sup>2</sup>) verwendet. Als Spannstahlgüten kommen Y1770S7 oder Y1860S7 zur Anwendung. Das Spannverfahren umfasst Spannglieder von 3 bis 31 Litzen. Die Verankerungen sind für beide Spannstahlgüten identisch.

Die Anzahl der Litzen in den Spanngliedern darf durch Fortlassen radialsymmetrisch in der Verankerung liegender Litzen vermindert werden (um maximal vier Litzen). In die leeren Bohrungen der Lochscheibe sind kurze Litzenstücke mit Keilen einzupressen, damit ein Herausrutschen verhindert wird. Die Litzen der Spannglieder werden ohne Abstandhalter in einem Hüllrohr zusammengefasst. Sie werden gemeinsam angespannt und danach einzeln mit Rundkeilen verankert. Als Hüllrohre werden runde PE-Rohre nach EN 12201-1: 2011-11 und EN 12201-2:2011-02 verwendet. Das Verrohrungsschema ist in Anhang A16 dargestellt. Die Spannglieder können, da die Hüllrohre mit nicht erhärtender Korrosionsschutzmasse verfüllt werden, nachgespannt und ausgewechselt werden. Die Spannglieder sind in ihrer Länge nicht begrenzt.

### 4.2 Verankerungen

#### 4.2.1 Keilverankerungen

Die Verankerung mit Ankerplatte oder Mehrflächenanker sowie Lochscheibe wird üblicherweise als Spannanker (S) oder Festanker (F) eingesetzt. Im Verankerungsbereich wird das Hüllrohr durch ein Übergangsrohr ersetzt, so dass die Litzen um maximal 2,6° abgelenkt werden. Dieses Übergangsrohr ist trompetenartig aufgeweitet. Zur Verankerung der 150 mm<sup>2</sup> Litzen müssen Keile verwendet werden, die man eindeutig von denen für 140 mm<sup>2</sup> Litzen unterscheiden kann (Kennzeichnung mit dem Aufdruck "0.62"). Bei der Übertragung der Spannkraft auf den Beton entstehen Spaltzugkräfte, die von einer Wendel aus geripptem Betonstahl aufgenommen werden. Zusätzlich wird eine Zusatzbewehrung eingelegt. Der Nachweis der außerhalb der Wendel auftretenden Kräfte infolge Spannkrafteinleitung ist im Rahmen der Tragwerksplanung nachzuweisen.

#### 4.2.2 Litzenüberstand zum Vorspannen und Nachspannen

Der Überstand der Litzen über die Lochscheibe dient zum Ansetzen der Spannpresse beim ersten Vorspannen und beim Nachspannen. Im Anhang A2 ist der für das erste Vorspannen in der Regel erforderliche Litzenüberstand angegeben. Der erforderliche Litzenüberstand und der Platzbedarf für die Spannpresse können in Abstimmung mit der BBV Systems projektbezogen festgelegt werden.

#### 4.2.3 Korrosionsschutz der Verankerung

Das Korrosionsschutzsystem der Verankerungen ist in den Anhängen A3 und A4 dargestellt. Am Festanker werden die Litzenüberstände und die Lochscheibe mittels flexibler Abdeckkappe geschützt. Die Lochscheibe ist mit DENSO-Binde umwickelt. Über der flexiblen Abdeckkappe wird die Abschlussplatte (Keilsicherungsscheibe) montiert. Die Schutzhaube wird über Lochscheibe, Abdeckkappe und Abschlussplatte gesetzt und an der Frontseite der Ankerplatte bzw. des Mehrflächenankers verschraubt. Dazwischen liegt eine NBR-Dichtung.

Am Spannanker wird die Kontaktfläche zwischen Abschlussplatte und Lochscheibe mit Korrosionsschutzmasse bestrichen. Die Lochscheibe ist mit DENSO-Binde umwickelt. Die gefetteten Litzenüberstände werden mittels Abdeckröhrchen (PE-Litzenmäntel) überdeckt. Jedes Abdeckröhrchen wird in die Abschlussplatte eingesteckt und am freien Ende mit Stopfen verschlossen. Die Schutzhaube wird über Lochscheibe, Abschlussplatte und Litzenüberstände gesetzt und an der Frontseite der Ankerplatte bzw. des Mehrflächenankers verschraubt. Dazwischen liegt eine NBR-Dichtung.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Beschreibung des Spannverfahrens

Anhang B3  
Seite 1 von 5

### 4.3 Hüllrohre

Als Hüllrohre werden PE-Rohre nach EN 12201-1:2011-11 und EN 12201-2:2011-02 verwendet. Im Bereich des Spann- und Festankers geht das Übergangsrohr in das Anschlusshüllrohr über. Der Übergang wird für die Betonage mit PE-Klebeband oder gleichwertig (z. B. Rohrmuffe) abgedichtet. Am Spannanker bewegt sich das Hüllrohr während des Spannvorgangs in das größere Anschlusshüllrohr.

Beim Verfüllen mit Korrosionsschutzmasse muss der Übergang beim Spannanker zwischen dem Anschlusshüllrohr und dem Hüllrohr zunächst temporär geschlossen werden um ein Austreten der Korrosionsschutzmasse zu verhindern. Nach dem Verfüllvorgang und dem Erkalten der Korrosionsschutzmasse wird die temporäre Abdichtung entfernt. Nach Abschluss der Spannarbeiten wird der Übergang dauerhaft durch eine Heizwendelschweißmuffe verschlossen und abgedichtet.

### 4.4 Umlenkstellen

#### 4.4.1 Allgemeines

Der Übergang des Umlenkbereichs zur freien Spanngliedlänge ist mit einer trompetenartigen Aufweitung so ausgebildet, dass zusätzlich zum planmäßigen Umlenkwinkel  $\alpha$  allseitig ein unplanmäßiger Umlenkwinkel von mindestens  $\Delta\alpha \geq 3^\circ$  knickfrei aufgenommen werden kann. Der im Anhang A2 angegebene minimale Umlenkradius R darf nicht unterschritten werden. Er bezieht sich auf die Krümmungsebene des Spannglieds (diese kann auch geneigt zur Vertikalen liegen). Bei der trompetenartigen Aufweitung ist der minimal zulässige Umlenkradius R ebenfalls einzuhalten.

Es stehen drei Typen von Umlenkstellen zur Verfügung:

- Umlenkung Typ F: Durchdringung mit eingelegten Umlenkformteilen
- Umlenkung Typ S: Herstellung der Umlenkkontur mit Schalkkörpern
- Umlenkung Typ R: Durchdringung mit einem vorgebogenem Rohr

Das Hüllrohr wird in allen Umlenkstellen durch ein gefettetes Umlenkhüllrohr geführt. Beidseitig ist ein Mindestüberstand des Umlenkhüllrohrs von mindestens 10 cm über die Querträgerabmessungen hinaus erforderlich. Am Ende des Umlenkbereichs muss sich das vorgespannte Spannglied knickfrei abheben.

#### 4.4.2 Umlenkung Typ F: Durchdringung mit eingelegten Formteilen

Hierfür wird eine rohrförmige Durchdringung hergestellt, in der Regel, indem ein Durchdringungsrohr einbetoniert wird. Diese Durchdringung kann z. B. auch durch eine Kernbohrung hergestellt werden. Die Umlenkung des Spannglieds erfolgt ausschließlich mit Hilfe von Umlenkformteilen aus Kunststoff oder Stahl, die in die Durchdringung eingeschoben werden. Die Umlenkformteile weisen die erforderliche Geometrie zur Führung des Spannglieds auf. Die Umlenkformteile sind am Bauwerk ausreichend zu befestigen, so dass beim Spannvorgang die Position von Rohr und Formteilen gesichert ist. Mit Hilfe eines innenliegenden Distanzstücks können die Formteile an unterschiedlich große Querträger angepasst werden.

#### 4.4.3 Umlenkung Typ S: Herstellung der Umlenkkontur mit Schalkkörpern

Die Umlenkung wird durch rotationssymmetrisch ausgebildete Schalkkörper hergestellt, mit deren Hilfe die Umlenkgeometrie im Konstruktionsbeton oder Betonfertigteile geformt wird. Zur Anpassung der Umlenkstelle an unterschiedliche Querträgerlängen, kann ein Aussparungsrohr mittig angeordnet werden.

Die planmäßige Umlenkung ist je Schalkkörper auf einen maximal zulässigen Winkel beschränkt. Außerdem sind die planmäßige und die unplanmäßige Umlenkung auf eine maximale Länge  $\max. L_{zul}$  beschränkt (siehe Anhang A14).

#### 4.4.4 Umlenkung Typ R: Durchdringung mit einem vorgebogenem Rohr

Die Umlenkung wird durch ein vorgebogenes Stahlrohr (korrosionsgeschützt) erzeugt. An den Enden des Rohrs schließen jeweils rotationssymmetrische Schalkkörper knickfrei an, die allseitig eine unplanmäßige Umlenkung  $\Delta\alpha \geq 3^\circ$  erlauben. Als Variante der Umlenkung Typ R kann eine über die unplanmäßige Umlenkung hinausgehende Umlenkung mit Schalkkörpern vorgesehen werden.

Die Umlenkung Typ R kann am Spannanker (ankernahe Umlenkung) ausgebildet werden, wobei die Anforderungen an die Gleitbedingungen einzuhalten sind. Die Umlenkung Typ R kann auch am Festanker ausgebildet werden, wenn der Spannweg (Vorspannen und evtl. Nachspannen) am Austrittspunkt aus dem Bauwerk nicht mehr als 10 cm beträgt.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Beschreibung des Spannverfahrens

Anhang B3  
Seite 2 von 5

#### 4.4.5 Unplanmäßiges Anliegen

Ein unplanmäßiges Anliegen des Spannglieds am Bauwerk ist nicht zulässig. An den Enden der Umlenkbereiche und am Ausgang des Spanngliedes beim Spann- und Festanker aus dem Bauwerkbeton sind zusätzliche unplanmäßige Umlenkungen von  $\Delta\alpha \geq 3^\circ$  vorzusehen. Auch im Bereich unplanmäßiger Umlenkstrahlen sind die Mindeststrahlen einzuhalten. Beim Austritt aus dem Bauwerk muss sich das Spannglied frei abheben.

#### 4.4.6 Korrosionsschutz freiliegender Stahlteile

Siehe Abschnitt 1.9 des Besonderen Teils der Europäischen Technischen Bewertung

### 4.5 Montage der Spannglieder

#### 4.5.1 Einbauteile

Auf der Baustelle werden die Ankerplatten, Mehrflächenanker, Übergangsröhre, Anschlusshüllrohre, Schalkörper der Verankerungen, Wendeln und Zusatzbewehrung einbetoniert. An den Umlenkstellen werden, je nach Ausführung, Durchdringungsröhre (gerade oder vorgebogen) und ggf. Schalkörper einbetoniert. Es können auch Umlenkstellen nur mit Schalkörpern und bei Bedarf Aussparungsröhren (je nach Länge der Querträger) hergestellt werden. Bei bestehenden Bauwerken können die Aussparungen z. B. auch durch Kernbohrungen hergestellt werden.

#### 4.5.2 Einbau der Hüllrohre

Zunächst wird der Hüllrohrstrang in das Bauwerk eingezogen. Für die Herstellung eines kraftschlüssigen Übergangs zwischen dem Hüllrohrstrang und dem Anschlusshüllrohr der Verankerungen ist eine Übergangsschweißmuffe vorzusehen.

Beim Festanker wird das Hüllrohr in das Anschlusshüllrohr geschoben, sodass es mind. 16 cm vor dem Übergangsröhr endet (Anhang A10 Abbildung 2). Hinter dem Querträger werden Anschlusshüllrohr und Hüllrohr zugfest miteinander verbunden.

Am Spannanker wird das Hüllrohr vor dem Straffen des Spannglieds mindestens 10 cm über dem gekrümmten Bereich (Umlenkung  $\alpha$  bzw.  $\Delta\alpha$ ) im Querträger positioniert. Die Länge des Anschlusshüllrohres vom Übergangsröhr bis zum Hüllrohrstrang am Spannanker muss das Straffen, den Spann- und möglichen Nachspannweg bei vollständiger äußerer Gleitung des Hüllrohrstrangs ermöglichen. Die Anschlüsse des Hüllrohres an das Anschlusshüllrohr sowie Stöße auf der freien Länge sind kraftschlüssig durch Spiegelstumpfschweißen, Heizwendelschweißmuffen oder gleichwertig herzustellen.

#### 4.5.3 Einbau der Litzen

Die Litzen können entweder mit einem Einschubautomat oder einem Seilzug in die bereits verlegten Hüllrohre eingezogen werden.

#### 4.5.4 Straffen der Spannahlitzen

Bei Spanngliedern mit Umlenkstellen wird das Spannglied nach dem Einzug auf eine Vorlast gestrafft. Die Vorlast beträgt bei umgelenkten Spanngliedern mindestens 5 % und maximal 10 % von  $F_{pk}$ . Der Stoß von Hüllrohr und Anschlusshüllrohr am Spannanker wird vor dem Befüllen mit der Korrosionsschutzmasse temporär abgedichtet.

Bei geraden Spanngliedern (ohne planmäßige oder unplanmäßige Umlenkung) können die Litzen vollständig bis zur Ziellast angespannt werden. Während des Straffens und des späteren Anspannens findet keine Hüllrohrverschiebung statt. Ein Kettenzug entsprechend Anhang B3, Abschnitt 4.6 kommt nicht zum Einsatz. Maßnahmen zur Beeinflussung der Gleitbedingungen sind nicht erforderlich.

#### 4.5.5 Verfüllen des Hüllrohrstrangs mit Korrosionsschutzmasse

Siehe Anhang B2, Abschnitt 3.8 sowie Anhänge A16 und A17

Elektronische Kopie der ETA des DIBt: ETA-11/0123

BBV Externes Spannverfahren Typ E	Anhang B3 Seite 3 von 5
Verwendungszweck Beschreibung des Spannverfahrens	

#### 4.5.6 Nachverpressen an Hochpunkten

Nach dem Abkühlen des verfüllten Spanngliedstrangs werden alle Hochpunkte mit kalter Korrosionsschutzmasse nachverpresst. Hierzu wird je vor und nach der Umlenkstelle eine Einfüll- bzw. Austrittsöffnung gebohrt. Mit einem Thermometer wird die Temperatur der Korrosionsschutzmasse gemessen. Bei Temperaturen  $\leq 30\text{ °C}$  kann der Hochpunkt verpresst werden.

Die Einfüllöffnung wird mit einem druckfesten Einfüllstutzen versehen, an den der Verpressschlauch angeschlossen wird. Der Abstand der Austrittsöffnungen des Spannglieds von den Umlenkstellen ist jeweils so zu wählen, dass eine sichere Verfüllung des Spanngliedhochpunktes gewährleistet ist.

Der Abstand der Einpress- bzw. Austrittsöffnungen von den Umlenkstellen muss so groß gewählt werden, dass sich diese beim späteren Spannen und ggf. Nachspannen nicht in den Umlenkbereich hinein verschieben.

Das Nachverpressen wird beendet, sobald Korrosionsschutzmasse aus der Austrittsöffnung austritt. Durch kontinuierlichen Austritt der Korrosionsschutzmasse aus der Austrittsöffnung ist gewährleistet, dass der Hochpunkt zuverlässig dauerhaft korrosionsgeschützt ist. Die Öffnungen werden anschließend fachgerecht durch Verschlussstopfen mit Presspassung oder Dichtlippen abgedichtet. Durch Abklopfen des Spanngliedstrangs wird abschließend die vollständige Verfüllung überprüft. Eventuelle Fehlstellen werden nachverpresst (siehe Anhänge A16 und A17).

#### 4.6 Anspannvorgang / Spannen

Vor dem Anspannvorgang sind an allen Umlenkstellen in der Richtung des Spannankers und am Spannanker Markierungen am Hüllrohr anzubringen. Der Abstand dieser Markierungen zur Umlenkstelle (z. B. Querträgerkante) ist vor dem Spannen zu messen und zu dokumentieren. Die Beweglichkeit des Teleskopstoßes am Spannanker ist vor Beginn des Anspannvorgangs sicherzustellen (Entfernen der temporären Abdichtung). Bei Spanngliedern mit Umlenkungen ist vorwiegend äußere Gleitung beim Spannen erforderlich. Durch geeignete Maßnahmen wird gewährleistet, dass der Spannweg der Litze und Gleitweg des Hüllrohres parallel erfolgen. Dies kann z. B. durch einen Kettenzug erfolgen (siehe Anhang B2, Abschnitt 3.9).

Zum Spannen der Spannglieder werden ein hydraulisches Pumpenaggregat und eine Spannpresse verwendet. Es werden alle Litzen eines Spanngliedes gleichzeitig gefasst und angespannt. Bei geraden Spanngliedern kann alternativ eine Einzellitzenspannpresse verwendet werden. Stufenweises Vorspannen und Umsetzen der Presse ist möglich. Beim Spannen ist zu beachten, dass das Hüllrohr entsprechend dem Litzenweg kontinuierlich mitgezogen wird (z. B. durch Unterstützung mit einem Kettenzug). Zur Kontrolle des Hüllrohrwegs sind auf dem Hüllrohr entsprechende Markierungen vorzusehen (siehe Anhang A18).

Die Spannstahllitzen werden auf Ziellast angespannt. Der Hüllrohrstrang wird durch den kraftschlüssigen Verbund der Litze mit dem Hüllrohr an den Umlenkstellen entsprechend dem Dehnweg parallel bewegt (äußere Gleitung). Die Bewegung der Hüllrohre während des Anspannvorgangs an den Umlenkstellen und vor dem Spannanker wird durch Messung der Veränderung des Abstands der vorab aufgebrauchten Markierungen zur Referenzstelle ermittelt. Diese Bewegungen werden mit der theoretischen Spannstahlbewegung verglichen.

Die Relativbewegung (Differenz der Bewegungen) zwischen Spannstahllitzen und Hüllrohrstrang (innere Gleitung) darf an keiner Stelle 10 % des Gesamtdehnwegs des Spannstahls bzw. 10 cm (der kleinere Wert ist maßgebend) überschreiten. Am Spannanker darf das Hüllrohr nicht gestaucht werden.

Nach dem Spannen werden die Verankerungskeile durch eine Verkeileinrichtung in den Keilsitz eingepresst. Beim Ablassen der Spannkraft entsteht dabei ein Keilschlupf von ca. 3 mm. Werden die Keile nicht eingedrückt, so beträgt der Schlupf 6 mm. Der Einzug (Schlupf) ist bei der statischen Berechnung zu berücksichtigen.

#### 4.7 Abschließende Arbeiten

Nach Abschluss des Anspannvorgangs ist der Stoß zwischen Hüllrohr und Anschlusshüllrohr zu schließen, hierzu wird z. B. eine Übergangsschweißmuffe verwendet. Spann- und Festanker werden mit einer Schutzhaube abgedeckt (siehe Anhang B3, Abschnitt 4.2.3).

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Verwendungszweck**  
Beschreibung des Spannverfahrens

Anhang B3  
Seite 4 von 5

#### 4.8 Nachspannen

Am Spannanker/Festanker kann ein Litzenüberstand vorgesehen werden, der es nach Entfernen der Schutzhaube erlaubt, zu einem späteren Zeitpunkt das Spannglied nachzuspannen. Gemäß den im Spannprotokoll dokumentierten Gleitverhältnissen wird entschieden, ob der Anschluss zwischen Hüllrohr und Anschluss-Hüllrohr am Spannanker zu öffnen ist. Sollte eine Öffnung erforderlich sein, ist der Anschluss nach dem Nachspannen wieder fachgerecht zu verschließen. Der Korrosionsschutz der Verankerung ist fachgerecht herzustellen. Beim Nachspannen ist darauf zu achten, dass die Relativbewegung zwischen Spannstahl-Litzen und Hüllrohrstrang (innere Gleitung) an keiner Stelle 10 % des Gesamtdehnwegs des Spannstahls bzw. 10 cm (der kleinere Wert ist maßgebend) überschreitet. Dabei ist der bereits beim Spannvorgang erzielte Weg (unabhängig von der Spannrichtung) mit anzusetzen. Zur Unterstützung äußerer Gleitung kann das Hüllrohr dabei in Längsrichtung am Spannanker z. B. mit einem Kettenzug gezogen werden. Bei Verwendung eines solchen, erfolgt der Anschluss an das Hüllrohr mit einer passgenauen Stahlschelle (Zeichnung beim DIBt hinterlegt).

#### 4.9 Kontrolle Vorspannkraft

Die Kontrolle der Vorspannkraft kann z. B. erfolgen, indem die Lochscheibe mit Hilfe einer Spannpresse um etwa 1-2 mm von der Ankerplatte bzw. dem Mehrflächenanker abgehoben wird. Die dazu notwendige Spannkraft gilt als die aktuelle Spannkraft. Die Spannpresse stützt sich über einen Spannstuhl auf die Ankerplatte bzw. den Mehrflächenanker ab. Die Keile werden dabei nicht gelöst.

#### 4.10 Auswechseln eines Spannglieds

Im Falle der Notwendigkeit des Auswechselns eines Spannglieds, wird dieses nahe einer Anker- bzw. Umlenkstelle durchtrennt (Sicherheitsaspekte sind zu beachten). Anschließend werden alle beweglichen Anker- und Umlenkkomponenten ausgebaut. Ankerplatte bzw. Mehrflächenanker, Übergangrohr, Anschluss-Hüllrohr und sonstige bauwerksverbundene Einbauteile verbleiben im Bauwerk. Das neue Spannglied kann dann in gleicher Weise wie das ursprüngliche Spannglied eingebaut werden. Vor dem Einziehen der Litzen ist beim Spannanker der Übergangsbereich zwischen dem Übergangrohr und dem Ankerhüllrohr auf Schäden zu untersuchen und erforderlichenfalls zu reparieren. Alle beschriebenen Einbauschritte sind zu beachten.

### Spannkraftverluste infolge Reibung und ungewollter Umlenkung

Die Spannkraftverluste im Spannglied infolge von Reibung dürfen in der statischen Berechnung mit dem im Anhang A2 angegebenen mittleren Reibungsbeiwert von  $\mu = 0,08$  und einem ungewollten Umlenkwinkel von  $k = 0$  ermittelt werden.

Bei der Ermittlung der Spannwege und der im Spannglied vorhandenen Spannkraft ist die Verschiebungsbehinderung  $\Delta P_{\mu S}$  im Bereich des Spannankers zu berücksichtigen (siehe Anhang A2).

Elektronische Kopie der ETA des DIBt: ETA-11/0123

BBV Externes Spannverfahren Typ E	Anhang C
<b>Leistung des Produkts</b> Spannkraftverluste infolge Reibung und ungewollter Umlenkung	

## Verwendete Werkstoffe

Bezeichnung	Werkstoff	Nummer	Norm
<b>Verankerung</b>			
Ankerplatten	beim DIBt hinterlegt		EN 10025-2:2005-04
Mehrflächenanker (Gussankerkörper)	beim DIBt hinterlegt		
Keile	beim DIBt hinterlegt		
Lochscheiben	beim DIBt hinterlegt		EN 10083-2:2006-10
Wendeln und Zusatzbewehrung	gerippter Betonstahl $R_e \geq 500$ MPa		am Ort der Verwendung geltende Bestimmungen
Übergangsrohre	PE, beim DIBt hinterlegt		
Abschlussplatten	PE, beim DIBt hinterlegt		
Schutzhauben	PE oder Stahl, beim DIBt hinterlegt		
Anschlussdühlrohre	PE		EN 12201-1:2011-11 EN 12201-2:2013-12
<b>Hüllrohre</b>			
Hüllrohr	PE		EN 12201-1:2011-11 EN 12201-2:2013-12
PE-Heizwendelschweißittings/ PE-Übergangsschweißmuffe	PE		DIN 16963-7:1989-10
Schrumpfschlauch	beim DIBt hinterlegt		DIN 30672-1:1991-09
<b>Korrosionsschutzmassen</b>			
Vaseline FC 284 *)	beim DIBt hinterlegt		
Unigel 128F-1 *)	beim DIBt hinterlegt		
<b>Umlenkungen</b>			
Umlenkdühlrohre	PE		EN 12201-1:2011-11 EN 12201-2:2013-12
Umlenkformteile (Typ F) Stahl (beschichtet oder verzinkt)	mindestens S235JR oder EN GJS-400-15 oder EN GJS-400-15U		EN 10025-2:2005-04 EN 1563: 2012-03 EN 1563: 2012-03
Umlenkformteile (Typ F) Kunststoff	Formmasse PE (beim DIBt hinterlegt)		EN ISO 1872-1:1999-10
Durchdringungsrohre (Typ F) und Aussparungsrohre (Typ S)	Stahl S235JR (verzinkt) PVC-U  PE		EN 10025-2:2005-04 DIN 8061:2009-10 DIN 8062:2009-10 EN 12201-1:2011-11 EN 12201-2:2013-12
Vorgebogene Rohre (Umlenkung Typ R)	Stahl S235JR (verzinkt)		EN 10025-2:2005-04
Schalkörper (Umlenkung Typ R und S)	PE oder PA, beim DIBt hinterlegt		
Gleitfett	beim DIBt hinterlegt		

Weitere Angaben (z. B. Mindestfestigkeit) zu den Zubehörteilen in hinterlegten Lieferbedingungen

\*) gemäß der vom Hersteller beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Rezeptur, die Materialeigenschaften müssen EAD 160027-00-0301 entsprechen

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Werkstoffe und Verweise**  
Verwendete Werkstoffe

Anhang D1

## 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 12201-1:2011-11	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen - Polyethylen (PE) – Teil 1: Allgemeines
EN 12201-2:2013-12	Kunststoff-Rohrleitungssysteme für die Wasserversorgung und für Entwässerungs- und Abwasserdruckleitungen - Polyethylen (PE) – Teil 2: Rohre
EN ISO 12944-4:1998-07	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung (ISO 12944-4:1998)
EN ISO 12944-5:2008-01	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 5: Beschichtungssysteme (ISO 12944-5:2007)
EN ISO 12944-7:1998-07	Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten (ISO 12944-7:1998)
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
EN 1563:2012-03	Gießereiwesen – Gusseisen mit Kugelgraphit

BBV Externes Spannverfahren Typ E

**Werkstoffe und Verweise**  
Normen und Verweise

Anhang D2