



Europäische Technische Zulassung ETA-11/0123

Handelsbezeichnung <i>Trade name</i>	BBV Externes Spannverfahren Typ E <i>BBV External Post-tension System Type E</i>
Zulassungsinhaber <i>Holder of approval</i>	BBV Systems GmbH Industriestraße 98 67240 Bobenheim-Roxheim DEUTSCHLAND
Zulassungsgegenstand und Verwendungszweck <i>Generic type and use of construction product</i>	BBV Spannverfahren mit 3 bis 31 Litzen (140 und 150 mm ²) zur externen Vorspannung <i>BBV Post-tensioning System for 3 to 31 strands (140 and 150 mm²) for external prestressing</i>
Geltungsdauer: <i>Validity:</i>	vom <i>from</i> bis <i>to</i>
Herstellwerk <i>Manufacturing plant</i>	BBV Systems GmbH Industriestraße 98 67240 Bobenheim-Roxheim DEUTSCHLAND
	21. April 2011 21. April 2016

Diese Zulassung umfasst
This Approval contains

46 Seiten einschließlich 30 Anhänge
46 pages including 30 annexes

I RECHTSGRUNDLAGEN UND ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

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

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

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

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

⁴ Bundesgesetzblatt Teil I 1998, S. 812

⁵ Bundesgesetzblatt Teil I 2006, S. 2407, 2416

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

II BESONDERE BESTIMMUNGEN DER EUROPÄISCHEN TECHNISCHEN ZULASSUNG

1 Beschreibung des Produkts und des Verwendungszwecks

1.1 Beschreibung des Bauprodukts

Die vorliegende Europäische Technische Zulassung gilt für das System:

BBV- Externes Spannverfahren Typ E

bestehend aus 3 bis 31 Litzen mit einer Nenn-Zugfestigkeit von 1770 N/mm² oder 1860 N/mm² (Y1770 S7 oder Y1860 S7), Nenndurchmesser 15,3 mm (0,6" - 140 mm²) oder 15,7 mm (0,62" - 150 mm²) zur Verwendung in Normalbeton mit folgenden Ankern (Spann- und Festanker; siehe Anhang 1):

- 1 Spannanker (aktiv) Typ S und Festanker (passiv) Typ F und Fe mit Ankerplatte und Lochscheibe für Spannglieder mit 3, 4, 5, 7 und 9 Spannstaahlitzen,
- 2 Spannanker (aktiv) Typ S und Festanker (passiv) Typ F und Fe mit Mehrflächenanker und Lochscheibe für Spannglieder mit 12, 15, 19, 22 , 27 und 31 Spannstaahlitzen,
- 3 Spaltzugbewehrung (Wendeln und Bügel)
- 4 Ummantelung (Hüllrohre)
- 5 Korrosionsschutz

Die Verankerung der Spannstaahlitzen in den Lochscheiben erfolgt durch Keile.

1.2 Verwendungszweck

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

Optionale Nutzungskategorien:

- Nachspannbare Spannglieder
- Austauschbare Spannglieder
- Anwendung in Verbundbauwerken

Angenommene Nutzungsdauer:

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

2 Merkmale des Produkts und Nachweisverfahren

2.1 Merkmale des Produkts

2.1.1 Allgemeines

Die Zubehörteile entsprechen den Zeichnungen und Angaben in der Europäischen Technischen Zulassung einschließlich der Anhänge. Die Materialkennwerte, Abmessungen und Toleranzen der Zubehörteile, die nicht in den Anhängen aufgeführt sind, müssen den jeweiligen Angaben in der technischen Dokumentation⁷ dieser Europäischen Technischen Zulassung entsprechen. Die Anordnung der Spannglieder, die Ausbildung der Verankerungsbereiche, die Verankerungsteile und die Hüllrohre müssen den beigefügten Beschreibungen und Zeichnungen entsprechen; die darin angegebenen Abmessungen und Werkstoffe sind einzuhalten.

2.1.2 Spannstahllitzen

Es dürfen nur 7-drähtige Spannstahllitzen verwendet werden in Übereinstimmung mit den nationalen Vorschriften und mit den in Tabelle 1 angegebenen Eigenschaften:

Tabelle 1: Abmessungen und Eigenschaften von 7-drähtigen Spannstahllitzen

Kennwert	Symbol	Einheit	Wert	
Zugfestigkeit	R_m	MPa	1770 oder 1860	
Litze				
Nenndurchmesser	D	mm	15,3	15,7
Nennquerschnitt	A_p	mm ²	140	150
Nenngewicht	M	g/m	1093	1172
Einzeldrähte				
Außendrahtdurchmesser	D	mm	$5,0 \pm 0,04$	$5,2 \pm 0,04$
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 $R_m = 1860 \text{ N/mm}^2$ 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 21 zu finden.

2.1.3 Keile

Zugelassen sind Keile Typ 30, glatt oder gerändelt (siehe Anhang 6). Die gerändelten Keile dürfen nur für vorverkeilte Festanker verwendet werden. Die Keilsegmente für Spannlitzen $\varnothing 15,7 \text{ mm}$ sind mit "0,62" zu kennzeichnen.

2.1.4 Lochscheiben

Die konischen Bohrungen der Lochscheiben müssen sauber und rostfrei und mit einer Korrosionsschutzmasse versehen sein.

2.1.5 Ankerplatten

Für 3 bis 9 Spannstahllitzen sind rechteckige Ankerplatten zu verwenden. Die lange Seite der Ankerplatte ist parallel zum größten Achs- oder Randabstand einzubauen (siehe Anhänge 2, 4 und 6).

2.1.6 Mehrflächenanker

Für 12 bis 31 Spannstahllitzen sind Mehrflächen-Gussankerkörper zu verwenden (siehe Anhang 6).

⁷

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

2.1.7 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 Abschnitt 4.2.3 sicherzustellen.

2.1.8 Korrosionsschutz im Bereich der Verankerungen und der freien Spanngliedlänge

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

Der Hüllrohrstrang wird auf der Baustelle nach dem Straffen des Spanngliedes und vor dem Vorspannen vollständig mit heißer Korrosionsschutzmasse verpresst. Die Korrosionsschutzmasse muss ETAG 013, Anhang C4.1 oder C4.2 und den nationalen Vorschriften entsprechen.

Den Übergang vom PE-Hüllrohr der freien Spanngliedlänge zur Verankerung bildet das Anschlusshüllrohr (siehe Anhänge 10 bis 12).

Das Anschlusshüllrohr überlappt mit dem Übergangrohr und wird zur Abdichtung mit PE-Klebeband umwickelt

Die Hochpunkte werden nach dem Abkühlen der Korrosionsschutzmasse und vor dem Vorspannen mit "kalter" Korrosionsschutzmasse nachverpresst (siehe Anhänge 16 bis 18 und 25 bis 30).

Die Verankerungen sind nach dem Vorspannen entsprechend der Beschreibung in den Anhängen 25 bis 30 und mit den in Anhängen 8 und 9 dargestellten Maßnahmen zu schützen.

2.1.9 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 DIN EN ISO 12944-5:2007 gegen Korrosion zu schützen:

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

Die Oberflächenvorbereitung erfolgt nach EN ISO 12944-4:1998. Bei der Ausführung der Beschichtungsarbeiten ist DIN EN ISO 12944-7:1998 zu beachten.

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

2.1.10 Aussparungen an den Verankerungen, Mindestbreite Querträger

Die Verankerungen sind schematisch auf den Anhängen 8 bis 12 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 Abschnitte 4.2.9 und 4.2.11). Die Mindestbreite des Querträgers am Spann- und Festanker ist den Anhängen 10 und 11 bei ankernaher Umlenkung dem Anhang 12 zu entnehmen. Im Bereich min. L1 sind die Spannglieder gerade zu führen.

2.1.11 Hüllrohre

Die Spannglieder sind auf der freien Länge mit PE-Hüllrohren gemäß den Anhängen 2 bis 5 zu umhüllen. Das Verrohrungsschema und die Hüllrohrverbindungen sind in Anlage 16 dargestellt.

Die Verbindungen der PE-Rohre untereinander oder mit PE-Reduzierstücken erfolgt durch Heizelementstumpfschweißung oder durch Heizwendelschweißen. Beim Schweißen ist die Richtlinie DVS 2207-1:2005-09 oder es sind gleichwertige Bestimmungen am Ort der Verwendung zu beachten.

Die Schweißarbeiten sind von Kunststoffschweißern mit gültiger Prüfbescheinigung der Prüfgruppe I nach Richtlinie DVS 2212-1:2006-05 oder vergleichbarem am Ort der Verwendung gültigen Zertifikat durchzuführen.

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

Der Ablenkungswinkel der Spannstahlritzen in der Verankerung beträgt maximal 2.2° (am Ende der Keile und im Übergangsbereich zwischen Übergangs- und Anschlusshüllrohr). Am Übergangrohr wird das Anschlusshüllrohr durch Klebebandwicklung befestigt.

Beim Festanker wird das Hüllrohr bis ca. 5 cm vor das Übergangrohr in das Anschlusshüllrohr geschoben und hinter dem Querträger zugfest mit dem Anschlusshüllrohr verbunden.

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

Die zugfeste Verbindung zwischen Ankerhüllrohr und Hüllrohr wird am Spannanker erst nach Beendigung des Vorspannens hergestellt.

2.1.12 Umlenkstellen

Im Umlenkbereich darf an keiner Stelle der in den Anhängen 2 bis 5 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 auf den Anhängen 13 bis 15 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-Umlenk-hüllrohr 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 14).

Am Spann- und Festanker dürfen im Abstand $\min L_1$ zur Lochscheibe planmäßige Umlenkungen vorgesehen werden (siehe Anhang 12). Vor dem Straffen des Spanngliedes muss das Hüllrohr am Spannanker mindestens 10 cm über den gekrümmten Bereich in den Querträger hinein reichen.

2.2 Nachweisverfahren

2.2.1 Allgemeines

Die Beurteilung der Eignung des BBV-Externen Spannverfahrens Typ E für den vorgesehenen Verwendungszweck in Bezug auf die Anforderungen der mechanischen Widerstandsfähigkeit und der Stabilität im Sinne der Wesentlichen Anforderung Nr.1 erfolgte in Übereinstimmung mit der "Leitlinie für die Europäische Technische Zulassung für Spannverfahren zur Vorspannung von Tragwerken ETAG 013".

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

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

Die Bauteile (aus Normalbeton), die mit dem BBV Externen Spannverfahrens Typ E vorgespannt werden, sind in Übereinstimmung mit den nationalen Regelungen zu bemessen.

2.2.2 Spannglieder

Vorspann- und Überspannkräfte sind in den jeweiligen nationalen Bestimmungen angegeben. Die auf ein Spannglied aufgebrauchte Höchstkraft P_0 darf die in Tabelle 2 (140 mm²) oder Tabelle 3 (150 mm²) angegebene Kraft $P_{0,max} = 0,9 A_p f_{p0,1k}$ nicht überschreiten. Die Vorspannkraft P_{m0} , die unmittelbar nach dem Spannen und Verankern auf den Beton aufgebracht wird, darf den in Tabelle 2 (140 mm²) oder Tabelle 3 (150 mm²) angegebenen Wert $P_{m0,max} = 0,85 A_p f_{p0,1k}$ nicht überschreiten.

Tabelle 2: Maximale Vorspannkkräfte⁸ für Spannglieder mit $A_p = 140 \text{ mm}^2$

Bezeichnung des Spannglieds	Anzahl Litzen	Querschnittsfläche A_p [mm ²]	Vorspannkraft Y1770 S7 $f_{p0,1k} = 1520 \text{ N/mm}^2$		Vorspannkraft Y1860 S7 $f_{p0,1k} = 1600 \text{ N/mm}^2$	
			$P_{m0,max}$ [kN]	$P_{0,max}$ [kN]	$P_{m0,max}$ [kN]	$P_{0,max}$ [kN]
BBV L3 E	3	420	543	575	571	605
BBV L4 E	4	560	724	766	762	806
BBV L5 E	5	700	904	958	952	1008
BBV L7 E	7	980	1266	1341	1333	1411
BBV L9 E	9	1260	1628	1724	1714	1814
BBV L12 E	12	1680	2171	2298	2285	2419
BBV L15 E	15	2100	2713	2873	2856	3024
BBV L19 E	19	2660	3437	3639	3618	3830
BBV L22 E	22	3080	3979	4213	4189	4435
BBV L27 E	27	3780	4884	5171	5141	5443
BBV L31 E	31	4340	5607	5937	5902	6250

Tabelle 3: Maximale Vorspannkkräfte⁸ für Spannglieder mit $A_p = 150 \text{ mm}^2$

Bezeichnung des Spannglieds	Anzahl Litzen	Querschnittsfläche A_p [mm ²]	Vorspannkraft Y1770 S7 $f_{p0,1k} = 1520 \text{ N/mm}^2$		Vorspannkraft Y1860 S7 $f_{p0,1k} = 1600 \text{ N/mm}^2$	
			$P_{m0,max}$ [kN]	$P_{0,max}$ [kN]	$P_{m0,max}$ [kN]	$P_{0,max}$ [kN]
BBV L3 E	3	450	581	616	612	648
BBV L4 E	4	600	775	821	816	864
BBV L5 E	5	750	969	1026	1020	1080
BBV L7 E	7	1050	1357	1436	1428	1512
BBV L9 E	9	1350	1744	1847	1836	1944
BBV L12 E	12	1800	2326	2462	2448	2592
BBV L15 E	15	2250	2907	3078	3060	3240
BBV L19 E	19	2850	3682	3899	3876	4104
BBV L22 E	22	3300	4264	4514	4488	4752
BBV L27 E	27	4050	5233	5540	5508	5832
BBV L31 E	31	4650	6008	6361	6324	6696

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 4 aufgeführt.

⁸

Die in Tabellen 2 bis 4 angegebenen Kräfte sind Höchstwerte basierend auf $f_{p0,1k} = 1520 \text{ N/mm}^2$ bzw. 1600 N/mm^2 . Die tatsächlich zu verwendenden Vorspannkkräfte sind den am Ort der Verwendung geltenden nationalen Regeln zu entnehmen. Wenn am Ort der Verwendung zulässig, dürfen auch Spannstahlilitzen mit höheren charakteristischen Streckgrenzen genommen werden, aber mit maximal $f_{p0,1k} = 1560 \text{ N/mm}^2$ (Y1770 S7) bzw. 1640 N/mm^2 (Y1860 S7). In diesem Fall dürfen die Vorspannkkräfte der Tabellen 2 bis 4 vergrößert werden durch Multiplikation mit dem Faktor $(f_{p0,1k}/1520)$ bzw. $(f_{p0,1k}/1600)$. Die Einhaltung des Stabilisierungs- und Rissbreitenkriteriums wurde im Lastübertragungsversuch auf einer Laststufe von $0,80 \cdot F_{pk}$ nachgewiesen.

Tabelle 4: Verminderung der Vorspannkraft⁸ bei Weglassen einer Litze

A _p	Y1770 S7		Y1860 S7	
	ΔP _{m0} [kN]	ΔP ₀ [kN]	ΔP _{m0} [kN]	ΔP ₀ [kN]
140 mm ²	181	192	190	201
150 mm ²	194	205	204	216

Weitere Kennwerte der Spannglieder (Gewicht je Meter, charakteristische Spanngliedkraft F_{pk}) sind in den Anhängen 2 bis 5 zu finden.

2.2.3 Spannkraftverluste infolge Reibung und ungewollter Umlenkung

Die Spannkraftverluste im Spannglied dürfen in der statischen Berechnung in der Regel mit dem in den Anhängen 2 bis 5 angegebenen mittleren Reibungsbeiwert $\mu = 0,08$ 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 Anhänge 2 bis 5).

2.2.4 Krümmungsradius der Spannglieder im Bauteil

Die kleinsten zulässigen Krümmungsradien sind den Anhängen 2 bis 5 zu entnehmen. Der Nachweis der Stahlrandspannungen in Krümmungen braucht bei Einhaltung dieser Radien nicht geführt zu werden. Die Aufnahme der Umlenkkräfte durch das Bauwerk ist statisch nachzuweisen.

Die angegebenen kleinsten zulässigen Krümmungsradien basieren auf den maximalen Vorspannkraften P_{m0,max} gemäß Tabellen 2 und 3. Wenn es am Ort der Verwendung zulässig ist und wenn Spannstahllitzen mit höheren charakteristischen Streckgrenzen genommen werden, sind die angegebenen Krümmungsradien durch Multiplikation mit dem Faktor ($f_{p0,1k}/1520$) bzw. ($f_{p0,1k}/1600$) zu vergrößern und auf volle 0,1 m aufzurunden. Siehe auch Abschnitt 2.2.2 und Fußnote 8.

2.2.5 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 5 und den Anhängen aufweisen. Die mittlere Betondruckfestigkeit ist durch mindestens drei Prüfkörper (Zylinder oder Würfel mit 150 mm Kantenlänge) nachzuweisen, welche unter den gleichen Bedingungen wie das Betonbauteil zu lagern sind und deren drei Einzelwerte nicht mehr als 5 % voneinander abweichen dürfen.

Tabelle 5: Erforderliche mittlere Betondruckfestigkeit f_{cmj} der Prüfkörper zum Zeitpunkt der Vorspannung

$f_{cmj,cube}$ [N/mm ²]	$f_{cmj,cyl}$ [N/mm ²]
28 ⁾ /30 ^{**)}	23 ⁾ /25 ^{**)}
34	28
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.

2.2.6 Achs- und Randabstände der Spanngliederverankerungen, Betondeckung

Die Achs- und Randabstände der Spannglieder dürfen die in den Anhängen 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 6) parallel zur langen Betonseite (maximaler Achsabstand) einzubauen.

Die in den Anhängen 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.

2.2.7 Bewehrung im Verankerungsbereich

Die Eignung der Verankerungen (einschließlich Bewehrung) für die Übertragung der Spannkraft auf den Bauwerksbeton ist durch Versuche nachgewiesen.

Die Aufnahme der im Bauwerksbeton auftretenden Kräfte im Verankerungsbereich außerhalb (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 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.

Sollte in Ausnahmefällen⁹ - infolge eines hohen Bewehrungsgehaltes - die Wendel oder der Beton nicht einwandfrei eingebaut werden können, so darf die Wendel durch eine gleichwertige Bewehrung ersetzt werden.

2.2.8 Schlupf an den Verankerungen

Der Einfluss des Schlupfes an den Verankerungen (siehe Abschnitt 4.2.7) muss bei der statischen Berechnung bzw. bei der Bestimmung der Spannweite berücksichtigt werden.

2.2.9 Ermüdungsnachweis der Verankerungen und im Umlenkbereich der Spannglieder

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

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

2.2.10 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, dass ein Anliegen der Spannglieder am Bauteil ausgeschlossen wird.

2.2.11 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.

⁹ Dies erfordert eine Zustimmung im Einzelfall entsprechend den nationalen Regelungen und Verwaltungsvorschriften.

3 Bewertung und Bescheinigung der Konformität und CE-Kennzeichnung

3.1 System der Konformitätsbescheinigung

Gemäß Entscheidung 98/456/EC der Europäischen Kommission¹⁰ ist das System 1+ der Konformitätsbescheinigung anzuwenden.

Dieses System der Konformitätsbescheinigung ist im Folgenden beschrieben:

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

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

3.2 Zuständigkeiten

3.2.1 Aufgaben des Herstellers

3.2.1.1 Werkseigene Produktionskontrolle

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

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

Die werkseigene Produktionskontrolle muss mit dem "Kontrollplan vom 10. Januar 2011" für die am 21. April 2011 erteilte Europäische Technische Zulassung ETA-11/0123, der Teil der technischen Dokumentation dieser Europäischen Technischen Zulassung ist, übereinstimmen. Der "Kontrollplan" ist im Zusammenhang mit dem vom Hersteller betriebenen werkseigenen Produktionskontrollsystem festgelegt und beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.¹¹

Die Grundelemente des Kontrollplans stimmen mit ETAG 013, Anhang E1 (siehe Anhänge 22 und 23) überein.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind festzuhalten und in Übereinstimmung mit den Bestimmungen des "Kontrollplans" auszuwerten.

Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Informationen beinhalten:

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

¹⁰ Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 201/112 vom 3. Juli 1998

¹¹ Der Kontrollplan ist ein vertraulicher Bestandteil dieser Europäischen Technischen Zulassung und wird nur der in das Konformitätsbescheinigungsverfahren eingeschalteten zugelassenen Stelle ausgehändigt. Siehe Abschnitt 3.2.2.

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

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

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

3.2.1.2 Sonstige Aufgaben des Herstellers

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

Der Hersteller hat eine Konformitätserklärung abzugeben mit der Aussage, dass das Bauprodukt mit den Bestimmungen der am 21. April 2011 erteilten Europäischen Technischen Zulassung ETA-11/0123 übereinstimmt.

Mindestens einmal jährlich muss der Hersteller jeden Komponentenhersteller überprüfen.

Mindestens einmal jährlich müssen Proben eines in Ausführung befindlichen Bauwerks genommen und eine Serie Einzelzugversuche entsprechend ETAG 013, Anhang E3 (siehe Anhang 14) durchgeführt werden. Die Ergebnisse dieser Prüferien müssen der zugelassenen Stelle zur Kenntnis gegeben werden.

3.2.2 Aufgaben der zugelassenen Stellen

3.2.2.1 Allgemeines

Die zugelassene Stelle hat die Aufgaben in Übereinstimmung mit den Abschnitten 3.2.2.2 bis 3.3.3.5 und in Übereinstimmung mit den Vorgaben des Kontrollplans vom 10. Januar 2011 für die am 21. April 2011 erteilte Europäische Technische Zulassung ETA-11/0123 durchzuführen:

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

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

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

3.2.2.2 Erstprüfung des Produkts

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

3.2.2.3 Erstinspektion des Werks und der werkseigenen Produktionskontrolle

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

3.2.2.4 Laufende Überwachung, Beurteilung und Anerkennung der werkseigenen Produktionskontrolle

Die zugelassene Stelle muss das Werk mindestens einmal jährlich inspizieren. Es ist zu überprüfen, ob das System der werkseigenen Produktionskontrolle und der spezielle Herstellungsprozess entsprechend dem "Kontrollplan" beibehalten werden.

Die laufende Überwachung und Beurteilung der werkseigenen Produktionskontrolle ist entsprechend dem "Kontrollplan" durchzuführen.

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

3.2.2.5 Stichprobenprüfung von im Werk entnommenen Proben

Im Rahmen der Überwachungsprüfungen muss die zugelassene Stelle Proben der Zubehöerteile des Vorspannsystems für unabhängige Prüfungen entnehmen. Für die wichtigsten Zubehöerteile sind in Anhang 24 die mindestens durchzuführenden Verfahren aufgeführt, die von der zugelassenen Stelle durchgeführt werden müssen.

Die Grundlagen der Stichprobenprüfung stimmen mit ETAG 013, Anhang E2 überein (siehe Anhang 24).

3.3 CE-Kennzeichnung

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

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

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

4.1 Herstellung

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

Der Zusammenbau der Spannglieder erfolgt auf der Baustelle.

4.2 Einbau

4.2.1 Allgemeines

Der Zusammenbau und Einbau der Spannglieder darf nur von qualifizierten und für die Vorspannung spezialisierten Unternehmen durchgeführt werden, die die erforderliche Sachkenntnis und Erfahrung mit dem BBV-Externen Spannverfahren Typ E haben. Der vom Unternehmen eingesetzte Bauleiter muss eine vom ETA Zulassungsinhaber ausgestellte Bescheinigung besitzen, dass er vom ETA Zulassungsinhaber eingewiesen wurde und die erforderliche

Sachkenntnis und Erfahrung mit dem Vorspannsystem aufweist. Auf der Baustelle geltende Normen und Regelungen müssen berücksichtigt werden.

Der ETA Zulassungsinhaber ist dafür verantwortlich, alle Beteiligten über die Anwendung des BBV-Externen Spannverfahrens Typ E zu informieren. Ergänzende Informationen, wie in ETAG 013, Abschnitt 9.2 angegeben, müssen beim ETA Zulassungsinhaber verfügbar sein und bei Bedarf ausgehändigt werden.

Mit den Spanngliedern und deren Zubehörteilen ist sorgsam umzugehen.

4.2.2 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 Spannstahllitzen in die Hüllrohre dürfen an den Verankerungen keine Schweißarbeiten mehr vorgenommen werden.

4.2.3 Einbau der Verankerungen, der Wendel und der Zusatzbewehrung

Die konischen Bohrungen der Lochscheiben müssen beim Einbau sauber und rostfrei und mit einem Korrosionsschutzmittel beschichtet 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 10 bis 12). Dabei ist zu unterscheiden zwischen Verankerungen, 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 10 bis 12.

4.2.4 Einbau der Spannstahllitzen 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° ermöglichen. Der Einbau des Hüllrohrstranges und der Spannstahllitzen erfolgt, wie in den Anhängen 25 bis 30 beschrieben. Das Verrohrungsschema mit Verbindungen und Stößen ist im Anhang 16 dargestellt.

Am Spannanker und am Festanker werden Anschlusshüllrohre (siehe Anhänge 10 bis 12) eingebaut. Am Festanker endet das Hüllrohr ca. 5 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.

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.

4.2.5 Verhinderung von Querschwingungen der Spannglieder

Kritische Querschwingungen der Spannglieder infolge 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.

4.2.6 Unplanmäßiges Anliegen des Spannglieds und freies Abheben an Austrittspunkten

Ein unplanmäßiges Anliegen des Spannglieds 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 Abschnitt 4.2.9). Das freie Abheben sollte bereits nach dem Straffen und vor dem Verfüllen mit heißer Korrosionsschutzmasse an allen Austrittspunkten kontrolliert werden.

4.2.7 Verkeilkraft, Schlupf, Keilsicherung und Korrosionsschutzmasse im Keilbereich

Die Keile der Festanker sind mit $1,1 P_{m0,max}$ (siehe Abschnitt 2.2.2) vorzuverkeilen, wenn die Keile Typ 30 gerändelt 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 $1,1 P_{m0,max}$ ist bei der Festlegung der Spannwege, kein Schlupf zu berücksichtigen.

Die Keile der Spannanker sind beim Verankern nach dem Spannen mit mindestens $0,1 P_{m0,max}$ einzudrücken. Hier beträgt der Schlupf 3 mm.

Die Keile werden mittels Sicherungshauben gesichert.

4.2.8 Straffen und Einfüllen von Korrosionsschutzmasse

Am Spannanker ist der Weg des Hüllrohres bereits beim Straffen zu dokumentieren (siehe auch Abschnitt 4.2.4).

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.

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 15 bis 17 und 25 bis 30). Nach dem Bohren der dafür erforderlichen Verfüllöffnungen 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 Verfüll- und Entlüftungsöffnungen ist darauf zu achten, dass diese einen ausreichenden Abstand zum Umlenkbereich haben und beim Vor- und Nachspannen nicht in den Umlenkbereich gezogen werden.

4.2.9 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 18).

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 12) 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 Spannstahllitzen 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 Anlagen 10 bzw. 12, Abbildung C 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.

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.

4.2.10 Korrosionsschutzmaßnahmen nach dem Vorspannen

Die Herstellung des Korrosionsschutzes der Verankerungsbereiche erfolgt durch Sicherungshauben und Schutzhauben, die mit Korrosionsschutzmasse verfüllt werden (siehe Anhänge 8 und 9). Vor dem Aufsetzen der Sicherungshauben werden die Lochscheiben vollflächig mit kalter Korrosionsschutzmasse eingerieben.

Der Stoß zwischen dem Anschlusshüllrohr und dem Hüllrohr am Spannanker ist dauerhaft durch eine Übergangsschweißmuffe zu verschließen.

Die Hohlräume müssen vollständig mit Korrosionsschutzmasse verfüllt werden. Dies wird durch Abklopfen der Schutzhauben überprüft.

4.2.11 Nachspannen

Ein Nachspannen der Spannglieder, verbunden mit dem Lösen der Keile und unter Wiederverwendung der Keile, ist zugelassen (siehe Abschnitt 4.2.9).

Vorarbeiten sind das Entfernen der Schutz- und Sicherungshauben 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 Spannstahlilitzen 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 außerdem nicht aufstauchen (siehe Abschnitt 4.2.9). Nach dem Nachspannen werden die Korrosionsschutzmaßnahmen nach Abschnitt 4.2.10 durchgeführt.

4.2.12 Auswechseln von Spanngliedern

Der Ausbau von Spanngliedern und anschließende Einbau neuer Spannglieder ist möglich (siehe Anlage 20, Punkt 11). 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.

5 Verpackung, Transport und Lagerung

Die Zubehörteile und die Spannglieder sind vor Feuchtigkeit und Verschmutzung zu schützen. Die Spannglieder sind von Bereichen fernzuhalten, in denen Schweißarbeiten durchgeführt werden.

Für den Transport und die Behandlung der Spannstahlilitzen sind die Vorschriften des Spannstahlilitzenherstellers zu beachten.

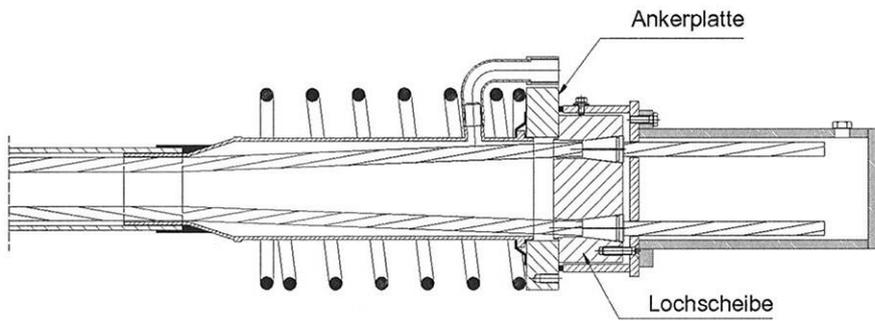
Die Hüllrohre sind gerade zu transportieren.

Georg Feistel
Abteilungsleiter

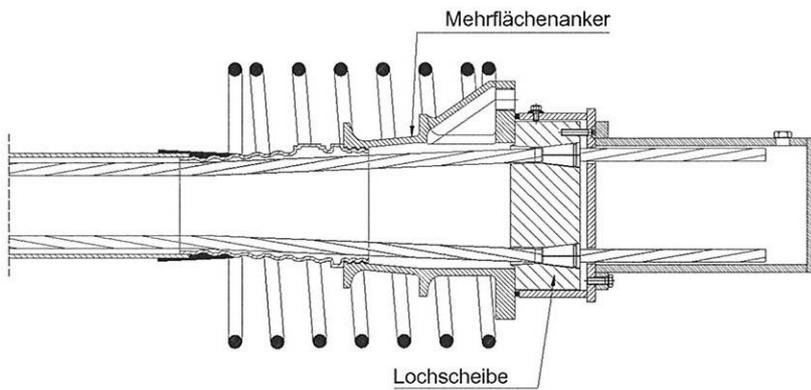


BBV Externes Litzenspannverfahren Übersicht Verankerungen

1. Spannanker (S) und Festanker (F) BBV L3 E – BBV L9 E



2. Spannanker (S) und Festanker (F) BBV L12 E – BBV L31 E



BBV Externes Spannverfahren Typ E

Übersicht Verankerungen

Anhang 1

SPANNSTAHLGÜTE Y 1770
Technische Angaben BBV L3 E - BBV L9 E
Spannanker (S) und Festanker (F)

Spanngliedbezeichnung	Einheit	BBV L3 E	BBV L4 E	BBV L5 E	BBV L7 E	BBV L9 E
Lochbild						
Anzahl der Litzen, Y 1770	n	3	4	5	7	9
150mm ² : Nennquerschnitt A _p	mm ²	450	600	750	1050	1350
150mm ² : Nenngewicht	kg/m	3,54	4,72	5,9	8,26	10,62
150mm ² : P ₀ = 0,90 · f _{p0.1k} · A _p ***	kN	616	821	1026	1436	1847
150mm ² : P _{m0} = 0,85 · f _{p0.1k} · A _p ***	kN	581	775	969	1357	1744
150 mm ² : F _{pk}	kN	797	1062	1328	1859	2390
140mm ² : Nennquerschnitt A _p	mm ²	420	560	700	980	1260
140mm ² : Nenngewicht	kg/m	3.30	4.40	5.50	7.69	9.89
140mm ² : P ₀ = 0,90 · f _{p0.1k} · A _p ***	kN	575	766	958	1341	1724
140mm ² : P _{m0} = 0,85 · f _{p0.1k} · A _p ***	kN	543	724	904	1266	1628
140 mm ² : F _{pk}	kN	743	991	1239	1735	2230
Reibungsverluste						
Spannanker Δ P _{μS}	%	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0
mittlerer Reibungsbeiwert μ	-	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Hüllrohr aus PE						
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
Minimaler Umlenkradius	m	3,00	3,00	3,00	3,10	3,90
Litzenüberstände **	mm	200	200	700	700	800
Verankerungen (S) und (F)						
Mindest-Achsabstand*,****						
f _{cmj,cube} = 30 N/mm ²	mm	215 x 190	245 x 220	275 x 245	325 x 285	370 x 325
f _{cmj,cube} = 34 N/mm ²	mm	200 x 175	230 x 205	260 x 230	305 x 270	345 x 305
f _{cmj,cube} = 40 N/mm ²	mm	185 x 160	215 x 185	235 x 210	280 x 245	320 x 275
f _{cmj,cube} = 45 N/mm ²	mm	170 x 150	200 x 175	225 x 195	260 x 230	295 x 265

* Die Verankerungsabstände können in einer Richtung auf 85 % der Tabellenwerte reduziert werden, wenn sie gleichzeitig in der anderen Richtung entsprechend vergrößert werden (siehe Abschnitt 2.2.6 der Besonderen Bestimmungen).

** Zum Ansetzen der Spannpresse ab Vorderkante Lochscheibe

*** basierend auf f_{p0.1k} = 1520 N/mm² (Y 1770)

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

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Spannstahlgüte: Y 1770
Technische Angaben
BBV L3 E – BBV L9 E

Anhang 2

SPANNSTAHLGÜTE Y 1770
Technische Angaben BBV L12 E - BBV L31 E
Spannanker (S) und Festanker (F)

Spanngliedbezeichnung	Einh.	BBV L12 E	BBV L15 E	BBV L19 E	BBV L22 E	BBV L27 E	BBV L31 E
Lochbild							
Anzahl der Litzen, Y 1770	n	12	15	19	22	27	31
150mm ² : Nennquerschnitt A_p	mm ²	1800	2250	2850	3300	4050	4650
150mm ² : Nenngewicht	kg/m	14,16	17,70	22,42	25,96	31,86	36,58
150mm ² : $P_0 = 0,90 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	2462	3078	3899	4514	5540	6361
150mm ² : $P_{m0} = 0,85 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	2326	2907	3682	4264	5233	6008
150 mm ² : F_{pk}	kN	3186	3983	5045	5841	7169	8231
140mm ² : Nennquerschnitt A_p	mm ²	1680	2100	2660	3080	3780	4340
140mm ² : Nenngewicht	kg/m	13,19	16,49	20,88	24,18	29,67	34,07
140mm ² : $P_0 = 0,90 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	2298	2873	3639	4213	5171	5937
140mm ² : $P_{m0} = 0,85 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	2171	2713	3437	3979	4884	5607
140 mm ² : F_{pk}	kN	2974	3717	4708	5452	6691	7682
Reibungsverluste							
Spannanker $\Delta P_{\mu S}$	%	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
mittlerer Reibungsbeiwert μ	-	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Hüllrohr aus PE (SDR17)							
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
Minimaler Umlenkradius	m	4,00	3,80	4,80	5,50 / 4,80	6,00	5,80
Hüllrohr aus PE (SDR22)							
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
Minimaler Umlenkradius	m	-	4,10	5,20	6,0 / 5,10	6,30	6,10
Litzenüberstände **	mm	800	800	1200	1200	1200	1200
Verankerungen (S) und (F)							
Mindest-Achs/Randabstand*							
$f_{cmj, cube} = 28 \text{ N/mm}^2$	mm	405/225	450/245	505/275	545/295	605/325	645/345
$f_{cmj, cube} = 34 \text{ N/mm}^2$	mm	370/205	415/230	465/255	500/270	550/295	595/320
$f_{cmj, cube} = 40 \text{ N/mm}^2$	mm	340/190	380/210	430/235	460/250	510/275	545/295
$f_{cmj, cube} = 45 \text{ N/mm}^2$	mm	325/185	360/200	405/225	435/240	485/265	520/280

* und ** und *** siehe Anlage 2

*** basierend auf $f_{p0,1k} = 1520 \text{ N/mm}^2$ (Y 1770)

Verwendung der kleineren Hüllrohrdurchmesser nur nach Rücksprache mit
BBV Systems GmbH

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Spannstahlgüte: Y 1770
Technische Angaben
BBV L12 E – BBV L31 E

Anhang 3

SPANNSTAHLGÜTE Y 1860
Technische Angaben BBV L3 E - BBV L9 E
Spannanker (S) und Festanker (F)

Spanngliedbezeichnung	Einh.	BBV L3 E	BBV L4 E	BBV L5 E	BBV L7 E	BBV L9 E
Lochbild						
Anzahl der Litzen, Y 1860	n	3	4	5	7	9
150mm ² : Nennquerschnitt A_p	mm ²	450	600	750	1050	1350
150mm ² : Nenngewicht	kg/m	3,54	4,72	5,9	8,26	10,62
150mm ² : $P_0 = 0,90 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	648	864	1080	1512	1944
150mm ² : $P_{m0} = 0,85 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	612	816	1020	1428	1836
150 mm ² : F_{pk}	kN	837	1116	1395	1953	2511
140mm ² : Nennquerschnitt A_p	mm ²	420	560	700	980	1260
140mm ² : Nenngewicht	kg/m	3,30	4,40	5,50	7,69	9,89
140mm ² : $P_0 = 0,90 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	605	806	1008	1411	1814
140mm ² : $P_{m0} = 0,85 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	571	762	952	1333	1714
140 mm ² : F_{pk}	kN	781	1042	1302	1823	2344
Reibungsverluste						
Spannanker $\Delta P_p S$	%	1,2	1,2	1,2	1,1	1,0
mittlerer Reibungsbeiwert μ	-	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Hüllrohr aus PE						
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
Minimaler Umlenkradius	m	3,20	3,10	3,10	3,30	4,10
Litzenüberstände **	mm	200	200	700	700	800
Verankerungen (S) und (F)						
Mindest-Achsabstand*, ****						
$f_{cmj, cube} = 30 \text{ N/mm}^2$	mm	215 x 190	245 x 220	275 x 245	325 x 285	370 x 325
$f_{cmj, cube} = 34 \text{ N/mm}^2$	mm	200 x 175	230 x 205	260 x 230	305 x 270	345 x 305
$f_{cmj, cube} = 40 \text{ N/mm}^2$	mm	185 x 160	215 x 185	235 x 210	280 x 245	320 x 275
$f_{cmj, cube} = 45 \text{ N/mm}^2$	mm	170 x 150	200 x 175	225 x 195	260 x 230	295 x 265

* Die Verankerungsabstände können in einer Richtung auf 85% der Tabellenwerte reduziert werden, wenn sie gleichzeitig in der anderen Richtung entsprechend vergrößert werden (siehe Abschnitt 2.2.6 der Besonderen Bestimmungen).

** Zum Ansetzen der Spannpresse ab Vorderkante Lochscheibe

*** basierend auf $f_{p0,1k} = 1600 \text{ N/mm}^2$ (Y 1860)

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

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Spannstahlgüte: Y 1860
Technische Angaben
BBV L3 E – BBV L9 E

Anhang 4

SPANNSTAHLGÜTE Y 1860
Technische Angaben BBV L12 E - BBV L31 E
Spannanker (S) und Festanker (F)

Spanngliedbezeichnung	Einh.	BBV L12 E	BBV L15 E	BBV L19 E	BBV L22 E	BBV L27 E	BBV L31 E
Lochbild							
Anzahl der Litzen, Y 1860	n	12	15	19	22	27	31
150mm ² : Nennquerschnitt A_p	mm ²	1800	2250	2850	3300	4050	4650
150mm ² : Nenngewicht	kg/m	14,16	17,70	22,42	25,96	31,86	36,58
150mm ² : $P_0 = 0,90 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	2592	3240	4104	4752	5832	6696
150mm ² : $P_{m0} = 0,85 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	2448	3060	3876	4488	5508	6324
150 mm ² : F_{pk}	kN	3348	4185	5301	6138	7533	8649
140mm ² : Nennquerschnitt A_p	mm ²	1680	2100	2660	3080	3780	4340
140mm ² : Nenngewicht	kg/m	13,19	16,49	20,88	24,18	29,67	34,07
140mm ² : $P_0 = 0,90 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	2419	3024	3830	4435	5443	6250
140mm ² : $P_{m0} = 0,85 \cdot f_{p0,1k} \cdot A_p$ ***	kN	2285	2856	3618	4189	5141	5902
140 mm ² : F_{pk}	kN	3125	3906	4948	5729	7031	8072
Reibungsverluste							
Spannanker $\Delta P_p S$	%	0,8	0,8	0,8	0,6	0,8	0,8
mittlerer Reibungsbeiwert μ	%	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Hüllrohr aus PE (SDR 17)							
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
Minimaler Umlenkradius	m	4,10	4,00	5,00	5,80 / 5,10	6,30	6,10
Hüllrohr aus PE (SDR22)							
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
Minimaler Umlenkradius	m	-	4,40	5,50	6,30 / 5,40	6,70	6,40
Litzenüberstände **	mm	800	800	1200	1200	1200	1200
Verankerungen (S) und (F)							
Mindest-Achs/Randabstand*							
$f_{cmj,cube} = 28 \text{ N/mm}^2$	mm	405/225	450/245	505/275	545/295	605/325	645/345
$f_{cmj,cube} = 34 \text{ N/mm}^2$	mm	370/205	415 /230	465/255	500/270	550/295	595/320
$f_{cmj,cube} = 40 \text{ N/mm}^2$	mm	340/190	380/210	430/235	460/250	510/275	545/295
$f_{cmj,cube} = 45 \text{ N/mm}^2$	mm	325/185	360/200	405/225	435/240	485/265	520/280

* und ** siehe Anlage 4

*** basierend auf $f_{p0,1k} = 1600 \text{ N/mm}^2$ (Y 1860)

Verwendung der kleineren Hüllrohrdurchmesser nur nach Rücksprache mit
BBV Systems GmbH

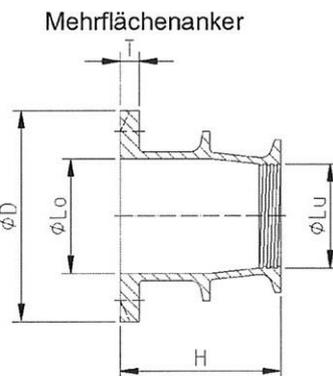
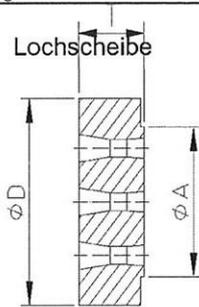
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Spannstahlgüte: Y 1860
Technische Angaben
BBV L12 E – BBV L31 E

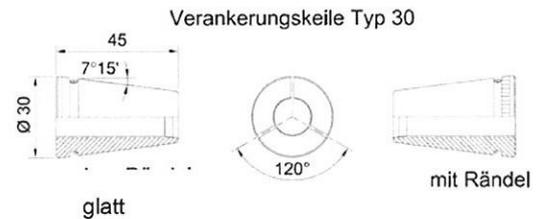
Anhang 5

Abmessung der Einzelteile

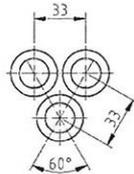
Spanngliedbezeichnung	Einh.	L3 E	L4 E	L5 E	L7 E	L9 E	L12 E	L15 E	L19 E	L22 E	L27 E	L31 E
Ankerplatte												
Seitenlänge a	mm	160	180	195	215	250						
Seitenlänge b	mm	140	160	170	190	220						
Dicke	mm	25	25	30	35	35						
Lochdurchmesser	mm	72	81	83	93	113						
Mehrflächenanker												
Durchmesser	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
Lochscheibe												
Durchmesser	D mm	104	104	115	132	160	180	200	220	245	265	280
Dicke	T mm	65	65	70	75	75	80	82	92	105	120	125
Durchmesser	A mm	68	77	79	89	109	127	146	159	179	195	204
Lochkreis e1	mm	45	54	56	66	86	*Raster	56	*Raster	*Raster	*Raster	*Raster
Lochkreis e2	mm							120				
Übergangrohr												
Max. Durchmesser, außen	mm	70	79	81	91	111	131	147	156	173	184	190
Min. Länge	mm	≥325	≥355	≥375	≥425	≥475	≥265	≥265	≥340	≥365	≥465	≥320



Keile

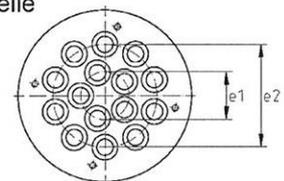


Lochbild Lochscheibe:
BBV L12 E; 19 E; 22 E; 27 E; 31 E
Konen sind auf Geraden zu einem Raster angeordnet



Lochbild Lochscheibe:
BBV L3 E; 4 E; 5 E; 7 E; 9 E; 15 E
Alle Konen liegen auf ein oder zwei Teilkreisen (e1 and e2). Siehe Tabelle

Beispiel: BBV L15 E



Keile für verschieden große Litzen müssen eindeutig voneinander unterscheidbar sein. Keile für Litzen mit einer Querschnittsfläche von 150 mm² haben die Aufschrift „0,62“.

Bei vorverkeilten Festankern sind wahlweise gerändelte Keile verwendbar.

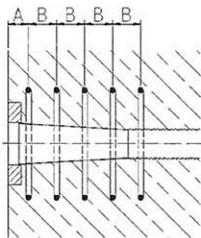
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Abmessungen der Einzelteile
BBV L3 E – BBV L31 E

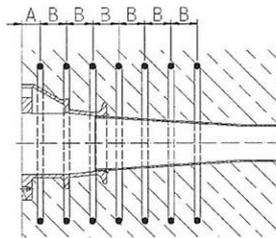
Anhang 6

Wendel und Zusatzbewehrung

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



L3 E – L9 E



L12 E – L31 E

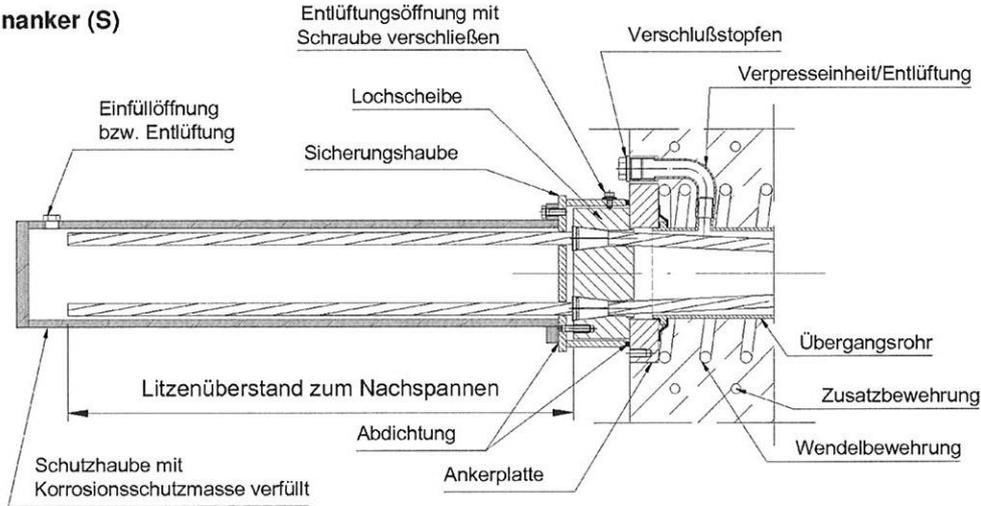
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Wendel und Zusatzbewehrung
BBV L3 E – BBV L31 E

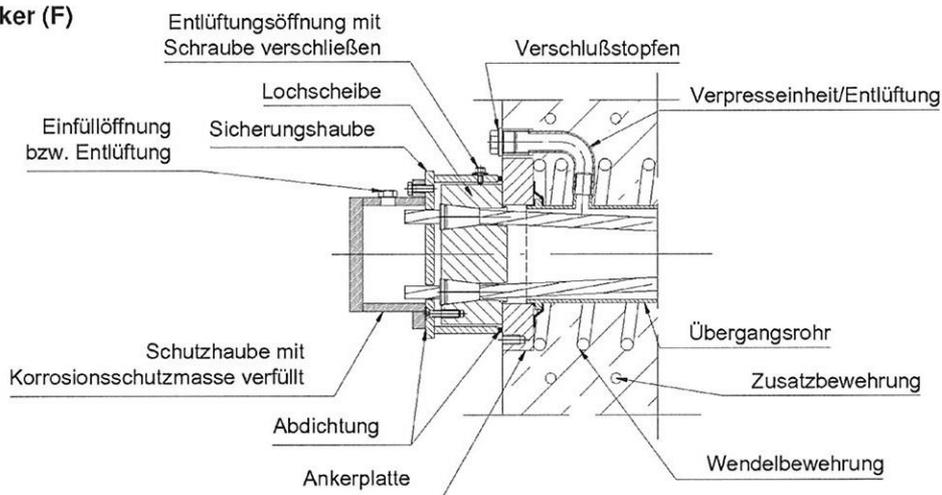
Anhang 7

Verankerung mit Ankerplatten L 3 E bis L 9 E

Spannanker (S)

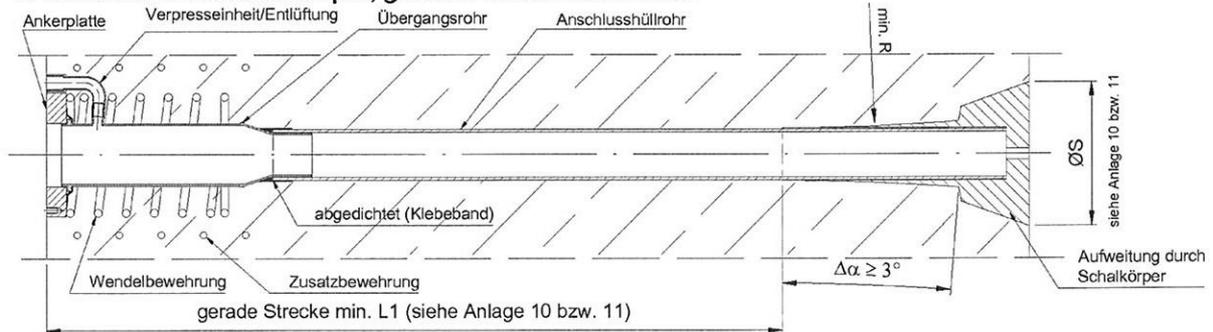


Festanker (F)



Anschluss Anker – Hüllrohrstrang (Ankerplatte)

A Bauzustand mit Schalkkörper, gerades Anschlusshüllrohr



Der Anschluss an das Hüllrohr erfolgt wie in Anlage 10 bzw. Anlage 11 unter B und C dargestellt.

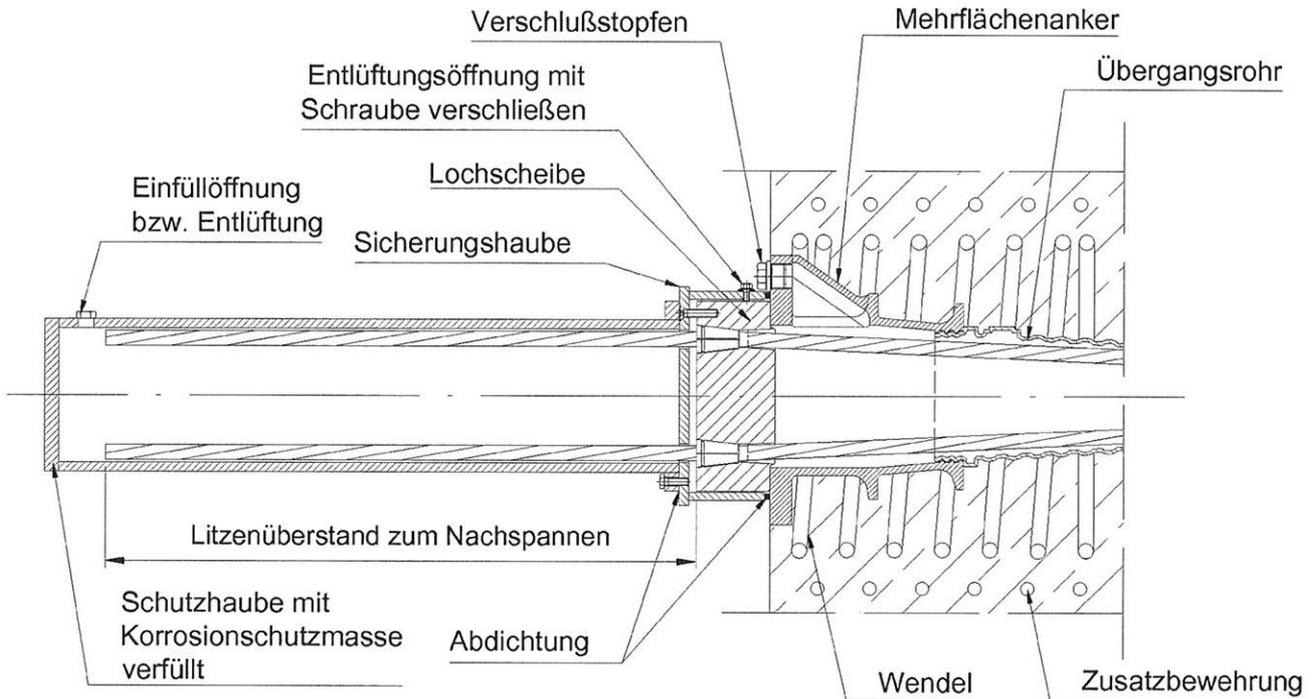
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Spannanker und Festanker und Anschluss Hüllrohrstrang
BBV L3 E – BBV L9 E

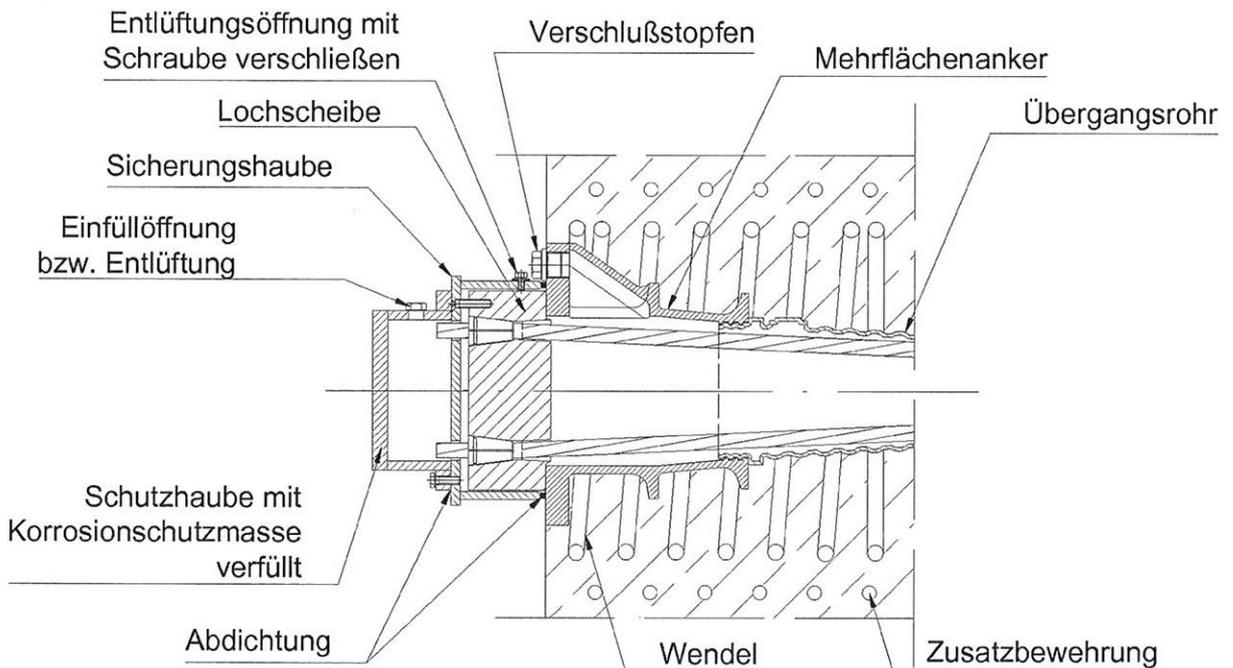
Anhang 8

Verankerung mit Mehrflächenankern L12 E bis L31 E

Spannanker (S)



Festanker (F)



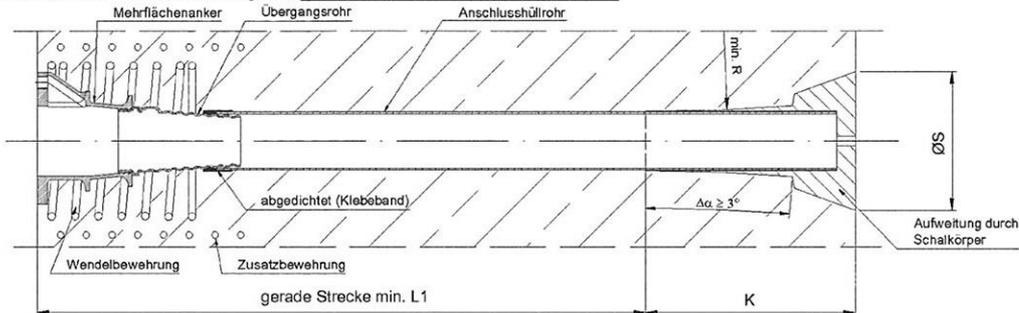
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Spannanker und Festanker und Anschluss Hüllrohrstrang
BBV L12 E – BBV L31 E

Anhang 9

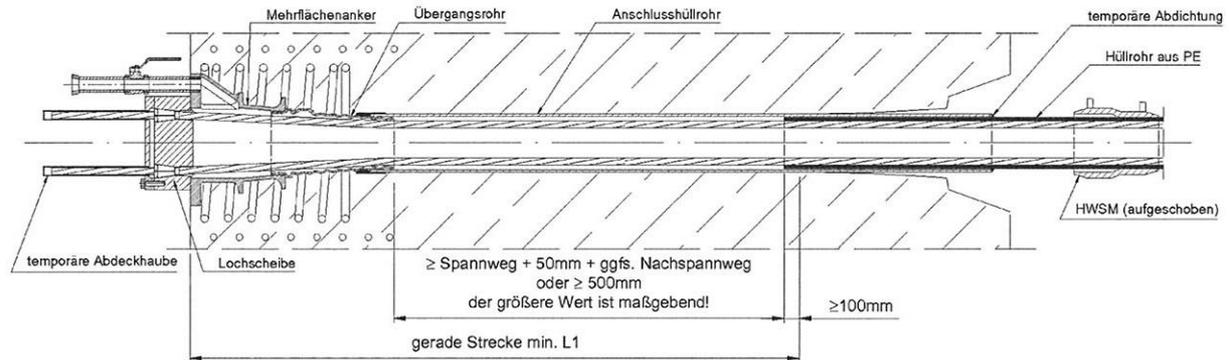
Anschluss Spannanker - Hüllrohrstrang

A Bauzustand mit Schalkkörper, gerades Anschlusshüllrohr

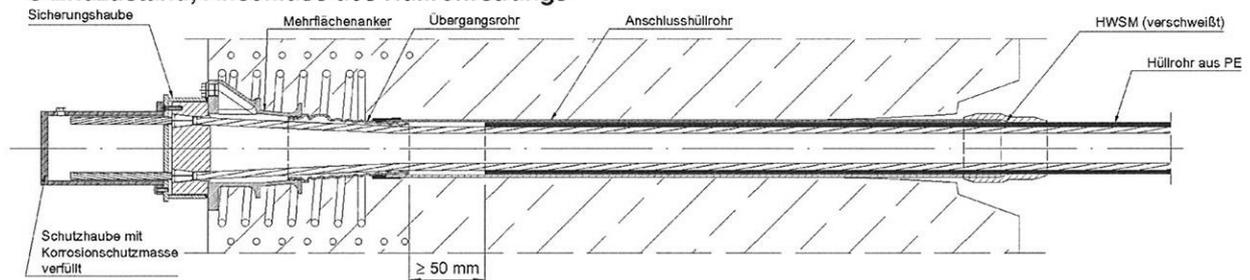


Aufweitung Schalkkörper ØS: In Abhängigkeit der gewählten Schweißmuffe sind nach Rücksprache mit BBV Systems GmbH kleinere Aufweitungen möglich.

B Zustand vor dem Spannvorgang, Anschluss des Hüllrohrstrangs



C Endzustand, Anschluss des Hüllrohrstrangs



HWSM = Heizwendelschweißmuffe

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
Anschlusshüllrohr												
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
gerade Strecke min. L1												
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

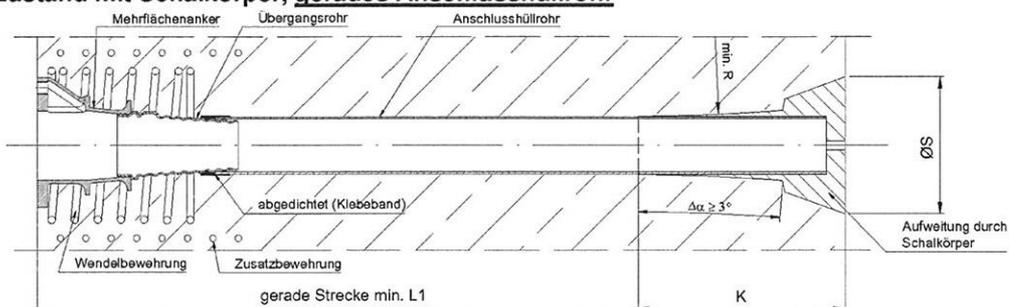
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Spannanker
Anschluss Hüllrohrstrang
BBV L12 E – BBV L31 E

Anhang 10

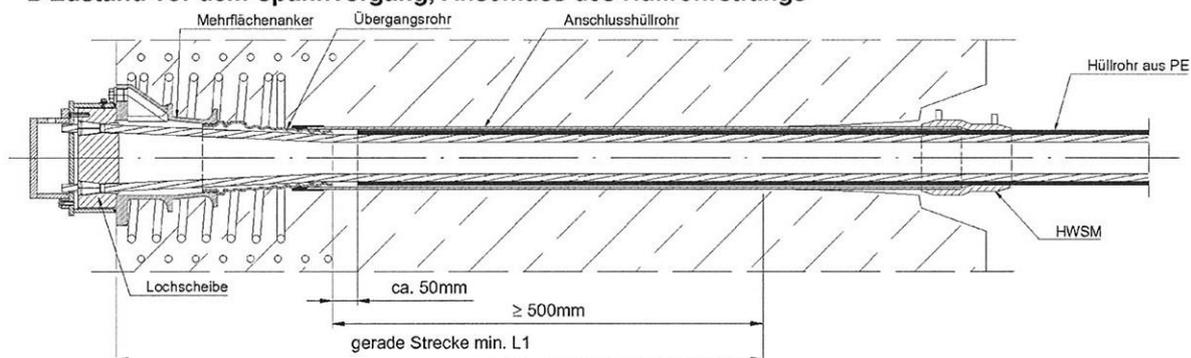
Anschluss Festanker - Hüllrohrstrang

A Bauzustand mit Schalkkörper, gerades Anschlusshüllrohr

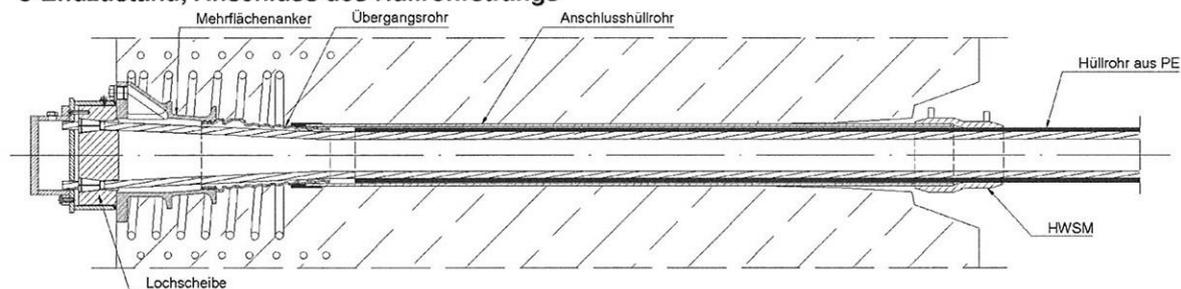


Aufweitung Schalkkörper ØS: In Abhängigkeit der gewählten Schweißmuffe sind nach Rücksprache mit BBV Systems GmbH kleinere Aufweitungen möglich.

B Zustand vor dem Spannvorgang, Anschluss des Hüllrohrstrangs



C Endzustand, Anschluss des Hüllrohrstrangs



HWSM = Heizwendelschweißmuffe

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
Anschlusshüllrohr												
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
gerade Strecke min. L1												
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

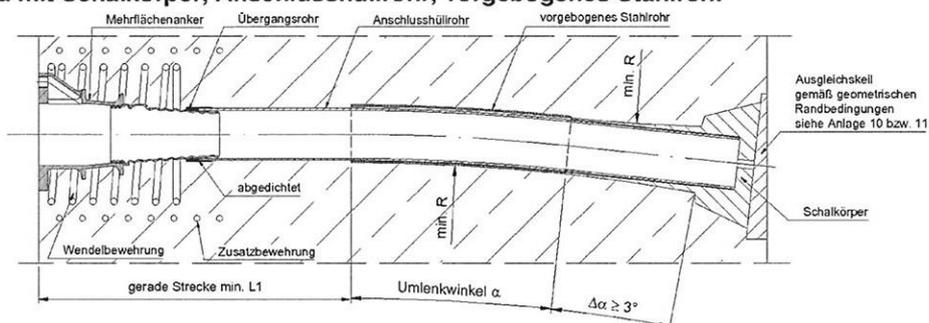
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Festanker
Anschluss Hüllrohrstrang
BBV L12 E – BBV L31 E

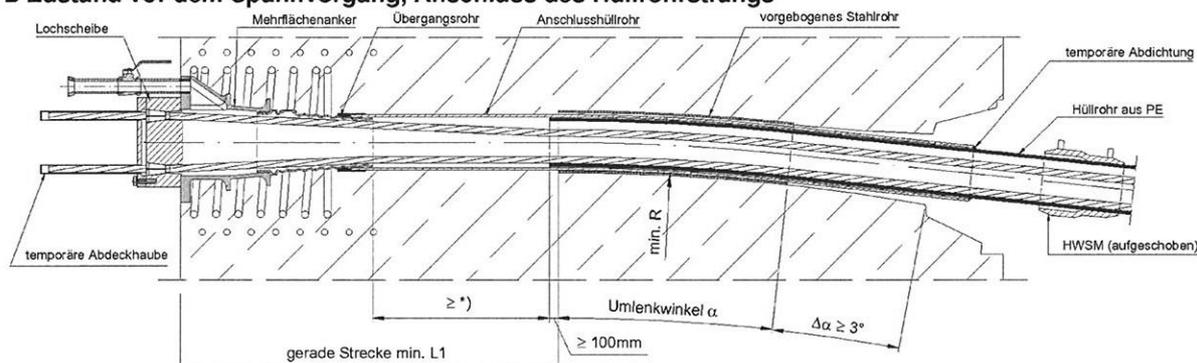
Anhang 11

Anschluss ankernahe Umlenkung – Spannanker - Hüllrohrstrang

A Bauzustand mit Schalkkörper, Anschlusshüllrohr, vorgebogenes Stahlrohr

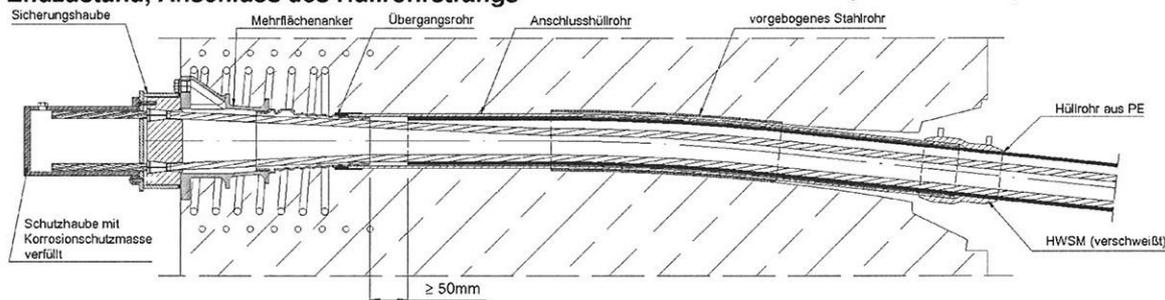


B Zustand vor dem Spannvorgang, Anschluss des Hüllrohrstrangs



*) \geq Spannweg + 50mm + ggf. Nachspannweg
oder \geq 500mm
der größere Wert ist maßgeblich!

C Endzustand, Anschluss des Hüllrohrstrangs



HWSM = Heizwendelschweißmuffe

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
Anschlusshüllrohr												
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
gerade Strecke min. L1												
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
gebogenes Stahlrohr												
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

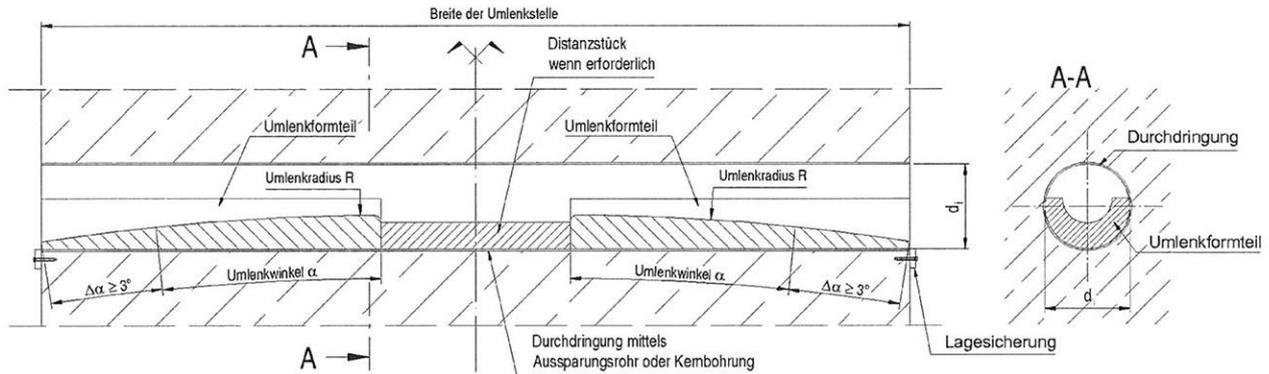
BBV Externes Spannverfahren Typ E

ankernahe Umlenkung
Anschluss Hüllrohrstrang
BBV L3 E – BBV L31 E

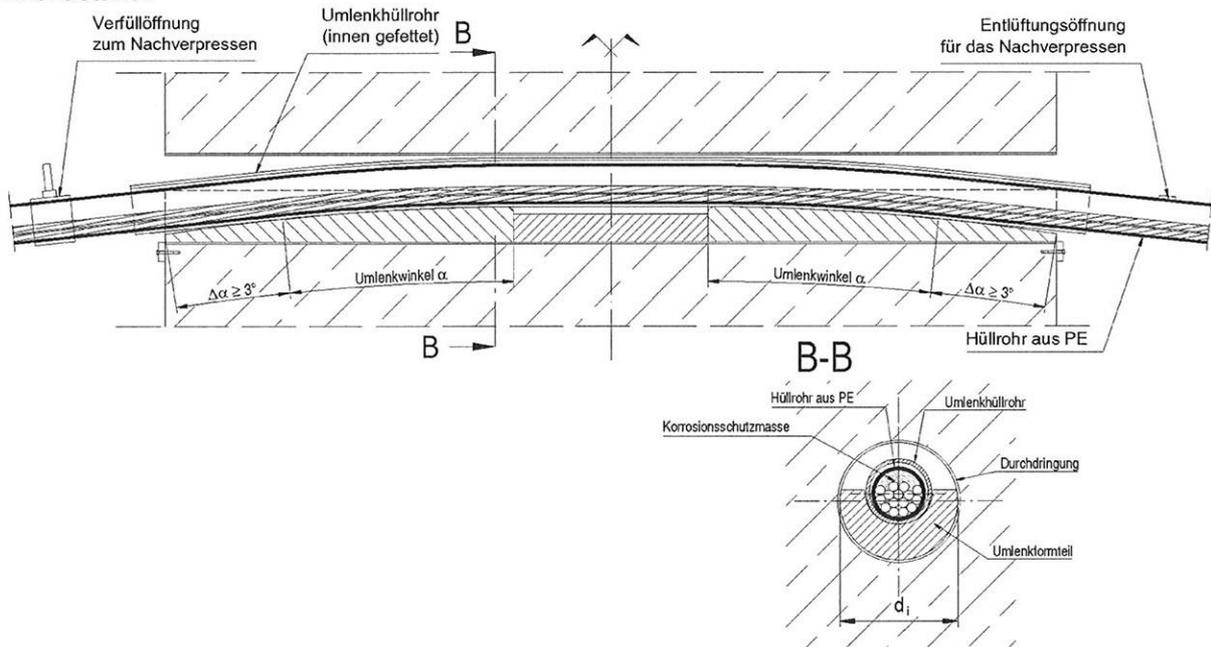
Anhang 12

Umlenkung Typ F: Durchdringung mit eingelegten Formteilen

Bauzustand:



Endzustand:



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 $\Delta\alpha$	°	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3
Umlenkformteil												
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										

Während des Bauzustands ist auf 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 aber durch eine Kernbohrung entstehen.

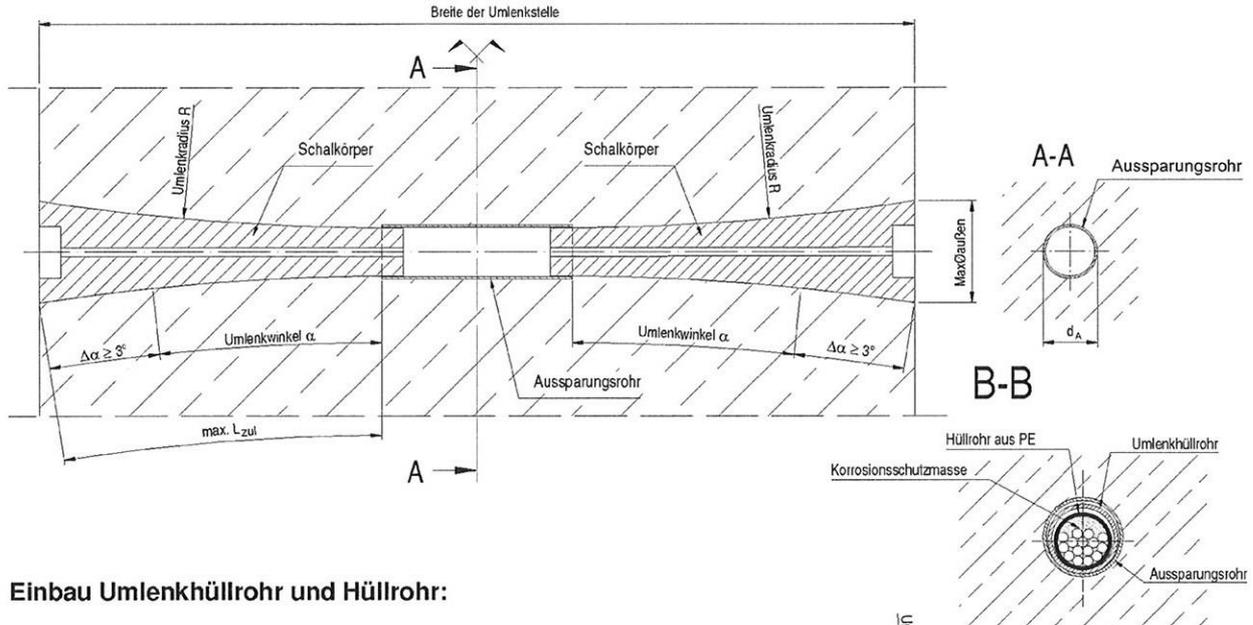
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Umlenkung Typ F

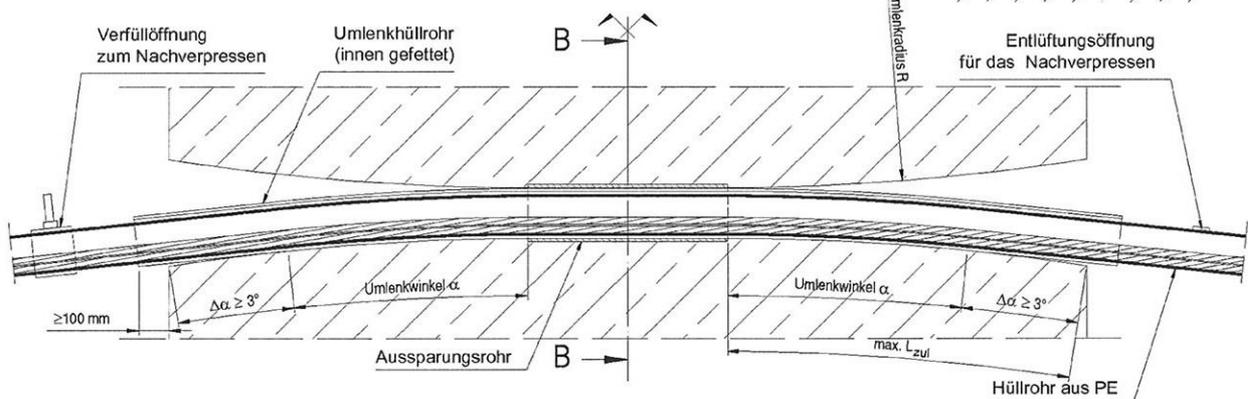
Anhang 13

Umlenkung Typ S:

Bauzustand:



Einbau Umlenkfühllrohr und Hüllrohr:



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 PE Hüllrohr	mm	50	63	63	75	75	90	110	110	110/125	125	140
Umlenkwinkel α	°	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Zusätzl. Umlenkwinkel $\Delta\alpha$	°	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3	≥ 3
Zul. Umlenklänge max. L_{zul}	mm	100	170	170	240	240	410	750	750	750/1100	1100	1500
Umlenkfühllrohr												
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
Aussparungsrohr												
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
Schalkörper MaxØaußen	mm	Abhängig von Spanngliedgröße und gewähltem Umlenkwinkel										

Während des Bauzustands ist auf Lagesicherung der Schalkkörper und des Aussparungsrohr zu achten.
Das Aussparungsrohr kann aus verzinktem Stahl, PVC oder PE bestehen.

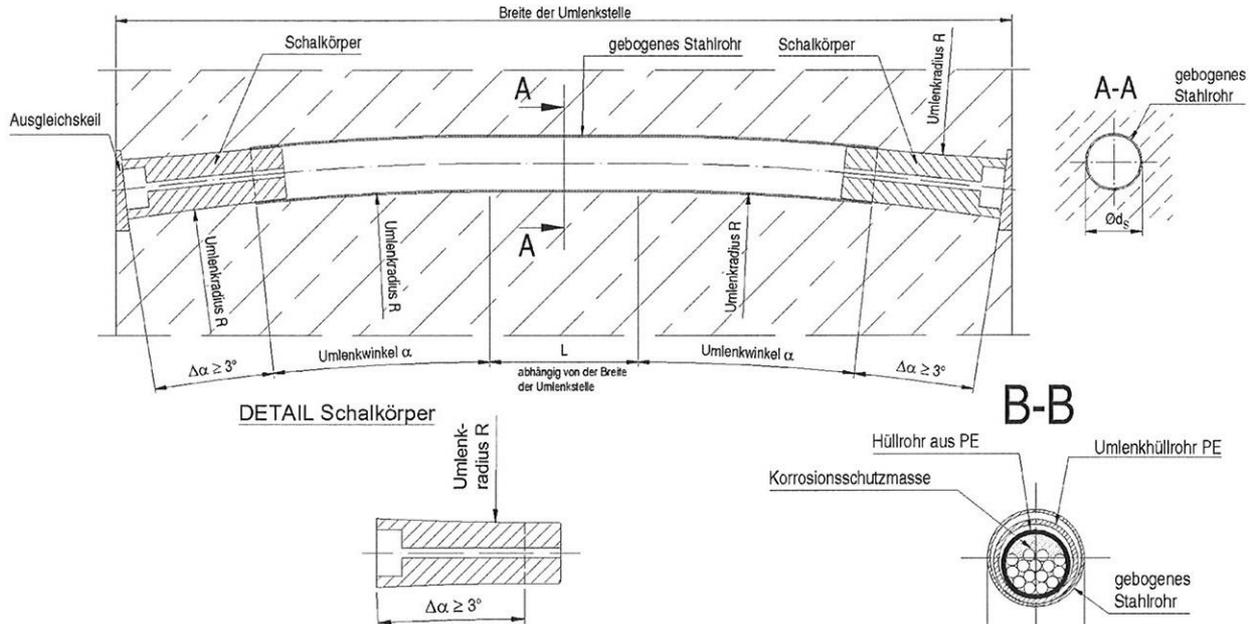
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Umlenkung Typ S

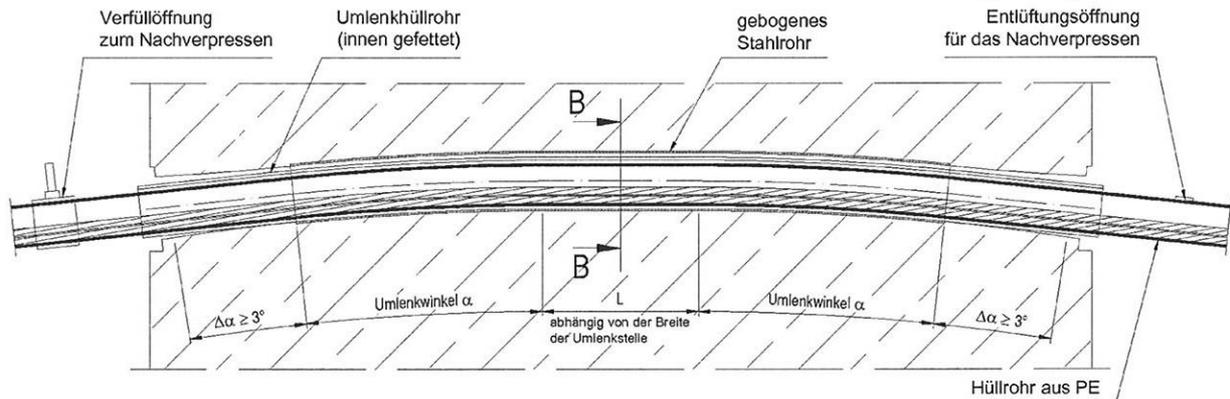
Anhang 14

Umlenkung Typ R: Durchdringung mit einem (vorgebogenem) Rohr

Bauzustand:



Einbau Umlenküllrohr und Hüllrohr:



Die Schalkkörper (vgl. Umlenkung Typ S, Anlage 14) werden an beiden Enden des Durchdringungsrohres (Stahl, verzinkt) angeschlossen und sehen die Umlenkung um den unplanmäßigen Winkel $\Delta\alpha$ vor.

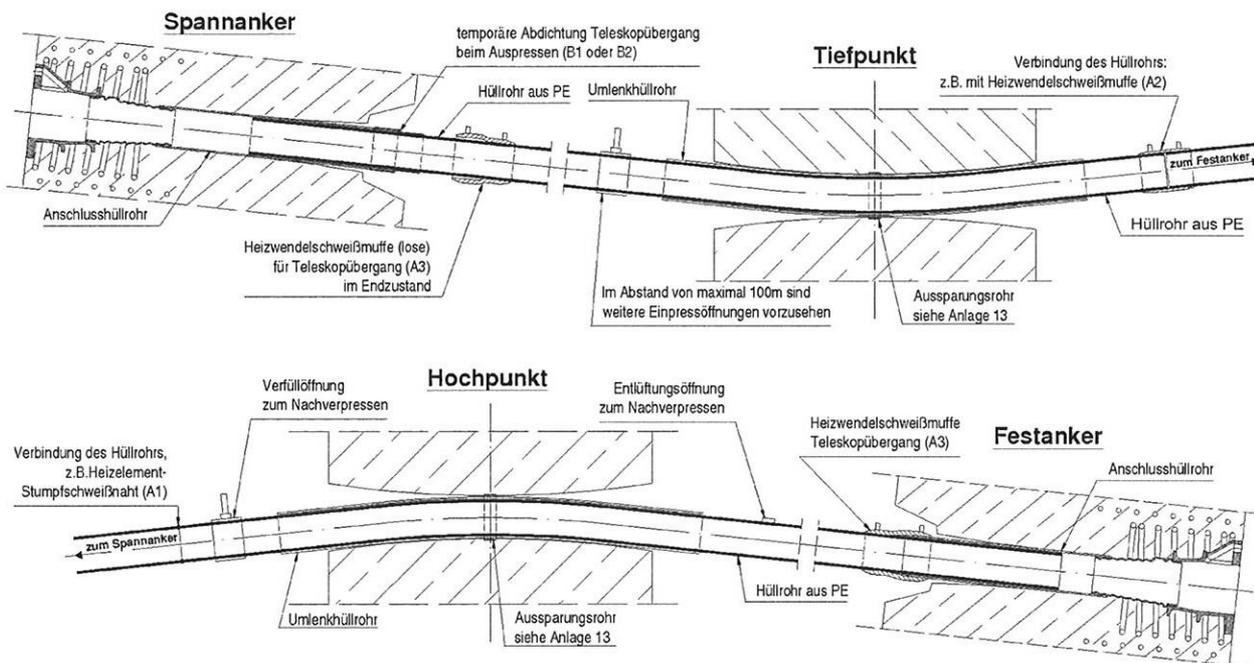
Spanngliedbezeichnung	Einh.	L3 E	L4 E	L5 E	L7 E	L9 E	L12 E	L15 E	L19 E	L22 E	L27 E	L31 E
Außendurchmesser Hüllrohr	mm	50	63	63	75	75	90	110	110	110/125	125	140
Zusätzl. Umlenkwinkel $\Delta\alpha$	°	≥ 3	≥ 3	≥ 3								
Umlenküllrohr												
Außendurchmesser	mm	63	75	75	90	90	110	125	125	125/140	140	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
gebogenes Stahlrohr												
Außendurchmesser d_s	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

Umlenkung Typ R

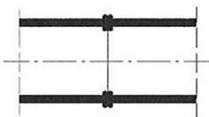
Anhang 15

Verrohrungsschema mit Verbindungen und Stößen

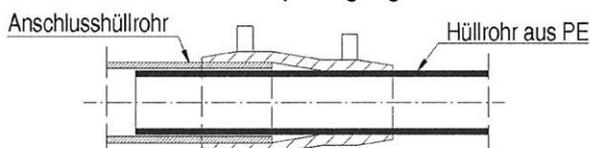


A Zugfeste Verbindungen und Stöße

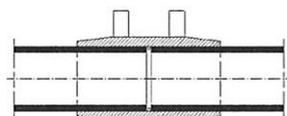
A1) Heizelement-Stumpfschweißen (HS)



A3) Übergangsschweißmuffe Teleskopübergang

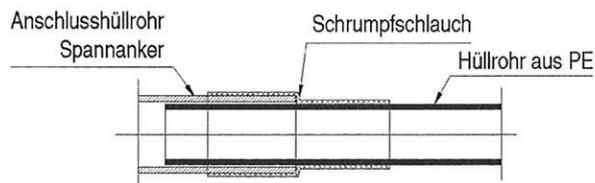


A2) Heizwendelschweißen (HM)

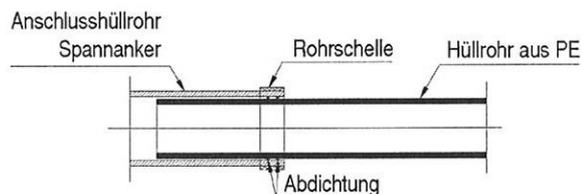


B Temporäre Abdichtung des Teleskopübergangs

B1) Schrumpfschlauch



B2) Abdichtung O-Ring/Rohrschelle



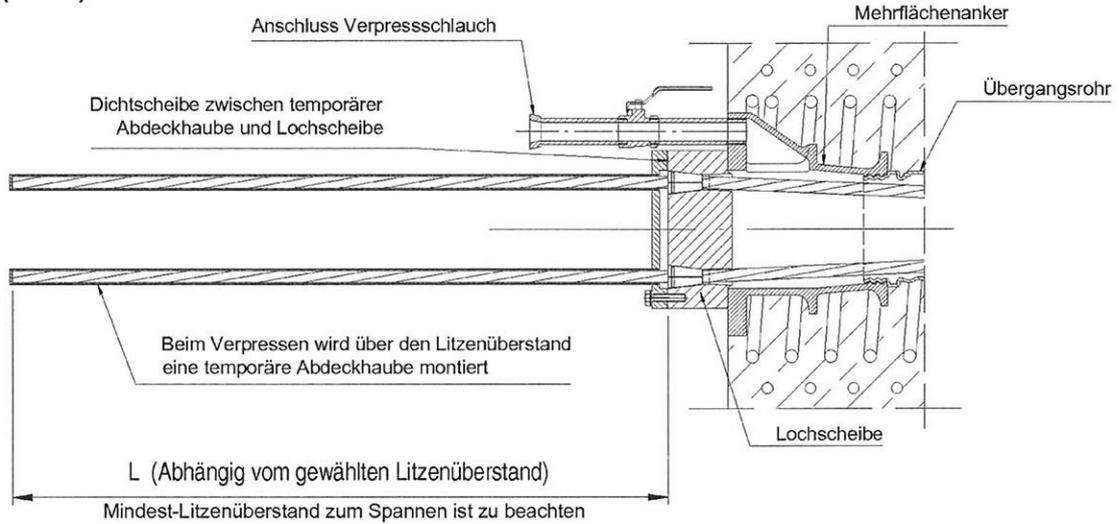
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Verrohrungsschema mit Verbindung und Stößen

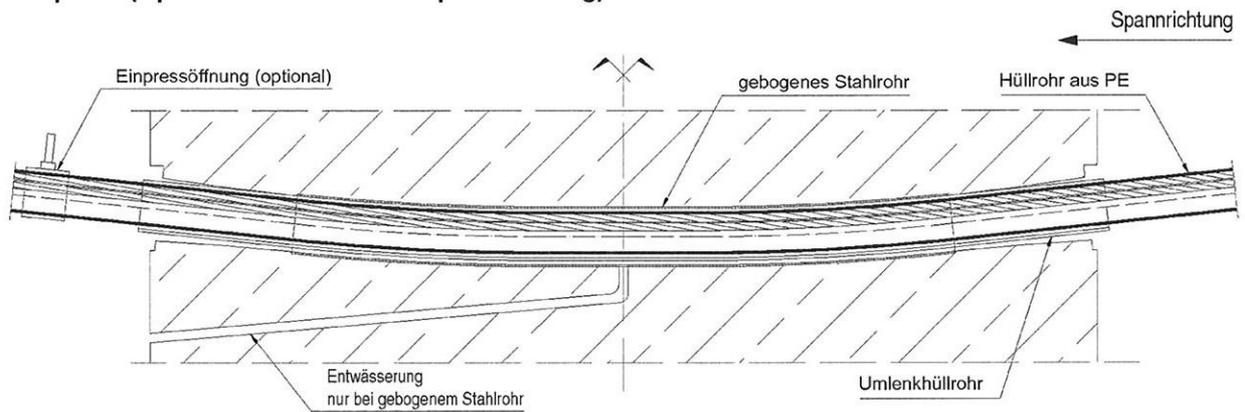
Anhang 16

Verfüllen des Hüllrohrs, Anschlusspunkte

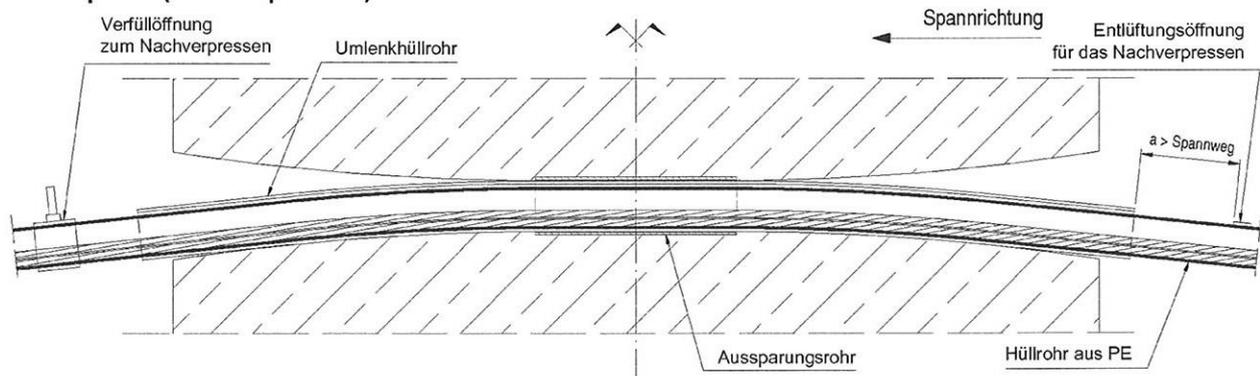
Anker (hier S)



Tiefpunkt (Optionale zusätzliche Einpressöffnung)



Hochpunkt (Nachverpressen)



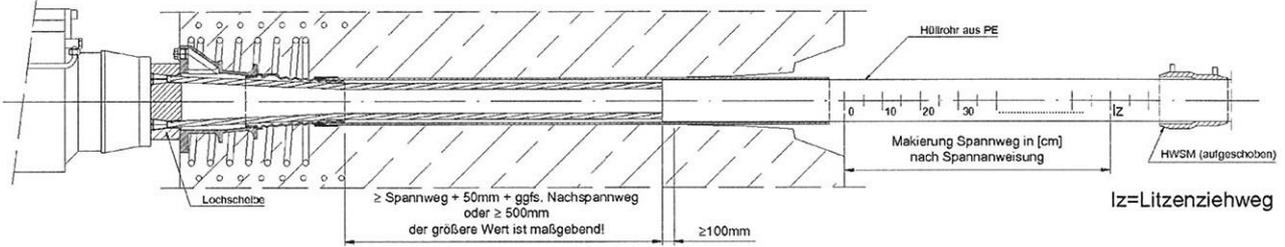
BBV Externes Spannverfahren Typ E

Verfüllen des Hüllrohre, Anschlusspunkte

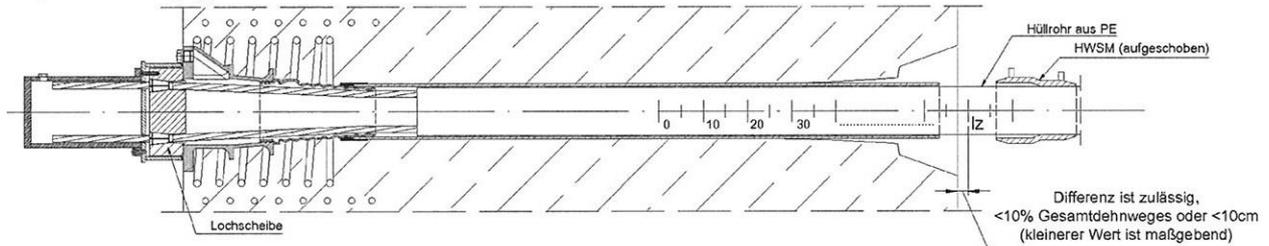
Anhang 17

Markierungen des Litzenspannweges auf dem Hüllrohr

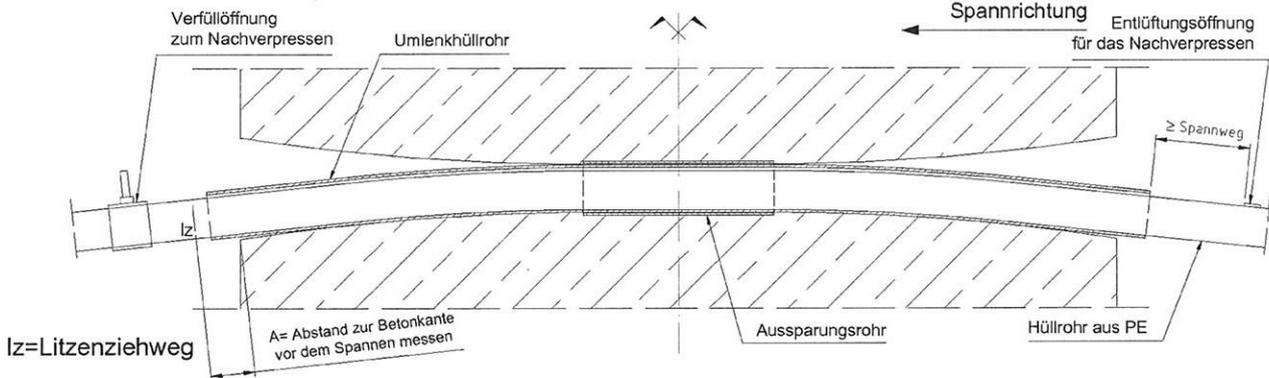
Spannanker (S), vor dem Spannen (Nullmessung nach dem Straffen)



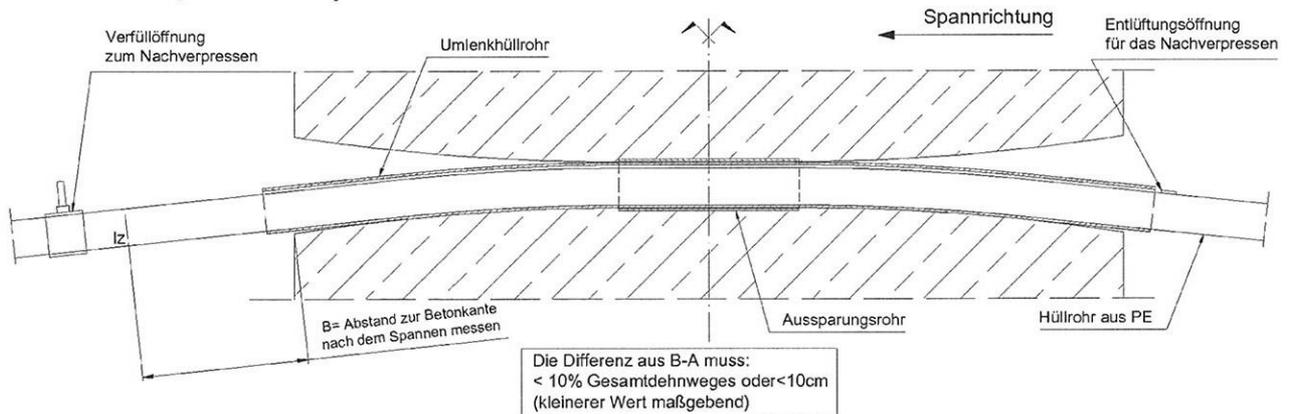
Spannanker (S), nach dem Spannen



Umlenkstelle, vor dem Spannen (Nullmessung nach dem Straffen)



Umlenkstelle, nach dem Spannen



BBV Externes Spannverfahren Typ E

Markierung Litzenspannweg auf dem Hüllrohr

Anhang 18

Verwendete Werkstoffe und Hinweise auf Normen

Bezeichnung	Werkstoff	Nummer	Norm
VERANKERUNG			
Ankerplatten	beim DIBt hinterlegt		EN 10025-2:2004
Mehrflächenanker (Guss)	beim DIBt hinterlegt		
Keile	beim DIBt hinterlegt		
Lochscheiben	beim DIBt hinterlegt		EN 10083-2:2006
Wendeln für: S, F	R _e =500 MPA (gerippter Betonstahl)		EN 10080:2005-08
Zusatzbewehrung S, F	R _e =500 MPA (gerippter Betonstahl)		EN 10080:2005-08
Übergangsrrohr	PE, beim DIBt hinterlegt		
Sicherungshaube	S235JR	1.0038	EN 10025-2:2004
Schutzhaube	PE oder Stahl, beim DIBt hinterlegt		
Anschlusshüllrohr	PE, beim DIBt hinterlegt		EN 12201/1+2:2003
HÜLLROHRE			
Hüllrohre	PE, beim DIBt hinterlegt		EN 12201/1+2:2003
PE-Heizwendelschweißittings/ PE-Übergangsschweißmuffe	PE		DIN 16963-7:1989-10
Schrumpfschläuche	beim DIBt hinterlegt		DIN 30672-1:1991-09
KORROSIONSSCHUTZMASSE			
Wachs oder Fett *)	nach ETAG 013, Anlagen C4.1 oder C4.2 und nach den geltenden Bestimmungen am Ort der Verwendung.		
UMLENKUNG			
Umlenkfühllrohr	PE, beim DIBt hinterlegt		EN 12201/1+2:2003
Umlenkformteil (Typ F) Stahl (beschichtet oder verzinkt)	mindestens S235JR oder EN GJS-400-15 oder EN GJS-400-15U		EN 10025-2: 2004 EN 1563:2005-10 EN 1563:2005-10
Umlenkformteil (Typ F) Kunststoff	Formmasse PE (beim DIBt hinterlegt)		EN ISO 1872-1:1999-10
Durchdringungsrohr (Typ F) und Aussparungsrohr (Typ S)	Stahl (verzinkt), S235JR PVC-U oder PE		EN 10025-2:2004 DIN 8061: 2009-10 DIN 8062: 2009-10 EN 12201/1+2:2003
Vorgebogenes Rohr (Umlenkung Typ R)	Stahl (verzinkt), S235JR		EN 10025-2:2004
Schalkörper (Umlenkung Typ R und S)	PE oder PA, beim DIBt hinterlegt		
Gleitfett *)	nach ETAG 013, Anlage C4.1 und nach den geltenden Bestimmungen am Ort der Verwendung.		

Die technische Dokumentation der Zubehörteile dieser Europäischen Technischen Zulassung ist beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

*) nicht Gegenstand von ETA-11/0123

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Verwendete Werkstoffe

Anhang 19

Wachsspezifikationen ¹⁾

	Merkmale	Prüfverfahren/Norm	Akzeptanzkriterien
1	Erstarrungspunkt	NFT 60-128:1974-12	≥ 65 °C
2	Eindringung (1/10 mm) bei -20 °C	NFT 60-119:1970-05	Keine Rissbildung
3	Ausbluten bei 40 °C	BS 2000:2005 PT121 (1982) geändert	≤ 0,5 %
4	Oxidationsbeständigkeit 100 Stunden bei 100 °C	ASTM D942	≤ 0,03 MPa
5	Kupferstreifenkorrosion 100 Stunden bei 100 °C	ISO 2160:1998	Klasse: 1a
6	Korrosionsschutz 168 Stunden bei 35 °C 168 Stunden bei 35 °C	NFX 41-002 (Salznebel) ²⁾ NFX 41-002 (Destillierwassernebel) ²⁾	bestanden keine Korrosion
7	Gehalt an aggressiven Stoffen: Cl ⁻ , S ²⁻ , NO ₃ ⁻ : SO ₄ ²⁻ :	NFM 07-023:1969-02 NFM 07-023:1969-02	≤ 50 ppm (0,005 %) ≤ 100 ppm (0,010 %)

Fettspezifikationen ¹⁾

	Merkmale	Prüfverfahren/Norm	Akzeptanzkriterien
1	Konuspenetration, 60 Hübe (1/10 mm)	ISO 2137	200 – 300
2	Tropfpunkt	ISO 2176	≥ 150 °C
3	Ölabscheidung bei 40 °C	DIN 51 817	Nach 72 Stunden: ≤ 2,5 % Nach 7 Tagen: ≤ 4,5 %
4	Oxidationsbeständigkeit	DIN 51 808	100 Stunden bei 100 °C: ≤ 0,06 MPa 1000 Stunden bei 100 °C: ≤ 0,2 MPa
5	Korrosionsschutz 168 Stunden bei 35 °C 168 Stunden bei 35 °C	NFX 41-002 (Salznebel) ²⁾ NFX 41-002 (Destillierwassernebel) ²⁾	bestanden keine Korrosion
6	Korrosionsprüfung	DIN 51 802	Grad: 0
7	Gehalt an aggressiven Stoffen: Cl ⁻ , S ²⁻ , NO ₃ ⁻ : SO ₄ ²⁻ :	NFM 07-023 ³⁾ NFM 07-023 ³⁾	≤ 50 ppm (0.005 %) ≤ 100 ppm (0.010 %)

¹⁾ Für das Fett und das Wachs müssen zusätzlich die folgenden Akzeptanzkriterien erfüllt sein:

Erstarrungspunkt	50 – 56 °C	DIN ISO 2207
Eindringung/ 25 °C	165 – 185 x 1/10 mm	DIN 51580
Viskosität/100 °C	6,5 – 11 mm ² /s	DIN 51562

²⁾ NFX 41-002:1975-08: Der Prüfkörper besteht aus einer Stahlplatte Fe 510, die eine mit Spannstahldraht bzw. -litze vergleichbare Oberflächenrauheit aufweist. Auf die Platte wird eine Fettschicht aufgebracht, deren maximale Dicke der angegebenen Masse Füllmaterial pro laufenden Meter Monolitze geteilt durch die Nennoberfläche der Litze pro laufenden Meter (auf Grundlage des Nenndurchmessers der Litze), entspricht.

³⁾ Gilt entsprechend auch für Fett

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Fett- und Wachsspezifikation

Anhang 20

ABMESSUNGEN UND EIGENSCHAFTEN VON 7-DRÄHTIGEN SPANNSTAHLLITZEN

Bezeichnung	Symbol	Einh.	Wert	
Zugfestigkeit	R_m/F_{pk}	MPa	1770 oder 1860	
Litze				
Nenn Durchmesser	D	mm	15,3	15,7
Nennquerschnittsfläche	A_p	mm ²	140	150
Nenngewicht	M	g/m	1093	1172
Oberflächenbeschaffenheit	-	-	glatt	
Zugkraft bei 0,1%	$f_{p0,1k}$	MPa	1520 or 1600 *	
Zugkraft bei 0,2%	$f_{p0,2}$	MPa	1570 or 1660	
E-Modul	E	MPa	≈ 195.000	
Einzeldrähte				
Außendrahtdurchmesser	d	mm	$5,0 \pm 0,04$	$5,2 \pm 0,04$
Kerndrahtdurchmesser	d'	mm	1,02 to 1,04 d	1,02 to 1,04 d

So lange die EN 10138 nicht eingeführt wurde, sind 7-drähtige Spannstahllitzen mit Übereinstimmung zu den nationalen Bestimmungen und den charakteristischen Werten in der obigen Tabelle verwendet werden.

* Wenn am Ort der Verwendung zulässig, dürfen Litzen mit höherer charakteristischer Streckgrenze verwendet werden, doch nicht höher als $f_{p0,1k} = 1560 \text{ N/mm}^2$ (Y1770 S7) bzw. 1640 N/mm^2 (Y1860 S7).

BBV Externes Spannverfahren Typ E

7-drähtige Spannstahllitze

Anhang 21

VORGESCHRIEBENER PRÜFPLAN

Bestandteil	Item	Prüfung/ Kontrolle	Zurückver- folgbarkeit ⁴	Mindestanzahl	Dokumen- tation
Ankerplatte für 3 bis 9 Litzen	Material	Kontrolle	Hauptteil (bulk)	100 %	"2.2" ¹
	genaue Abmessungen ⁵	Prüfung		3 % ≥ 2 Proben	ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100 %	nein
Mehrflächen- anker (Gusskörper) für 12 bis 31 Litzen	Material	Kontrolle	vollständig	100 %	"3.1" ²
	genaue Abmessungen ⁵	Prüfung		5% ≥ 2 Proben	ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100 %	nein
Lochscheiben	Material	Kontrolle	vollständig	100 %	"3.1" ²
	genaue Abmessungen ⁵	Prüfung		5 % ≥ 2 Proben	ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100 %	nein
Keile	Material	Kontrolle	vollständig	100 %	"3.1" ²
	Behandlung, Härte	Prüfung		0,5 % ≥ 2 Proben	ja
	genaue Abmessungen ⁵	Prüfung		5 % ≥ 2 Proben	ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100 %	nein
Hüllrohr	Material	Kontrolle	vollständig	100 %	ja
	genaue Abmessungen ⁵	Prüfung		3 % ≥ 2 Proben	nein
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100 %	nein

Fortsetzung des vorgeschriebenen Prüfplans und Fußnoten siehe Anlage 23

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Vorgeschriebener Prüfplan
BBV L3 E – BBV L31 E

Anhang 22

VORGESCHRIEBENER PRÜFPLAN - FORTSETZUNG -

Bestandteil	Item	Prüfung/ Kontrolle	Traceability ⁴	Mindestanzahl	Dokumen- tation
Zugglied (Litze)	Material ⁶	Kontrolle	vollständig	100 %	ja
	Durchmesser	Prüfung		jede Spule/ Bündel	nein
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		jede Spule/ Bündel	nein
Wendel	Material	Kontrolle	vollständig	100 %	ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100 %	nein
Bügel	Material	Kontrolle	vollständig	100 %	ja
	Sichtkontrolle ³	Kontrolle		100 %	nein
Fett	Material ⁷	Kontrolle	vollständig	100 %	"CE" ⁹
Wachs	Material ⁸	Kontrolle	vollständig	100 %	"CE" ⁹

Alle Proben sind nach dem Zufallsprinzip auszuwählen und deutlich zu identifizieren.

- 1 "2.2" : Prüfberichttyp "2.2" gemäß EN 10204
- 2 "3.1" : Prüfzertifikat "3.1" gemäß EN 10204
- 3 Sichtkontrolle, z.B. Hauptabmessungen, Messprüfung, korrekte Kennzeichnung oder Beschriftung, angemessene Leistungsfähigkeit, Oberfläche, Rohrippen, Knicke, Glätte, Korrosion, Überzug etc., wie im vorgeschriebenen Prüfplan angeführt.
- 4 vollständig: vollständige Zurückverfolgbarkeit jedes Bestandteils auf sein Rohmaterial.
bulk: Zurückverfolgbarkeit jeder Bestandteillieferung bis zu einem bestimmten Punkt.
- 5 Genaue Abmessungen, Messung aller Abmessungen und Winkel gemäß der im vorgeschriebenen Prüfplan angeführten Spezifikation.
- 6 Charakteristische Materialeigenschaften siehe Annex 19
- 7 Fett nach ETAG 013, Anlage C4.1 und nach den geltenden Bestimmungen am Ort der Verwendung.
- 8 Wachs nach ETAG 013, Anlage C4.2 und nach den geltenden Bestimmungen am Ort der Verwendung.
- 9 Wenn die Grundlage der CE-Kennzeichnung nicht verfügbar ist, sind im vorgeschriebenen Prüfplan geeignete Maßnahmen vorzusehen. Das Zertifikat soll auf der spezifischen Prüfung des hergestellten Postens, von der die Lieferung stammt, beruhen, um die spezifischen Eigenschaften zu bestätigen. Es ist von einer Abteilung des Lieferanten anzufertigen, die unabhängig von der Produktionsabteilung ist.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Vorgeschriebener Prüfplan – Fortsetzung -
BBV L3 E – BBV L31 E

Anhang 23

AUDIT PRÜFUNG

Bestandteil	Item	Prüfung/ Kontrolle	Proben- entnahme Anzahl der Bestandteile pro Besuch
Lochscheiben	Material gemäß Spezifikation	Kontrolle/ Prüfung	1
	genaue Abmessungen	Prüfung	
	Sichtkontrolle ¹	Kontrolle	
Mehrflächenanker (Gusskörper)	Material gemäß Spezifikation	Kontrolle/ Prüfung	1
	genaue Abmessungen	Prüfung	
	Sichtkontrolle ¹	Kontrolle	
Keile	Material gemäß Spezifikation	Kontrolle/ Prüfung	2
	Behandlung	Prüfung	2
	genaue Abmessungen	Prüfung	1
	Hauptab- messungen, Oberflächen- härte	Prüfung	5
	Sichtkontrolle ¹	Kontrolle	5
Einzelne Zuggliedprüfung	ETAG 013 Annex E.3	Prüfung	1 Reihe

1 Sichtkontrolle bedeutet, z.B. Hauptabmessungen, Messprüfung, korrekte Kennzeichnung oder Beschriftung, angemessene Leistungsfähigkeit, Oberfläche, Rohrrippen, Knicke, Glätte, Korrosion,

Alle Proben sind nach dem Zufallsprinzip auszuwählen und deutlich zu identifizieren.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Audit Prüfung
BBV L3 E – BBV L31 E

Anhang 24

Beschreibung des Spannverfahrens

1 Spannglieder

Für die Spannglieder werden 7-drähtige Spannstahlitzen mit einem Nenndurchmesser von 15,3 mm und einem Nennquerschnitt von 140 mm² oder mit einem Nenndurchmesser von 15,7 mm und einem Nennquerschnitt von 150 mm² verwendet. Als Spannstahlgüten kommen Y 1770 S7 oder Y 1860 S7 zur Anwendung. Das Spannverfahren umfasst Spannglieder von 3 bis 31 Litzen. Die Verankerungen für beide Spannstahlgüten sind identisch. Für unterschiedliche Spannstahlquerschnitte werden unterschiedliche Keile verwendet.

Die Litzen werden in folgenden Spanngliedern zusammengefasst:

Spannstahlgüte: Y 1770 Y 1770 Y 1860 Y 1860
Nennquerschnitt A_p : 140 mm² 150 mm² 140 mm² 150 mm²

Spannglied	P _{m0} [kN]	P _{m0} [kN]	P _{m0} [kN]	P _{m0} [kN]
BBV L 3 E	543	581	571	612
BBV L 4 E	724	775	762	816
BBV L 5 E	904	969	952	1020
BBV L 7 E	1266	1357	1333	1428
BBV L 9 E	1628	1744	1714	1836
BBV L 12 E	2171	2326	2285	2448
BBV L 15 E	2713	2907	2856	3060
BBV L 19 E	3437	3682	3618	3876
BBV L 22 E	3979	4264	4189	4488
BBV L 27 E	4884	5233	5141	5508
BBV L 31 E	5607	6008	5902	6324

Werte basieren auf $f_{p0,1k} = 1520 \text{ N/mm}^2$ (Y 1770 S7), bzw. 1600 N/mm^2 (Y 1860 S7)
mit $P_{m0} = 0,85 \times f_{p0,1k} \times \sum A_p$

Die Anzahl der Litzen in den Spanngliedern darf durch Fortlassen radialsymmetrisch in der Verankerung liegender Litzen vermindert werden (siehe Abschnitt 2.2.2 der Besonderen Bestimmungen). 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 DIN EN 12201 verwendet. Das Verrohrungsschema ist als Anlage 16 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.

2 Verankerungen

2.1 Keilverankerungen

Die zweiteilige Verankerung mit Ankerplatte/ Mehrflächenanker und Lochscheibe wird üblicherweise als Spannanker (S) oder Festanker (F) eingesetzt (siehe Anlagen 8 und 9). Im Verankerungsbereich wird das Hüllrohr durch ein Übergangsrohr ersetzt, so dass die Litzen um maximal 2,2° abgelenkt werden (siehe Abschnitt 2.1.11 der Besonderen Bestimmungen). Dieses Übergangsrohr ist trompetenartig aufgeweitet mit der Verjüngung zum Hüllrohr hin. Zur Verankerung der 150 mm² Litzen müssen Keile verwendet werden, die man eindeutig von denen für 140 mm² Litzen unterscheiden kann (Kennzeichnung mit dem Aufdruck „0,62“, vgl. Anlage 6). Bei der Übertragung der Spannkraft auf den Beton entstehen Spaltzugkräfte, die von einer Wendel aus geripptem Betonstahl aufgenommen werden.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Beschreibung des Verfahrens
BBV L3 E – BBV L31 E

Anhang 25

Zusätzlich wird eine Zusatzbewehrung eingelegt. Der Nachweis der Aufnahme der außerhalb der Wendel auftretenden Kräfte infolge Spannkrafteinleitung ist im Rahmen der Tragwerksplanung zu führen.

2.2 Litzenüberstand zum Vorspannen und Nachspannen

Der Überstand der Litzen über die Lochscheibe dient zum Ansetzen der Spannpressen beim ersten Vorspannen und beim Nachspannen. In den Anlagen 2 bis 5 ist der für das erste Vorspannen in der Regel erforderliche Litzenüberstand angegeben. Der erforderliche Litzenüberstand und der Platzbedarf für die Spannpressen können in Abstimmung mit der BBV Systems projektbezogen festgelegt werden.

2.3 Korrosionsschutz der Verankerung (siehe Anlagen 8 und 9)

Das Korrosionsschutzsystem der Verankerungen ist in den Anlagen 8 und 9 dargestellt. Die Schutzhaube und die Sicherungshaube werden mit Korrosionsschutzmasse verfüllt. An der Oberseite der Schutzhaube befindet sich eine Einfüllöffnung für die Korrosionsschutzmasse. Die Lochscheibe wird vor dem Aufsetzen der Sicherungshaube mit Korrosionsschutzmasse beschichtet. Zudem ist an der Oberseite der Sicherungshaube eine Entlüftungsöffnung vorzusehen, die mit einer Schraube geschlossen wird. Zwischen Schutzhaube und Sicherungshaube sowie zwischen Sicherungshaube und Ankerplatte/Mehrflächenanker wird jeweils ein Dichtring (Flachdichtung) angeordnet.

3 Hüllrohre

Als Hüllrohre werden PE Rohre nach DIN EN 12201-2 verwendet. Im Bereich des Spann- und Festankers geht das Übergangsrohr in das Anschlusshüllrohr über. Der Übergang wird mit PE-Klebeband abgedichtet (mind. 2 Windungen, siehe Anlage 10 und 11). 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 verschlossen.

4 Umlenkstellen

4.1 Allgemeines

Der Übergang des Umlenkbereichs zur freien Spanngliedlänge ist mit einer trompetenartigen Aufweitung so ausgebildet, dass zusätzlich zum planmäßigen Umlenkwinkel α allseitig ein unplanmäßiger Umlenkwinkel von mindestens $\Delta\alpha \geq 3^\circ$ knickfrei aufgenommen werden kann. Der auf den Anlagen 2 bis 5 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.

4.2 Varianten zur Ausbildung der Umlenkstellen

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

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Beschreibung des Verfahrens

Anhang 26

Das Hüllrohr wird in allen Umlenkstellentypen durch ein gefettetes Umlenküllrohr geführt (Anlage 13, 14, 15). Beidseitig ist ein Mindestüberstand des Umlenküllrohrs von mindestens 10 cm über die Querträgerabmessungen hinaus erforderlich. Am Ende des Umlenkbereichs muss sich das vorgespannte Spannglied knickfrei abheben.

4.2.1 Umlenkung Typ F: Durchdringung mit eingelegten Formteilen (Anlage 13)

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 innen liegenden Distanzstücks können die Formteile an unterschiedlich große Querträger angepasst werden.

4.2.2 Umlenkung Typ S: Herstellung der Umlenkkontur mit Schalkkörpern (Anlage 14)

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 auf eine maximale Länge $L_{zul.}$ beschränkt (siehe Anlage 14).

4.2.3 Umlenkung Typ R: Durchdringung mit einem (vorgebogenem) Rohr (Anlage 15)

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 (Einschränkung siehe 4.2.2).

Die Umlenkung Typ R kann am Spannanker ausgebildet werden, wobei die Anforderungen an die Gleitbedingungen einzuhalten sind.

Die Umlenkung Typ R kann am Festanker ausgebildet werden, wenn der Spannweg (Vorspannen und evtl. Nachspannen) am Austrittspunkt aus dem Bauwerk nicht mehr als 10 cm beträgt.

4.2.4 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 Umlenkradien sind die Mindestradien einzuhalten. Beim Austritt aus dem Bauwerk muss sich das Spannglied knickfrei abheben.

5 Korrosionsschutz der freiliegenden Stahlteile

Freiliegende und einbetonierte Stahlteile mit unzureichender Betonüberdeckung (z.B. Ankerplatte, Ankerkörper, Sicherungshaube) werden mit einem der folgenden Korrosionsschutzsystem beschichtet / verzinkt (siehe Abschnitt 2.1.9 der Besonderen Bestimmungen):

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Beschreibung des Verfahrens

Anhang 27

Schutzsysteme nach EN ISO 12944-5:

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

Die Oberflächenvorbereitung erfolgt nach EN ISO 12944-4:1998. Bei der Ausführung der Beschichtungsarbeiten ist EN ISO 12944-7:1998 zu beachten.

6 Montage der Spannglieder

6.1 Einbauteile

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

6.2 Montage der Spannglieder

6.2.1 Einbau der Hüllrohre (Anlage 16)

Zunächst wird der Hüllrohrstrang in das Bauwerk eingezogen. Für die Herstellung eines kraftschlüssigen Übergangs zwischen dem Hüllrohrstrang und dem Anschlusshüllrohr am Spannanker ist eine Übergangselektroschweißmuffe vorzusehen. Am Spannanker wird der Hüllrohrstrang dann soweit in das Anschlusshüllrohr eingeschoben, dass es ca. 10 cm über den planmäßigen und unplanmäßigen Umlenkbereich ragend in Richtung Spannanker liegt (siehe Anlage 10 und Anlage 12).

Die Länge des Anschlusshüllrohres vom Übergangsröhr bis zum Hüllrohrstrang am Spannanker muss das Straffen, den Spann- und möglichen Nachspannvorgang zu erwartenden Bewegungen bei vollständiger äußerer Gleitung des Hüllrohrstrangs ermöglichen. Die Anschlüsse des Hüllrohres an das Anschlusshüllrohr sowie Stöße auf der freien Länge sind kraftschlüssig durch Spiegelstumpfschweißen, Elektroschweißmuffen herzustellen.

6.2.2 Einbau der Litzen

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

6.2.3 Straffen der Spannstahllitzen

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 (siehe Punkt 3 und Anlage 16).

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 Absatz 7 kommt nicht zum Einsatz. Maßnahmen zur Beeinflussung der Gleitbedingungen sind nicht erforderlich.

BBV Externes Spannverfahren Typ E	Anhang 28
Beschreibung des Verfahrens	

6.2.4 Verfüllen des Hüllrohrstrangs mit Korrosionsschutzmasse (Anlage 16, 17)

Der Hüllrohrstrang wird mit heißer Korrosionsschutzmasse verfüllt (maximal ca. 100°C). Der Verfüllvorgang beginnt in der Regel vor einem Tiefpunkt in der Nähe eines Ankers. Im Abstand von maximal 100m zueinander sind weitere Einfüllöffnungen vorzusehen (in der Regel vor einem Tiefpunkt), von wo aus weiterverfüllt werden kann. Dort sind entsprechende Zuleitungen für die Korrosionsschutzmasse vorzuhalten.

6.2.5 Nachverpressen an Hochpunkten (Anlage 16, 17)

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 Verfüllmasse gemessen. Bei Temperaturen $\leq 30^\circ\text{C}$ 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 Entlüftungsöffnung ist gewährleistet, dass der Hochpunkt zuverlässig dauerhaft korrosionsschutzgeschützt ist. Die Öffnungen werden anschließend fachgerecht durch Verschlussstopfen mit Presspassung oder Dichtlippen abgedichtet. Durch Abklopfen des Hüllrohrstrangs wird abschließend die vollständige Verfüllung des Hüllrohrstrangs überprüft. Eventuelle Fehlstellen werden nachverpresst.

7 Anspannvorgang / Spannen

Vor dem Anspannvorgang sind an allen Umlenkstellen in der Richtung des Spannankers und am Spannanker Markierungen am Hüllrohr anzubringen (Anlage 18). 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 Umlenkung(en) 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.

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 Einzellitzen Spannpresse verwendet werden. Stufenweises Vorspannen und Umsetzen der Presse sind 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 (Anlage 18).

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. 10cm (der kleinere Wert ist maßgebend) überschreiten. Am Spannanker darf das Hüllrohr nicht gestaucht werden.

BBV Externes Spannverfahren Typ E

Beschreibung des Verfahrens

Anhang 29

Nach dem Spannen werden die Verankerungskeile durch eine Verkeileinrichtung in den Keilsitz eingepresst. Beim Ablassen der Spannkraft entsteht ein Keilschlupf von ca. 3 mm.

8 Abschließende Arbeiten

Nach Abschluss des Spannvorgangs ist der Stoß zwischen Hüllrohr und Anschluss-Hüllrohr zu schließen, hierzu wird z.B. eine Übergangselektroschweißmuffe verwendet. Spann- und Festanker werden mit einer Sicherungshaube und einer Schutzhaube vor Korrosion geschützt. Die Schutzhaube deckt den Litzenüberstand ab und Schutzhaube sowie Sicherungshaube werden über eine Einfüllöffnung vollständig mit Korrosionsschutzmasse verfüllt (siehe Punkt 2.3).

9 Nachspannen

Am Spannanker/Festanker kann ein Litzenüberstand vorgesehen werden, der es nach Entfernen der Schutzhaube und der Sicherungshaube erlaubt, zu einem späteren Zeitpunkt das Spannglied nachzuspannen. Gemäß der im Spannprotokoll dokumentierten Gleitverhältnisse 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 (siehe Punkt 8). Der Korrosionsschutz der Verankerung ist wieder fachgerecht herzustellen (siehe Punkt 8). Beim Nachspannen ist darauf zu achten, dass die Relativbewegung zwischen Spannstahlitzen und Hüllrohrstrang (innere Gleitung) an keiner Stelle 10% des Gesamtdehnwegs des Spannstahls bzw. 10cm (der kleinere Wert ist maßgebend) überschreitet. Dabei ist der bereits beim Spannvorgang (siehe Punkt 7) 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).

10 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 / Mehrflächenanker abgehoben wird. Die dazu notwendige Spannkraft gilt als die aktuelle Spannkraft. Die Spannpresse stützt sich über einen Spannstuhl auf die Ankerplatte / den Ankerkörper ab. Die Keile werden dabei nicht gelöst.

11 Auswechseln eines Spannglieds

Im Falle der Notwendigkeit des Auswechselns eines Spannglieds, wird dieses nahe einer Anker- bzw. Umlenkstelle durchtrennt (Sicherheitsaspekt). Anschließend werden alle beweglichen Anker- und Umlenkkomponenten ausgebaut. Ankerplatte/ Mehrflächenanker, Übergangsrohr, 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 Übergangsrohr und dem Ankerhüllrohr auf Schäden zu untersuchen und erforderlichenfalls zu reparieren. Alle beschriebenen Einbauschritte sind zu beachten.

BBV Externes Spannverfahren Typ E	Anhang 30
Beschreibung des Verfahrens	