

Schweizerische Technische Zulassung STA - 01/005

Handelsbezeichnung

Trade name

Drahtspannsystem

Stahlton – BBRV mit Verbund

*Stahlton – BBRV Bonded Post-tensioning
Wire System*

Zulassungsinhaber

Holder of approval

Stahlton AG

Hauptstrasse 11

CH-5070 Frick

Zulassungsgegenstand und
Verwendungszweck

*Generic type and use
of construction product*

**Spannsystem für das Vorspannen
von Tragwerken mit internen
Spanngliedern mit nachträglichem
Verbund bestehend aus Spann-
stahldrähten**

*Post-tensioning kit for prestressing of
structures with internal, bonded tendons
consisting of wires*

Geltungsdauer vom
Validity from

bis
to

09.06.2015

30.06.2015

Herstellwerk

Manufacturing plant

Stahlton AG

Werk 2

Hauptstrasse 11

CH-5070 Frick

Diese Schweizerische Technische
Zulassung enthält

*This Swiss Technical Approval (STA)
contains*

**9 Seiten einschliesslich Anhang 1
(32 Seiten) und Anhang 2 (6 Seiten)**

*9 pages including annex 1 (32 pages) and
annex 2 (6 pages)*

INHALTSVERZEICHNIS

Inhaltsverzeichnis	2
I. Rechtsgrundlagen und allgemeine Bestimmungen.....	3
II. Besondere Bestimmungen der technischen Zulassung	4
1 Beschreibung des Systems und des Verwendungszwecks	4
1.1 Beschreibung des Systems.....	4
1.2 Verwendungszweck.....	5
2 Systemmerkmale und Nachweisverfahren	5
2.1 Systemmerkmale	5
2.2 Nachweisverfahren.....	5
2.3 Gefährliche Substanzen.....	6
3 Konformitätsbewertung und Kennzeichnung	6
3.1 System der Konformitätsbewertung	6
3.2 Zuständigkeit	7
3.2.1 Aufgaben des Herstellers (Werkseigene Produktionskontrolle).....	7
3.2.2 Aufgaben der Konformitätsbewertungsstelle (Fremdüberwachung)	7
3.3 Kennzeichnung.....	8
4 Voraussetzungen, unter denen die Brauchbarkeit des Systems gegeben ist.....	8
4.1 Herstellung.....	8
4.2 Projektierung und konstruktive Durchbildung.....	8
4.2.1 Allgemeines	8
4.2.2 Technische Dokumentation des Spannsystems	8
4.3 Bestimmungen für die Ausführung	9
4.3.1 Allgemeines	9
4.3.2 Geeignete Unternehmen.....	9
4.3.3 Angaben zur Ausführung	9
5 Verpflichtungen des Zulassungsinhabers (Herstellers)	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Kennzeichnung.....	9
5.3 Hinweise zur Ausführung	9

Anhang 1: Technische Dokumentation

Anhang 2: Angaben zur Ausführung

I. RECHTSGRUNDLAGEN UND ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

1. Diese Schweizerische Technische Zulassung wird von der Zulassungsstelle der Empa (nachfolgend Zulassungsstelle genannt) erteilt gemäss
 - gesetzlichen Grundlagen:
 - Bundesgesetz über Bauprodukte (BauPG) vom 8. Oktober 1999 (AS 2000 3104/SR 933.0)
 - Verordnung über Bauprodukte (BauPV) vom 27. November 2000 (AS 2001 100/SR 933.01)
 - Interkantonale Vereinbarung zum Abbau technischer Handelshemmnisse (IVTH) vom 23. Oktober 1998 (AS 2003 270 und AS 2004 2765/SR 946.513)
 - Abkommen zwischen der Schweizerischen Eidgenossenschaft und der Europäischen Gemeinschaft über die gegenseitige Anerkennung von Konformitätsbewertungen (Mutual Recognition Agreement, MRA, AS 2002 1803/SR 0.946.526.81) vom 21. Juni 1999.
 - technischen Grundlagen:
 - Norm SIA 260:2013 „Grundlagen der Projektierung von Tragwerken“
 - Norm SIA 261:2014 „Einwirkungen auf Tragwerke“
 - Norm SIA 262:2013 „Betonbau“
 - Norm SIA 262/1:2013 „Betonbau – Ergänzende Festlegungen“
 - ASTRA 12 010 - Richtlinie des Bundesamtes für Strassen und der SBB „Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern in Kunstbauten“ (Ausgabe 2007)
 - EOTA ETAG 013 „Guideline for European Technical Approval of Post-tensioning Kits for Prestressing of Structures“ (Edition June 2002)
 - CWA 14646, CEN Workshop Agreement „Requirements for the installation of post-tensioning kits for prestressing of structures and qualification of the specialist company and its personnel“ (January 2003)
 - „Leitfaden für die Technische Zulassung von Spannsystemen“ (Empa Zulassungsstelle und Expertengruppe Spannsysteme, 2. Fassung vom 15. August 2008).
2. Die Zulassungsstelle erteilt eine Technische Zulassung für Bauprodukte, wenn die Brauchbarkeit des Produktes hinsichtlich der Erfüllung der wesentlichen Anforderungen an Bauwerke, für die das Produkt verwendet werden soll, festgestellt wurde. Sie ist ermächtigt nachzuprüfen, ob die Bestimmungen dieser Technischen Zulassungen erfüllt werden. Diese Nachprüfung kann vor Ort im Herstellwerk erfolgen. Der Inhaber der Technischen Zulassung bleibt jedoch für die Konformität der Produkte mit der Technischen Zulassung und deren Brauchbarkeit für den vorgesehenen Verwendungszweck verantwortlich.
3. Diese Technische Zulassung kann nicht auf andere als auf die auf Seite 1 aufgeführten Hersteller oder Vertreter von Herstellern oder auf andere als auf Seite 1 festgelegten Herstellwerke übertragen werden.
4. Diese Technische Zulassung gilt für den auf Seite 1 angegebenen Zeitraum. Sie kann auf schriftlichen Antrag hin mehrmals verlängert werden.
5. Diese Technische Zulassung wird von der Zulassungsstelle in einer Amtssprache erteilt. Übersetzungen in andere Sprachen werden von der Zulassungsstelle als solche gekennzeichnet.
6. Diese Technische Zulassung ist – auch bei elektronischer Übermittlung – ungekürzt wiederzugeben. Mit schriftlicher Zustimmung der Zulassungsstelle kann jedoch eine teilweise Wiedergabe erfolgen. Eine teilweise Wiedergabe ist als solche zu kennzeichnen. Texte und

Zeichnungen in Werbebroschüren dürfen weder im Widerspruch zu der Technischen Zulassung stehen noch diese missbräuchlich verwenden.

7. Die Zulassungsstelle kann die Technische Zulassung gemäss Artikel 11 Absatz 2 der Bauprodukteverordnung vom 27. November 2000 widerrufen.
8. Abschliessend halten wir ausdrücklich fest, dass die Technische Zulassung durch die Zulassungsstelle keine rechtliche Verpflichtung und Übernahme von Verantwortung beinhaltet. Es gelten in dieser Hinsicht die gesetzlichen Bestimmungen.

II. BESONDERE BESTIMMUNGEN DER TECHNISCHEN ZULASSUNG

1 Beschreibung des Systems und des Verwendungszwecks

1.1 Beschreibung des Systems

Die Technische Zulassung gilt für das Drahtspannsystem Stahlton-BBRV bestehend aus Spannstahldrähten, Hüllrohren, Verankerungen und Kupplungen, die mit hydraulischen Pressen gespannt, verankert und anschliessend mit Spezialfüllgut auf Zementbasis injiziert werden.

Zugelassen sind interne Spannglieder mit Verbund der Kategorien a, b, und c mit Spannstahldrähten Y1670C-7.0 (Nenndurchmesser 7 mm), bestehend aus folgenden Systemteilen:

Spannglieder

- Spannglieder mit 8 bis 139 Drähten \varnothing 7mm für Kategorien a und b
- Spannglieder mit 14 bis 102 Drähten \varnothing 7mm für Kategorie c
- Flachspannglieder mit 22 und 42 Drähten \varnothing 7mm für Kategorien a und b
- Flachspannglieder mit 18 Drähten \varnothing 7mm für Kategorie c

Verankerungen und Kupplungen für die Kategorien a und b

- Bewegliche Verankerungen Typ A, Typ B, Typ C, Typ M
- Feste Verankerungen Typ F, Typ S
- Spezialverankerungen Typ D, Typ Rapid
- Feste Kupplungen Typ KA, Typ KB, Typ KC, Typ KM
- Verschiebliche Kupplungen Typ VB, Typ VC

Verankerungen und Kupplungen für die Kategorie c

- Bewegliche Verankerungen Typ A,isol; Typ B,isol; Typ C,isol; Typ M,isol
- Feste Verankerungen Typ F,isol
- Feste Kupplungen Typ KA,isol; Typ KB,isol; Typ KC,isol; Typ KM,isol

Hüllrohre

- Metallhüllrohre Typ Stahlton-Drossbach oder gleichwertig gemäss Norm EN 523:2003 (Spannglieder Kategorie a)
- Kunststoffhüllrohre Typ BBR VT oder alternativ PT-PLUS (Spannglieder Kategorie b und c)

Füllgut

- Stahlton-Füllgut auf Zementbasis gemäss EN 447:2007.

Weitere Systemteile

- BBRV-Stauchkopf Typ IDEA, Zwischenstauchkopf
- Wendeln (Spiralen)
- Schutzhauben
- Injektions- und Entlüftungsrohre mit Verschlüssen

1.2 Verwendungszweck

Das Spannsystem ist für das Vorspannen von Tragwerken in Normalbeton bestimmt und kann als internes Spannglied mit nachträglichem Verbund der Kategorien a, b, und c verwendet werden.

Spannsysteme werden in folgenden Bauwerken am häufigsten eingesetzt:

- Brücken (Brückenüberbau)
- Gebäuden (Decken, Fundamente, Rahmen)
- Behälter und Silos (Wände, Bodenplatten, Decken, Dächer)
- Offshore-Bauwerke
- Schwimmende Plattformen
- Druckstollen und Rohre mit grossem Durchmesser (Ringspannglieder)

Die Anforderungen dieser Zulassung beruhen auf der Annahme einer vorgesehenen Nutzungsdauer des Spannsystems von 100 Jahren. Die Angaben zur Nutzungsdauer können nicht als Herstellergarantie ausgelegt werden, sondern dienen zur Auswahl geeigneter Systemteile und Werkstoffe angesichts der geplanten wirtschaftlich angemessenen Nutzungsdauer des Bauwerks.

2 Systemmerkmale und Nachweisverfahren

2.1 Systemmerkmale

Das Spannsystem ist in der Technischen Dokumentation des Drahtspannsystems Stahlton-BBRV in Anhang 1 beschrieben. Es dürfen nur Spannglieder, System- und Zubehörteile verwendet werden, die den Angaben der Technischen Dokumentation in Anhang 1 und den Normen SIA 262:2013 und SIA 262/1:2013 entsprechen.

2.2 Nachweisverfahren

Die Beurteilung der Brauchbarkeit (Tragsicherheit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit) des Spannsystems für den vorgesehenen Verwendungszweck erfolgte in Übereinstimmung mit der EOTA ETAG 013 "Guideline for European Technical Approval of Post-tensioning Kits for Prestressing of Structures" (Edition June 2002) entsprechend den Bestimmungen für die Nachweisverfahren für interne Spannglieder mit nachträglichem Verbund. Im Weiteren gelten die Ergänzungen im "Leitfaden für die Technische Zulassung von Spannsystemen".

Die Technische Zulassung für das Drahtspannsystem Stahlton-BBRV ist auf Grundlage der eingereichten Unterlagen erteilt worden, die bei der Zulassungsstelle hinterlegt sind. Änderungen in der Herstellung oder Ausführung des Spannsystems, die dazu führen, dass die hinterlegten Unterlagen nicht mehr zutreffen, sind der Zulassungsstelle zeitgerecht, bevor die Änderungen angewendet werden, bekannt zu geben. Die Zulassungsstelle entscheidet, ob diese Änderungen die Technische Zulassung und folglich deren Gültigkeit beeinflussen und ob eine Neubeurteilung / Änderung der Technischen Zulassung als notwendig erachtet wird.

2.3 Gefährliche Substanzen

Die Freisetzung von gefährlichen Substanzen wird gemäss ETAG 013, Punkt 5.3.1 ermittelt. Das Spannverfahren erfüllt die Bestimmungen des Leitpapiers H¹⁾ über gefährliche Substanzen.

Durch den Hersteller wurde eine Erklärung in dieser Hinsicht abgegeben.

Ergänzend zu den spezifischen Abschnitten dieser Schweizerischen Technischen Zulassung über gefährliche Substanzen kann es andere Anforderungen geben, die für das Produkt anwendbar sind, wenn es unter deren Anwendungsbereich fällt (z.B. übernommenes europäisches und nationales Recht und gesetzliche und behördliche Vorschriften). Um den Vorschriften der Bauproduktenrichtlinie zu genügen, müssen auch diese Anforderungen eingehalten werden, wenn und wo sie bestehen.

3 Konformitätsbewertung und Kennzeichnung

3.1 System der Konformitätsbewertung

Die Konformitätsbewertung erfolgt nach dem System 1+²⁾. Dieses umfasst folgende Aufgaben:

- a) Aufgaben des Herstellers (Eigenüberwachung):
 - (1) werkseigene Produktionskontrolle,
 - (2) zusätzliche Prüfung von im Werk entnommenen Proben durch den Hersteller nach festgelegtem Prüfplan³⁾

- b) Aufgaben der Konformitätsbewertungsstelle (Fremdüberwachung):
 - (3) Erstprüfung des Systems
 - (4) Erstinspektion des Werkes und der werkseigenen Produktionskontrolle
 - (5) periodische Überwachung, Beurteilung und Anerkennung der werkseigenen Produktionskontrolle nach festgelegtem Kontrollplan³⁾
 - (6) Stichprobenprüfungen gemäss Kontrollplan

¹⁾ Leitpapier H: Ein harmonisierter Ansatz über gefährliche Substanzen nach der Bauproduktenrichtlinie, Rev. September 2002

²⁾ Siehe Website der Eidgenössischen Bauproduktekommission (<http://www.bbl.admin.ch/baupk>: Tabellen zur Konformitätsbewertung)

³⁾ Der festgelegte Prüfplan und der Kontrollplan sind bei der Zulassungsstelle hinterlegt. Diese Pläne werden nur den in das Verfahren der Konformitätsbewertung involvierten Stellen ausgehändigt.

Für die Aufrechterhaltung der Zulassung ist eine periodische, vertraglich geregelte Fremdüberwachung durch eine Konformitätsbewertungsstelle erforderlich. Die Überwachung und die Stichprobenprüfungen haben aufgrund des Kontrollplanes mindestens einmal jährlich zu erfolgen.

3.2 Zuständigkeit

3.2.1 Aufgaben des Herstellers (Werkseigene Produktionskontrolle)

Der Hersteller hat eine ständige werkseigene Produktionskontrolle eingerichtet und führt regelmässige Kontrollen durch. Alle vom Hersteller vorgegebenen Anforderungen und Vorschriften werden systematisch in Form schriftlicher Betriebs- und Verfahrensanweisungen festgehalten. Die werkseigene Produktionskontrolle stellt sicher, dass das Produkt ständig mit dieser Technischen Zulassung übereinstimmt.

Einzelheiten über Umfang, Art und Häufigkeit der im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle durchzuführenden Prüfungen und Kontrollen müssen dem festgelegten Prüfplan, der Bestandteil dieser Technischen Zulassung ist, entsprechen. Der Hersteller darf nur Werkstoffe mit Prüfbescheinigungen entsprechend dem festgelegten Prüfplan verwenden. Er hat das Material bei Eingang zu kontrollieren (Zeugnisse, Werksatteste) und gegebenenfalls zu prüfen. Einzelheiten über Umfang, Art und Häufigkeit der an den hergestellten Einzelteilen des Systems durchzuführenden Prüfungen und Kontrollen sind dem festgelegten Prüfplan zu entnehmen.

Die von Dritten zugekauften Systemteile (Spannstahldrähte usw.) müssen den Anforderungen des Zulassungsinhabers bzw. der Normen entsprechen und ebenfalls fremdüberwacht werden.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Systemteils bzw. der Ausgangsmaterialien
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Systemteils
- Ergebnisse der Kontrollen und Prüfungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind mindestens 10 Jahre aufzubewahren und der Konformitätsbewertungsstelle bei der jährlichen Fremdüberwachung vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Massnahmen zur Beseitigung des Mangels zu treffen. Nach Beseitigung des Mangels ist die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen. Systemteile, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind auszusondern.

Die Grundelemente des Prüfplans entsprechen ETAG 013, Anhang E.1 und sind im QM -Plan für das Spannsystem verankert.

3.2.2 Aufgaben der Konformitätsbewertungsstelle (Fremdüberwachung)

Nach der Erstinspektion des Werkes führt die Konformitätsbewertungsstelle mindestens einmal jährlich eine Überwachung im Herstellwerk durch. Sie muss sich vergewissern, dass die werkseigene Produktionskontrolle und die Herstellung der Systemteile dem festgelegten Prüfplan entsprechen. Sie nimmt ausserdem die Stichprobenprüfungen gemäss Kontrollplan vor. Die Ergebnisse sind jeweils in einem Prüf- und Zertifizierungsbericht zu dokumentieren.

Die Ergebnisse der Fremdüberwachung sind mindestens 10 Jahre aufzubewahren und der Zulassungsstelle auf Verlangen vorzulegen.

Wenn die Bestimmungen der Technischen Zulassung und des festgelegten Prüfplans nicht mehr erfüllt sind, ist die Zulassungsstelle unverzüglich zu benachrichtigen.

3.3 Kennzeichnung

Die Systemteile sind auf den Lieferpapieren mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- Name oder Zeichen des Herstellers und des Herstellwerks,
- Bezeichnung der betreffenden Konformitätsbewertungsstelle,
- Identifizierung des Systemteils (Handelsbezeichnung),
- Nummer der Technischen Zulassung und Ende der Geltungsdauer.

4 Voraussetzungen, unter denen die Brauchbarkeit des Systems gegeben ist

4.1 Herstellung

Die Systemteile des Drahtspannsystems Stahlton-BBRV werden entsprechend den Bestimmungen der Technischen Zulassung in Verfahren hergestellt, die in den eingereichten technischen Unterlagen (Werkzeichnungen) beschrieben sind. Bei der Erstinspektion des Herstellwerkes durch die Konformitätsbewertungsstelle wird die Übereinstimmung verifiziert. Diese Unterlagen sind bei der Zulassungsstelle hinterlegt.

4.2 Projektierung und konstruktive Durchbildung

4.2.1 Allgemeines

Für die Projektierung und die konstruktive Durchbildung von mit dem Drahtspannsystem Stahlton-BBRV vorgespannten Betontragwerken gelten die entsprechenden Bestimmungen in den Normen SIA 260:2013, 261:2014, SIA 262:2013 und SIA 262/1:2013.

4.2.2 Technische Dokumentation des Spannsystems

Gemäss der Norm SIA 262:2013, Ziffer 3.4.1.4 muss die Technische Dokumentation des Spannsystems alle für die Projektierung und konstruktive Durchbildung erforderlichen Angaben enthalten. Dazu gehören u.a.:

- Art und Eigenschaften des Spannstahls
- Anwendungsformen der Spannglieder
- Art und Abmessungen von Verankerungen, Kupplungen und Hüllrohren
- Spannkrafttabellen und Spanngliedtypen
- Anordnung und konstruktive Durchbildung der Spanngliederunterstützungen
- Minimal zulässige Achs- und Randabstände in Abhängigkeit von der Betonfestigkeit
- Anforderungen zum Verlauf der Spannglieder (minimal zulässige Krümmungsradien und minimale gerade Längen)
- Reibungsbeiwerte
- Massnahmen für den Korrosionsschutz
- Systemteile und Werkstoffe

Die Technische Dokumentation des Drahtspannsystems Stahlton-BBRV ist in Anhang 1 dieser Technischen Zulassung enthalten.

4.3 Bestimmungen für die Ausführung

4.3.1 Allgemeines

Für die Ausführung des Spannsystems gelten die entsprechenden Bestimmungen in der Norm SIA 262:2013.

4.3.2 Geeignete Unternehmen

Die Spannsystemarbeiten (Einbau, Spannen, Injizieren usw.) dürfen nur von Unternehmen ausgeführt werden, deren Personal die erforderliche Sachkenntnis und Erfahrung mit diesem System hat und welches die Anforderungen gemäss CWA 14646 erfüllt. Der für die Ausführung Verantwortliche muss eine Bescheinigung des Zulassungsinhabers besitzen, dass er durch diesen eingewiesen wurde und über die erforderliche Sachkenntnis mit dem Spannsystem verfügt.

4.3.3 Angaben zur Ausführung

Die Angaben zur Ausführung des Spannsystems sind in Anhang 2 enthalten. Dazu gehören u.a.:

- Transport und Lagerung
- Einbau der Spannglieder
- Spannvorgang
- Füllgut und Injektionsvorgang
- Abschlussarbeiten.

Die Spannglieder werden werksgefertigt auf die Baustelle gebracht oder ausnahmsweise durch den Zusammenbau der Systemteile auf der Baustelle hergestellt.

Bei Schweissarbeiten und weiteren gefährdenden Arbeiten (z.B. Arbeiten mit der Trennscheibe) in der Nähe von Spanngliedern ist sicherzustellen, dass sowohl der Spannstahl, die Hüllrohre wie auch Verankerungs- und Kupplungsteile ausreichend geschützt sind.

5 Verpflichtungen des Zulassungsinhabers (Herstellers)

5.1 Allgemeines

Es ist Aufgabe des Zulassungsinhabers, dafür zu sorgen, dass alle Angaben für die Projektierung, konstruktive Durchbildung und Ausführung eines Bauwerks mit dem Drahtspannsystem Stahlton-BBRV an die Beteiligten übermittelt werden. Dies kann durch die Weitergabe dieser Technischen Zulassung inklusive Anhänge 1 und 2 erfolgen.

5.2 Kennzeichnung

Jeder Lieferung der unter Ziffer 1.1 angegebenen Systemteile ist ein Lieferschein mitzugeben, aus dem u.a. hervorgeht, für welche Spanngliedtypen die Teile bestimmt sind und auf dem die in Ziffer 3.3 festgelegten Angaben aufgeführt sind.

5.3 Hinweise zur Ausführung

Die Ausführungsanweisungen des Zulassungsinhabers sind zu befolgen, siehe ETAG 013, Anhang D.3.

Für die Zulassungsstelle der Empa
Der Leiter


Dr. Georg Spescha



Drahtspannsystem Stahlton-BBRV

mit Verbund

Kategorien a, b, c

Anhang 1: Technische Dokumentation

Inhalt	Seite
1. Art und Eigenschaften des Spannstahls	2
2. Aufbau und Anwendung der Spannglieder	2
2.1. Spannglieder und Verankerungen Kategorien a und b	3
2.2. Spannglieder und Verankerungen Kategorie c	4
3. Art und Abmessungen der verwendeten Hüllrohre	5
3.1. Stahlhüllrohre (Kategorie a)	5
3.2. Kunststoffhüllrohre (Kategorien b und c)	6
3.3. Spezielle Hinweise für Spannglieder der Kategorie c	8
4. Spanngliedunterstützungen	8
5. Konstruktive Durchbildung	9
5.1. Abstände der Spannglieder	9
5.2. Abstände der Verankerungen	9
5.3. Minimale Krümmungsradien	10
5.4. Erforderliche Betonfestigkeit beim Spannen	11
6. Reibungsverluste	11
7. Korrosionsschutz	11
8. Systemteile und Werkstoffe	12
8.1. Grundkomponenten	12
8.2. Werkstoffe	12
9. Datenblätter	13

1. Art und Eigenschaften des Spannstahls

Für die Zugglieder des Drahtspannsystems Stahlton-BBRV wird folgender, stauchbarer Spannstahl verwendet:



kaltgezogener, runder Spannstahldraht
ø 7 mm mit glatter Oberfläche

Bezeichnung: **Y1670C-7.0**

Nenn Durchmesser	ø	7.0 mm
Querschnittsfläche	A_p	38.5 mm ²
Zugfestigkeit	f_{pk}	1670 N/mm ²
Fließgrenze	$f_{p0.1k}$	1440 N/mm ²

Grundlage der Verankerung bildet der BBRV-Stauchkopf. Er wird an den hochfesten Stahldrähten kalt aufgestaucht und verankert diese bis zur vollen statischen Bruchkraft.

Nebst der Festigkeit weist der Spannstahldraht folgende weiteren wichtigen Eigenschaften auf:

Elastizitätsmodul (Nominalwert)	E_p	205 kN/mm ²
Dehnung bei Höchstlast (Minimalwert)	A_{gt}	3.5 %
Ermüdungsfestigkeit (2 Mio Lastwechsel, Oberspannung $0.7 \cdot f_{pk}$)	$\Delta\sigma_{p,fat}$	200 N/mm ²
Relaxation (nach 1000 Stunden, Anfangsspannung $0.7 \cdot f_{pk}$)	$\Delta\sigma_{p,max}$	2.5 %

2. Aufbau und Anwendung der Spannlieder

Das Drahtspannsystem Stahlton-BBRV eignet sich für jede Art von Beton- oder Verbundkonstruktionen, welche die Abspannkräfte aufnehmen können und den Korrosionsschutz der Spannlieder gewährleisten.



Die Spannlieder bestehen aus der erforderlichen Anzahl von Spanndrähten ø 7 mm.

Die Drähte werden auf gleiche Länge geschnitten, in den Ankerkopf eingefädelt und mittels Stauchköpfchen verankert. Bei der festen Verankerung stützt sich der Ankerkopf direkt auf die Ankerplatte ab.

Bei der beweglichen Verankerung wird der Ankerkopf beim Spannvorgang nach aussen gezogen und beim Erreichen der Sollkraft auf die Ankerplatte abgestützt.

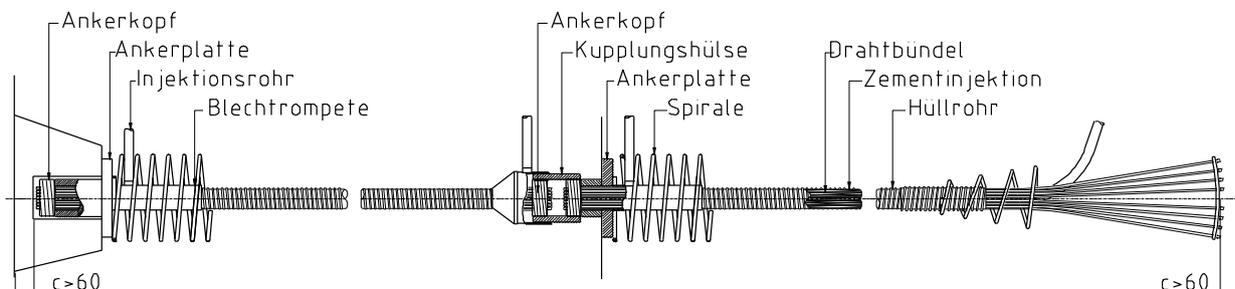
Je nach Zweckbestimmung und Platzverhältnissen stehen mehrere Grössen und Ausführungsarten von Verankerungen zur Verfügung.

2.1. Spannlieder und Verankerungen Kategorien a und b

Spannbare Verankerung

Kupplung

Feste Verankerung



Je nach Art des Hüllrohres werden die Spannlieder unterteilt in:

Kategorie a: Spannlieder mit Stahlhüllrohr

Kategorie b: Spannlieder mit Kunststoffhüllrohr

Die Ausbildung der Verankerungen ist für Kategorie a und b identisch.

Spann- glied Typ	Anzahl Drähte ø 7 mm	Spann- kraft 0.70 F _{pk} Y1670 kN	Verankerung			Kupplung	
			Beweglich Typ	Fest Typ	Spezial Typ	Fest Typ	Verschieblich Typ
360	8	360	A , B , C	F , S	D	KA , KB , KC	VB
630	14	630	A , B , C	F , S	D , Rapid	KA , KB , KC	VB
1000	22	990	A , B , C	F , S	D , Rapid	KA , KB , KC	VB
1400	31	1'395	A , B , C	F , S	D , Rapid	KA , KB , KC	VB
1900	42	1'890	A , M , C	F , S	D , Rapid	KA , KM , KC	VC
2350	52	2'339	A , M , C	F , S	D , Rapid	KA , KM , KC	VC
3700	82	3'689	A , M , C	F , S	D	KA , KM , KC	VC
4600	102	4'589	A , M , C	F , S	D	KA , KM , KC	VC
6250	139	6'253	A	F , S	D	-	-
Flachspannglieder							
1000-FL	22	990	A , B , C	F , S	D , Rapid	KA , KB , KC	VB
1900-FL	42	1'890	A , C	F , S	D , Rapid	KA , KM , KC	VC

Legende:

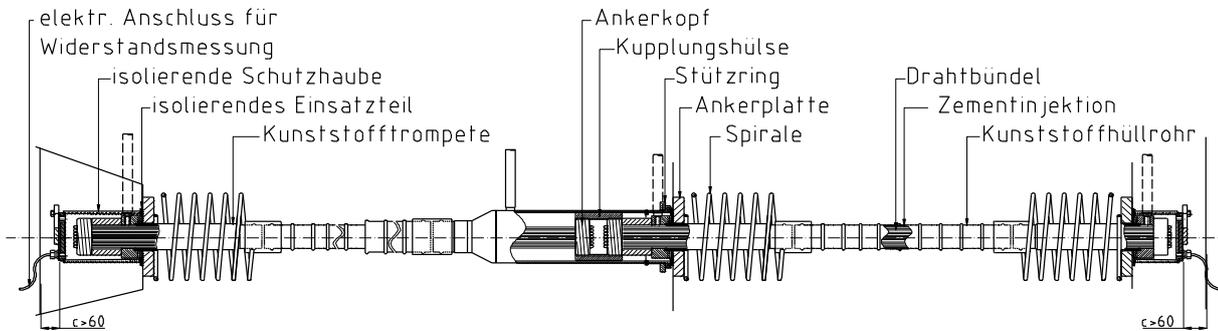
- A Bewegliche Plattenverankerung mit Stützschaalen
- B, C, M Bewegliche Plattenverankerung mit Gewinde und Stützmutter
- F Feste Plattenverankerung
- S Feste Spreizverankerung
- D Durchschubverankerung mit Gewinde und Mutter für eingezogene Spannlieder (fest oder beweglich)
- Rapid Verankerung für frühzeitiges Vorspannen bei Betonfestigkeiten $\geq 22.5 \text{ N/mm}^2$
- K Feste Kupplung
- V Verschiebliche Kupplung

2.2. Spannlieder und Verankerungen Kategorie c

Spannbare Verankerung

Kupplung

Feste Verankerung



Spannlieder der Kategorie c entsprechen den Anforderungen nach Richtlinie ASTRA 12010 "Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spannliedern in Kunstbauten".

Sie werden durch eine dichte, elektrisch isolierende Schutzhülle vom Bauwerk getrennt und können mittels Impedanzmessung überwacht werden.

Spann- glied Typ	Anzahl Drähte ø 7 mm	Spannkraft 0.70 F _{pk} Y1670 kN	Verankerung		Kupplung
			Beweglich Typ	Fest Typ	Fest Typ
630	14	630	A / B / C,isol	F,isol	KA / KB / KC,isol
1000	22	990	A / B / C,isol	F,isol	KA / KB / KC,isol
1400	31	1'395	A / B / C,isol	F,isol	KA / KB / KC,isol
1900	42	1'890	A / M / C,isol	F,isol	KA / KM / KC,isol
2350	52	2'339	A / M / C,isol	F,isol	KA / KM / KC,isol
3700	82	3'689	A / M / C,isol	F,isol	KA / KM / KC,isol
4600	102	4'589	A / M / C,isol	F,isol	KA / KM / KC,isol
Flachspannglied					
810-FL	18	810	A / B / C,isol	F,isol	KA / KB / KC,isol

Legende:

- A,isol Bewegliche Plattenverankerung mit Stützschaalen
- B,isol Bewegliche Plattenverankerung mit Gewinde und Stützmutter
- C,isol Bewegliche Plattenverankerung mit Zughülse und Stützmutter
- M,isol Bewegliche Plattenverankerung mit Zwischenkopf und Stützmutter
- F,isol Feste Plattenverankerung
- K,isol Feste Kupplung

3. Art und Abmessungen der verwendeten Hüllrohre

3.1. Stahlhüllrohre (Kategorie a)

Die Stahlhüllrohre der Stahlton-Spannsysteme Kategorie a werden in der Regel aus Bandstahl von 36 mm Breite hergestellt.

Die Blechstärke der Hüllrohre ist dem Hüllrohrdurchmesser und dem Verwendungszweck angepasst und variiert zwischen 0.24 und 0.40 mm.

Die einzelnen runden Rohre werden mittels schraubbaren Muffen miteinander verbunden. Die Verbindung von flachen Hüllrohren erfolgt mittels verschieblichen Muffen beziehungsweise durch ein längsverschiebliches Hüllrohrendstück (sog. "Passstück") im Übergang zur Trompete. Die Muffenstösse der Stahlhüllrohre werden mittels Isolierband abgedichtet.

3.1.1. Runde Stahlhüllrohre

Hüllrohrtyp	Abmessungen		Verwendung Spanngliedtyp
	ø i	ø a	
30 / 36	30	36	360
39 / 45	39	45	630
51 / 57	51	57	1000
54 / 60	54	60	1400
66 / 72	66	72	1900
75 / 81	75	81	2350
84 / 90	84	90	3700
93 / 99	93	99	4600
115 / 121	115	121	6250



Legende:

ø i alle Masse in mm
 Innendurchmesser
 ø a Aussendurchmesser

3.1.2. Flache Stahlhüllrohre

Hüllrohrtyp	Abmessungen		Verwendung Spanngliedtyp
	hi / ha	bi / ba	
21x80-FL	21 / 26	80 / 85	1000-FL
28x110-FL	28 / 32	110 / 114	1900-FL



Legende:

hi / ha alle Masse in mm
 Höhe innen / aussen
 bi / ba Breite innen / aussen

3.2. Kunststoffhüllrohre (Kategorien b und c)

3.2.1. Wahl des Kunststoffhüllrohrsystems

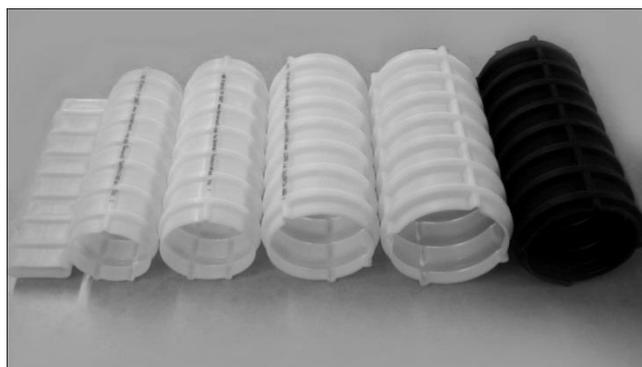
Als Kunststoffhüllrohre der Stahlton-Spannglieder Kategorie b und c werden entweder zugelassene und fremdüberwachte BBR VT Kunststoffhüllrohre eingesetzt oder das alternative Kunststoffhüllrohrsystem PT-PLUS.

Die Rohre beider Systeme sind aus dem Werkstoff Polypropylen (PP) hergestellt und unterscheiden sich in der Farbe: BBR VT (weiss), PT-PLUS (schwarz). Die früher ebenfalls eingesetzten blauen Rohre aus Polyethylen (HDPE) sind nicht mehr zugelassen.

Die einzelnen Hüllrohre werden soweit möglich im Werk der Stahlton AG auf die erforderliche Länge verschweisst. Müssen werkgefertigte Spannglieder im Winter abgerollt werden, so ist Vorsicht geboten. Bei Temperaturen unter 0°C ist ein Zudecken und Aufwärmen auf ca. +10°C unerlässlich.

Die Verbindungen mit den Verankerungen und die Injektionsanschlüsse erfolgen jeweils mit den systemeigenen Muffen und Zubehörteilen.

3.2.2. Runde Kunststoffhüllrohre BBR VT



Gerippte Kunststoffhüllrohre BBR VT sind mit ringförmigen Rippen versehen. Rohre ab \varnothing 100 weisen zusätzlich 3 Längsrippen auf.

Nicht geschweisste Hüllrohrstösse sind mit Muffenrohren und zugehörigen Wärmeschrumpfschläuchen zu verbinden und abzudichten (Kat b und c).

Hüllrohrtyp	Abmessungen					Verwendung Spanngliedtyp
	\varnothing i	\varnothing a	\varnothing r	t	dr	
BBR VT 50	48	52	59	2.0	28	630
BBR VT 60	59	63	73	2.0	42	1000, 1400
BBR VT 75	76	81	91	2.5	52.5	1900 , 2350
BBR VT 85	86	91	101	2.5	39.5	
BBR VT 100	100	106	116	3.0	39.5	3700 , 4600
BBR VT 115	115	122	135	3.5	39.5	
BBR VT 130	129	137	152	4.0	40.5	6250

Legende: alle Masse in mm und auf 1 mm gerundet

\varnothing i Innendurchmesser
 \varnothing a Aussendurchmesser
 \varnothing r Rippendurchmesser

t Wandstärke
dr Rippenabstand

3.2.3. Flache Kunststoffhüllrohre BBR VT

Hüllrohrtyp	Abmessungen			Verwendung Spanngliedtyp
	hi / ha	bi / ba	t	
BBR VT 21x72	21 / 36	71 / 86	2.0	810-FL (18 ø 7)

Legende: alle Masse in mm und auf 1 mm gerundet

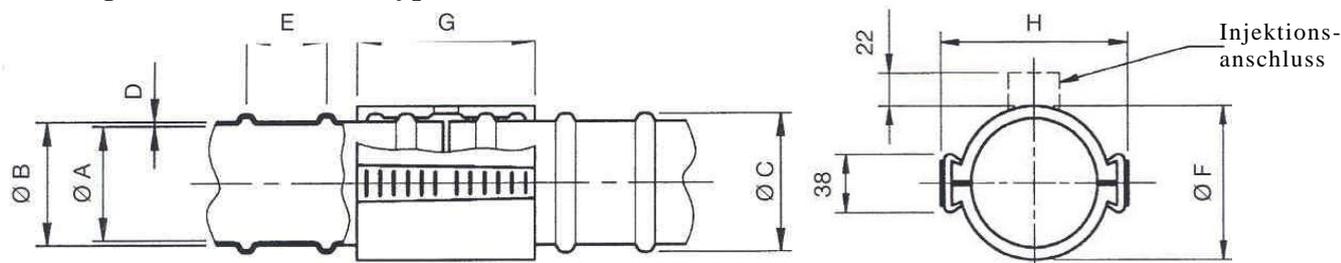
hi / ha Höhe innen / aussen

bi / ba Breite innen / aussen

t Wandstärke

3.2.4. Alternatives Kunststoffhüllrohrsystem PT-PLUS

Runde gewellte Hüllrohre Typ 59 bis 130



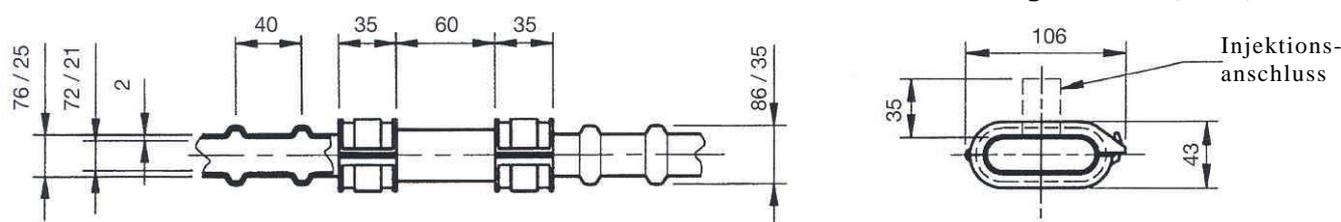
Hüllrohr-Typ	Abmessungen Hüllrohr rund					Kupplung			Verwendung Spanngliedtyp
	øA	øB	øC	D	E	øF	G	H	
PT-PLUS									
59	58	63	73	2.5	42	82	108	106	630 , 1000 , 1400
76	76	81	91	2.5	52.5	100	116	124	1900 , 2350
100	100	106	116	3.0	60	123	126	147	3700 , 4600
115	115	121	131	3.0	60	138	127	162	
130	130	136	146	3.0	52	153	134	176	6250

Legende: alle Masse in mm

Die Kupplungen des Typ 115 und 130 sind nur im Bereich gerader Spannglieder verwendbar.
Im Falle von werkgefertigten, gerollten Spanngliedern sind nur Spiegelschweissungen zulässig.

Flaches gewelltes Kunststoffhüllrohre Typ 72/21

Verwendung: 810-FL (18ø7)



3.3. Spezielle Hinweise für Spannglieder der Kategorie c

Bei der Spanngliedkategorie c werden nebst Kunststoffhüllrohren auch Trompeten aus Kunststoff verwendet und die Übergänge mit Schrumpfmuffen sorgfältig abgedichtet. Zudem werden die Ankerköpfe mit einer elektrisch isolierenden Zwischenlage von Ankerplatte und Bewehrung getrennt. Eine Kunststoffschutzhaube vervollständigt die elektrische Trennung vom bewehrten Bauwerksbeton.

An den Verankerungen der Spannglieder werden Messkabel angeschlossen, damit der Zustand des Spanngliedes auch nach Fertigstellung des Bauwerkes überprüft werden kann.

Nebst den einzuhaltenden Grenzwerten des elektrischen Widerstandes gemäss ASTRA 12010 gelten die nachstehenden Richtwerte für die Kapazität und den Verlustfaktor:

Messgrösse / Hüllrohr	Einheit	ø60	ø75	ø100	ø130	Grenzwert für das Hauptkriterium:
längennormierter elektrischer Widerstand $R_l = R \cdot l_p$	kΩ*m	>250	> 200	>150	>125	- Streustrom
	kΩ*m	> 50				- Überwachbarkeit
längennormierte Kapazität $C_l = C/l_p$	nF/m	<2.35	<3.05	<3.35	<4.30	(Richtwert)
Verlustfaktor $D =$		< 0.20				(Richtwert)

Legende: l_p Länge des Spanngliedes, mindestens jedoch 25 m

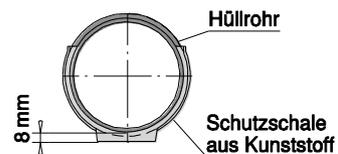
Weitere Angaben über Planung, Ausführung und Betrieb von Bauwerken mit Spanngliedern Kategorie c sind der Richtlinie ASTRA 12010 zu entnehmen.

4. Spanngliedunterstützungen

Die Spanngliedunterstützungen müssen genügend steif sein und gut verstrebt werden, damit sie sich weder beim Einbau der Spannglieder noch beim Betonieren verbiegen oder verschieben.

Der Durchmesser der Tragstäbe ist dem Gewicht der Spannglieder und der Höhe der Spanngliedunterstützungen anzupassen. Leer verlegte Hüllrohre sind gegen Auftrieb zu sichern.

Bei Kunststoffhüllrohren sind im Bereich enger Krümmungsradien ($R < 2 \cdot R_{min}$) systemkonforme Schutzschalen zwischen dem Hüllrohr und der Spanngliedunterstützung anzuordnen, um lokale Eindellungen des Hüllrohres und Folgeschäden beim Spannen zu vermeiden.



Die Materialstärke der Schutzschale von $h = 8$ mm ist in der Höhe der Spanngliedunterstützungen zu berücksichtigen.

Der Abstand der Spanngliedunterstützungen ist zu begrenzen, um die Masttoleranzen nach Norm SIA 262, Anhang A.3.7 und die Reibungsverluste nach Kap. 6 zu gewährleisten.

Für Drahtspannglieder sollen die folgenden Werte nicht überschritten werden:

Spanngliedtyp	Abstand der Spanngliedunterstützungen		Tragstab-Durchmesser
	Normalbereich ($R \gg R_{min}$)	Stützenbereich ($R \sim R_{min}$)	
Drahtspannglieder 360 - 1000, ...-FL 1400 1900 - 2350 3700 - 4600 6250	≈ 1.00 m	≤ 0.50 m	$\geq 16 - 20$ mm
		≤ 0.60 m	
		≤ 0.75 m	
		≤ 0.95 m	
		≤ 1.20 m	
	≈ 1.20 m		

5. Konstruktive Durchbildung

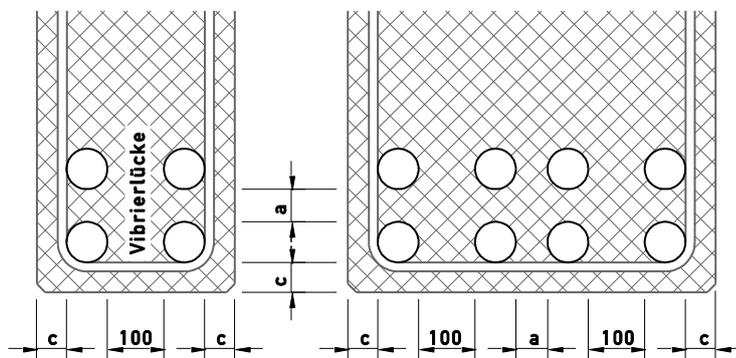
5.1. Abstände der Spannlieder

Zur Gewährleistung eines dauerhaften Bauwerkes gelten die Vorgaben der Norm SIA 262, Kap. 5, sofern der Bauherr keine weitergehenden Anforderungen festgelegt hat:

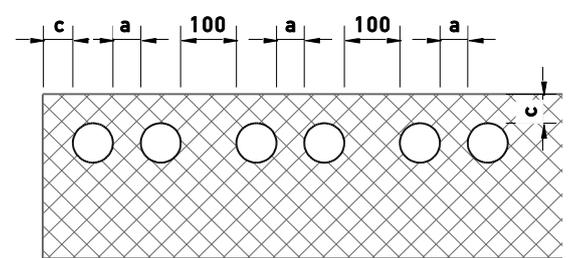
Betonüberdeckung c > 30 – 65 mm, je nach Expositionsklasse (Norm SIA 262, Tab. 18)
 > max. Korndurchmesser
 > $\frac{1}{2}$ Hüllrohrdurchmesser

Zwischenabstand a > max. Korndurchmesser
 > 1 Hüllrohrdurchmesser in der Krümmungsebene (Umlenkkräfte)

in Trägern



in Platten

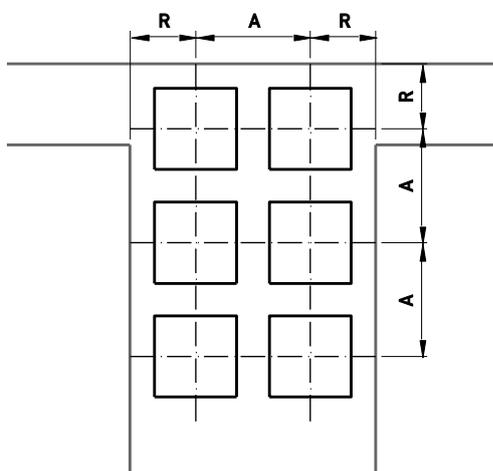


5.2. Abstände der Verankerungen

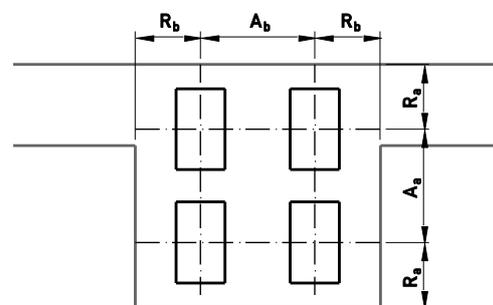
Die minimalen Rand- und Achsabstände der Spannliedverankerungen sind abhängig von der Spannkraft und der Betonfestigkeit.

Die nachfolgend angegebenen Achsabstände für Drahtspannlieder können in einer Richtung um 15% verkleinert werden, jedoch nicht auf einen kleineren Wert als den Spiraldurchmesser. Dabei sind die Achsabstände in der senkrecht dazu stehenden Richtung um den gleichen Prozentsatz zu vergrössern.

Quadratische Ankerplatten



Rechteckige Ankerplatten



Beton C30/37	Spanngliedtyp								
	360	630	1000	1400	1900	2350	3700	4600	6250
Plattenverankerung Typ A,B,C,D,F,M Achsabstand A	160	200	250	290	340	380	480	530	600
Spreizverankerung Typ Sq quadratisch Achsabstand A	-	-	240	280	330	370	-	-	-
Typ Sr rechteckig Abmessung a b Achsabstand Aa Ab	140 120	220 140	300 160	360 180	420 200	500 200	500 300	500 400	700 400
Randabstände R, Ra, Rb	$R = A/2 + \text{erforderliche Betonüberdeckung } c$								

Legende: alle Masse in mm

c = Betonüberdeckung

Beton C25/30	Spanngliedtyp								
	360	630	1000	1400	1900	2350	3700	4600	6250
Plattenverankerung Typ A,B,C,D,F,M Achsabstand A	160	200	260	310	360	400	500	560	650
Spreizverankerung Typ Sq quadratisch Achsabstand min. A	-	-	260	310	360	400	-	-	-
Typ Sr rechteckig Abmessung a b Achsabstand Aa Ab	140 120	220 140	300 160	360 180	420 200	500 200	500 300	500 400	700 400
Randabstände R, Ra, Rb	$R = A/2 + \text{erforderliche Betonüberdeckung } c$								

Legende: alle Masse in mm

c = Betonüberdeckung

5.3. Minimale Krümmungsradien

Die minimalen Krümmungsradien der Spannglieder Kategorie a und b+c sind in den Tabellen auf Seite 16 und 17 dieses Anhangs angegeben.

5.4. Erforderliche Betonfestigkeit beim Spannen

Beim Erreichen einer Würfeldruckfestigkeit von $f_{ck,cube} = 30 \text{ N/mm}^2$ können die Spannglieder auf 100 % gespannt werden, sofern die vorangehend vermerkten Abstände und die Regeln der konstruktiven Bewehrungsdurchbildung eingehalten sind.

Verankerungen mit Doppelspiralen (Typ "Rapid") können bereits bei niedrigerer Festigkeit voll vorgespannt werden. (siehe Datenblatt Seite 24).

6. Reibungsverluste

Aufgrund einer grossen Zahl von Messungen an ausgeführten Bauwerken können für die Drahtspannglieder Stahlton-BBRV untenstehende Werte eingesetzt werden:

Reibungsbeiwerte		Reibungskoeff. μ		Ungewollte Umlenkung $\Delta\phi$	
Hüllrohrqualität		Nominalwert	Streubereich	Nominalwert	Streubereich
Stahlhüllrohr	Kat. a	0.16	0.14 – 0.18	0.005	0.004 – 0.008
Kunststoffhüllrohr	Kat b/c	0.08	0.06 – 0.12	0.005	0.004 – 0.010

Legende:

μ Coulomb'scher Gleitreibungskoeffizient
 $\Delta\phi$ (rad/m) Ungewollte Winkeländerungen pro Längeneinheit
 ϕ_x (rad) Summe der planmässigen Umlenkwinkel in Bogenmass bis zur Stelle x ($\sum\phi_i$)

Formel: $P_x = P_o * e^{-\mu(\phi_x + \Delta\phi * x)}$ mit: P_o Spannkraft am Spanngliedanfang
 P_x Spannkraft an der Stelle x

Der Reibungseinfluss der Verankerung und der Spannpresse wird beim Spannvorgang durch die Spannfirma berücksichtigt.

7. Korrosionsschutz

Der definitive Korrosionsschutz der Spannglieder mit Verbund erfolgt durch das Injizieren mit einem zementösen Füllgut und durch die alkalische Eigenschaft des umgebenden Bauwerkbetons. Es gelten die Normen SN EN 445:2007 und 447:2007 sowie die zugehörigen Nationalen Vorwörter und Nationalen Anhänge 2008.

Die Drahtspannglieder Stahlton-BBRV werden in der Regel witterungsunabhängig im Werk zusammengebaut und kurz vor dem Einbau auf die Baustelle geliefert. Die auf Bobinen gerollten Spannglieder werden durch Abdeckblachen vor Witterungseinflüssen geschützt.

Insbesondere während der Winterzeit sind die Verankerungen zusätzlich abzudecken und die Injektionsöffnungen zu schliessen zur Vermeidung von Wassereintritt und Frostschäden.

Die maximale Zeitspanne zwischen dem Einbau von Spanngliedkomponenten und der Ausführung der Injektion ist in der Norm SIA 262, Art. 6.3 geregelt.

Sieht das Bauprogramm längere Fristen vor, so sind Massnahmen für den temporären Korrosionsschutz bei Bestellung der Spannglieder zu vereinbaren.

Die Stahlton AG sieht in diesem Fall die Verwendung von temporär geschützten Drähten vor, welche bereits im Herstellwerk oder während der Spanngliedherstellung mit einem genehmigten Korrosionsschutzöl behandelt werden.

Von der EMPA empfohlene Produkte sind: Rostschutz 310, NOX-RUST X-703-D und ARC FLUID TK. [Literatur: Forschungsbericht UVEK Nr. 614 "TEKplus" Oktober 2007]

8. Systemteile und Werkstoffe

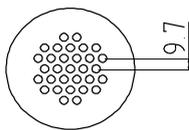
Die Systemteile der Verankerungen sind für eine Ermüdungsfestigkeit $\Delta\sigma_{fat} \geq 80 \text{ N/mm}^2$ ausgelegt und geprüft (2 Mio Lastwechsel bei Oberlast $0.65 \cdot f_{tk}$).

Die massgebenden Abmessungen der Systemteile der einzelnen Verankerungstypen und Grössen befinden sich auf den nachfolgenden Datenblättern.

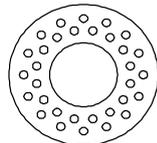
8.1. Grundkomponenten

Typische Verankerungen mit Drahtanordnung am Beispiel des Typ 1400 kN (31 ϕ 7 mm).

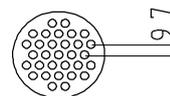
Ankerkopf Typ A/F



Ankerkopf Typ B



Grundkörper Typ C/D/M



8.2. Werkstoffe

Systemteil	Werkstoff- Bezeichnung	Norm
Spannstahl	Y1670C-7.0	prEN 10138-1/-2
Ankerkopf, Grundkörper	bei der Zulassungsstelle hinterlegt	
Stützmutter	bei der Zulassungsstelle hinterlegt	
Kupplungshülse, -nippel	bei der Zulassungsstelle hinterlegt	
Stützschaale, Stützring	L355 / E355	EN 10224 / EN 10297-1
Ankerplatte	S235 JRG2	EN 10025-2
Ankerplatte S	E335	EN 10025-2
Stützring	L355 / E355	EN 10224 / EN 10297-1
Isolationsplatte	Hartgewebeplatte	DIN 7735/40606
Spirale	B500B / S235 JRG2	SIA262 / EN 10025-2
Trompete Kat. a und b	S235 JRG2 / DC01, DC04	EN 10025-2 / EN10130
Trompete Kat. c	HDPE	DIN 8074/8075 DIN EN ISO 15494
Hüllrohr Kat. a	Bandstahl	EN 10139
Hüllrohr Kat. b und c	PP	fib Bulletin 7

9. Datenblätter

Detaillierte Angaben zu den einzelnen Spanngliedgrössen und Verankerungstypen befinden sich auf den nachfolgenden Datenblättern.

- **Querschnittswerte und Spannkkräfte** Seite 14 bis 15
- **Hüllrohre und Minimalradien** Seite 16 bis 17
- **Verankerungen Kategorie a und b** Seite 18 bis 27
- **Verankerungen Kategorie c** Seite 28 bis 32

Spannkraften Draht ϕ 7 mm

(gültig für alle Verankerungen & alle Kategorien (a,b,c))

Spannglied- Typ	Anzahl Drahte ϕ 7 mm	Gewicht G kg/m	Fläche A_p mm ²	Bruchkraft F_{pk} ($f_{pk} = 1670 \text{ N/mm}^2$) kN	Bemessungswert F_{pRd} ($f_{pd} = 1250 \text{ N/mm}^2$) kN	max. Spannkraft P_{max}	
						Überspannkraft $0.75 F_{pk}$ kN	Abspannkraft $0.70 F_{pk}$ kN
Normalspannglied							
630	9	2.72	346	578	433	434	405
	10	3.02	385	643	481	482	450
	11	3.33	423	707	529	530	495
	12	3.63	462	771	577	578	540
	13	3.93	500	835	625	627	585
	14	4.23	539	900	673	675	630
1000	15	4.54	577	964	722	723	675
	16	4.84	616	1'028	770	771	720
	17	5.14	654	1'093	818	819	765
	18	5.44	693	1'157	866	868	810
	19	5.75	731	1'221	914	916	855
	20	6.05	770	1'285	962	964	900
	21	6.35	808	1'350	1'010	1'012	945
	22	6.65	847	1'414	1'058	1'060	990
1400	23	6.96	885	1'478	1'106	1'109	1'035
	24	7.26	924	1'542	1'155	1'157	1'080
	25	7.56	962	1'607	1'203	1'205	1'125
	26	7.86	1'000	1'671	1'251	1'253	1'170
	27	8.16	1'039	1'735	1'299	1'301	1'215
	28	8.47	1'077	1'800	1'347	1'350	1'260
	29	8.77	1'116	1'864	1'395	1'398	1'305
	30	9.07	1'154	1'928	1'443	1'446	1'350
	31	9.37	1'193	1'992	1'491	1'494	1'395
	1900	32	9.68	1'231	2'057	1'539	1'542
33		9.98	1'270	2'121	1'587	1'591	1'485
34		10.28	1'308	2'185	1'636	1'639	1'530
35		10.58	1'347	2'249	1'684	1'687	1'575
36		10.89	1'385	2'314	1'732	1'735	1'620
37		11.19	1'424	2'378	1'780	1'783	1'665
38		11.49	1'462	2'442	1'828	1'832	1'710
39		11.79	1'501	2'506	1'876	1'880	1'755
40		12.10	1'539	2'571	1'924	1'928	1'800
41		12.40	1'578	2'635	1'972	1'976	1'845
42		12.70	1'616	2'699	2'020	2'024	1'890
2350		43	13.00	1'655	2'764	2'069	2'073
	44	13.31	1'693	2'828	2'117	2'121	1'979
	45	13.61	1'732	2'892	2'165	2'169	2'024
	46	13.91	1'770	2'956	2'213	2'217	2'069
	47	14.21	1'809	3'021	2'261	2'265	2'114
	48	14.52	1'847	3'085	2'309	2'314	2'159
	49	14.82	1'886	3'149	2'357	2'362	2'204
	50	15.12	1'924	3'213	2'405	2'410	2'249
	51	15.42	1'962	3'278	2'453	2'458	2'294
	52	15.72	2'001	3'342	2'501	2'506	2'339
3700	53	16.03	2'039	3'406	2'550	2'555	2'384
	54	16.33	2'078	3'471	2'598	2'603	2'429
	55	16.63	2'116	3'535	2'646	2'651	2'474
	56	16.93	2'155	3'599	2'694	2'699	2'519
	57	17.24	2'193	3'663	2'742	2'748	2'564
	58	17.54	2'232	3'728	2'790	2'796	2'609
	59	17.84	2'270	3'792	2'838	2'844	2'654
	60	18.14	2'309	3'856	2'886	2'892	2'699
	61	18.45	2'347	3'920	2'934	2'940	2'744
	62	18.75	2'386	3'985	2'983	2'989	2'789
	63	19.05	2'424	4'049	3'031	3'037	2'834
	64	19.35	2'463	4'113	3'079	3'085	2'879

Spannkraft Draht ϕ 7 mm

(gültig für alle Verankerungen & alle Kategorien (a,b,c))

Spannglied-Typ	Anzahl Drähte ϕ 7 mm	Gewicht G kg/m	Fläche A_p mm ²	Bruchkraft F_{pk} ($f_{pk} = 1670 \text{ N/mm}^2$) kN	Bemessungswert F_{pRd} ($f_{pd} = 1250 \text{ N/mm}^2$) kN	max. Spannkraft P_{max}	
						Überspannkraft $0.75 F_{pk}$ kN	Abspannkraft $0.70 F_{pk}$ kN
Normalspannglied							
3700	65	19.66	2'501	4'177	3'127	3'133	2'924
	66	19.96	2'540	4'242	3'175	3'181	2'969
	67	20.26	2'578	4'306	3'223	3'230	3'014
	68	20.56	2'617	4'370	3'271	3'278	3'059
	69	20.87	2'655	4'435	3'319	3'326	3'104
	70	21.17	2'694	4'499	3'367	3'374	3'149
	71	21.47	2'732	4'563	3'416	3'422	3'194
	72	21.77	2'771	4'627	3'464	3'471	3'239
	73	22.08	2'809	4'692	3'512	3'519	3'284
	74	22.38	2'848	4'756	3'560	3'567	3'329
	75	22.68	2'886	4'820	3'608	3'615	3'374
	76	22.98	2'924	4'884	3'656	3'663	3'419
	77	23.28	2'963	4'949	3'704	3'712	3'464
	78	23.59	3'001	5'013	3'752	3'760	3'509
79	23.89	3'040	5'077	3'800	3'808	3'554	
80	24.19	3'078	5'142	3'848	3'856	3'599	
81	24.49	3'117	5'206	3'897	3'904	3'644	
82	24.80	3'155	5'270	3'945	3'953	3'689	
4600	83	25.10	3'194	5'334	3'993	4'001	3'734
	84	25.40	3'232	5'399	4'041	4'049	3'779
	85	25.70	3'271	5'463	4'089	4'097	3'824
	86	26.01	3'309	5'527	4'137	4'145	3'869
	87	26.31	3'348	5'591	4'185	4'194	3'914
	88	26.61	3'386	5'656	4'233	4'242	3'959
	89	26.91	3'425	5'720	4'281	4'290	4'004
	90	27.22	3'463	5'784	4'330	4'338	4'049
	91	27.52	3'502	5'848	4'378	4'386	4'094
	92	27.82	3'540	5'913	4'426	4'435	4'139
	93	28.12	3'579	5'977	4'474	4'483	4'184
	94	28.43	3'617	6'041	4'522	4'531	4'229
	95	28.73	3'656	6'106	4'570	4'579	4'274
	96	29.03	3'694	6'170	4'618	4'627	4'319
97	29.33	3'733	6'234	4'666	4'676	4'364	
98	29.64	3'771	6'298	4'714	4'724	4'409	
99	29.94	3'810	6'363	4'762	4'772	4'454	
100	30.24	3'848	6'427	4'811	4'820	4'499	
101	30.54	3'886	6'491	4'859	4'868	4'544	
102	30.84	3'925	6'555	4'907	4'917	4'589	
Sondergrösse							
360	1	0.30	38	64	48	48	45
	2	0.60	77	129	96	96	90
	3	0.91	115	193	144	145	135
	4	1.21	154	257	192	193	180
	5	1.51	192	321	241	241	225
	6	1.81	231	386	289	289	270
	7	2.12	269	450	337	337	315
	8	2.42	308	514	385	386	360
6250	103	31.15	3'963	6'620	4'955	4'965	4'634
	115	34.78	4'425	7'391	5'532	5'543	5'174
	127	38.40	4'887	8'162	6'109	6'122	5'714
	139	42.03	5'349	8'933	6'687	6'700	6'253
Flachspannglied							
810-FL	18	5.44	693	1'157	866	868	810
1000-FL	22	6.65	847	1'414	1'058	1'060	990
1900-FL	42	12.70	1'616	2'699	2'020	2'024	1'890

Hüllrohre und Minimalradien für Drahtspannglieder ϕ 7 mm

Spann- gliedtyp	Anzahl Drähte ϕ 7mm	Spann- kraft $0.70 F_{pk}$ kN	Blechhüllrohr (Kategorie a)			Kunststoffhüllrohr (Kategorie b und c)		
			Hüllrohr- Typ	Exzentrizität	Minimal- Radius	Hüllrohr- Typ	Exzentrizität	Minimal- Radius
			ϕ_i / ϕ_a [mm]	Δs [mm]	Rmin [m]	ϕ_i / ϕ_a [mm]	Δs [mm]	Rmin [m]
Normalspannglied (Hüllrohr rund)			Stahlton-Drossbach			BBR VT und (PT-PLUS)		
630	9	405	39/45	10	3.00	50 (59)	15	4.00
	10	450		9			15	
	11	495		8			14	
	12	540		7			14	
	13	585		7			13	
	14	630		6			13	
1000	15	675	51/57	13	3.50	60 (59)	17	5.00
	16	720		12			17	
	17	765		11			16	
	18	810		11			16	
	19	855		10			15	
	20	900		10			15	
	21	945		9			14	
22	990	9	14					
1400	23	1035	54/60	10	4.00	60 (59)	13	6.00
	24	1080		10			13	
	25	1125		9			12	
	26	1170		9			12	
	27	1215		9			11	
	28	1260		8			11	
	29	1305		8			10	
	30	1350		7			10	
	31	1395		6			10	
	1900	32		1440			66/72	
33		1485	13	19				
34		1530	12	19				
35		1575	12	18				
36		1620	12	18				
37		1665	11	17				
38		1710	11	17				
39		1755	10	16				
40		1800	10	16				
41		1845	10	15				
42		1890	9	15				
2350		43	1935	75/81	14	5.00		75 (76)
	44	1979	14		14			
	45	2024	14		14			
	46	2069	13		13			
	47	2114	13		13			
	48	2159	12		13			
	49	2204	12		12			
	50	2249	11		12			
	51	2294	11		11			
	52	2339	10		11			
	3700	53	2384		84/90		16	
54		2429	16	27				
55		2474	16	27				
56		2519	15	26				
57		2564	15	26				
58		2609	15	25				
59		2654	15	25				
60		2699	14	24				
61		2744	14	24				
62		2789	14	24				
63		2834	14	23				
64		2879	14	23				

Hinweis:

Ist beim Spannen auf $0.7F_{pk}$ eine Betontemperatur $> 35^{\circ}\text{C}$ zu erwarten, so sind die Minimalradien von Kunststoffhüllrohren BBR VT zu erhöhen.

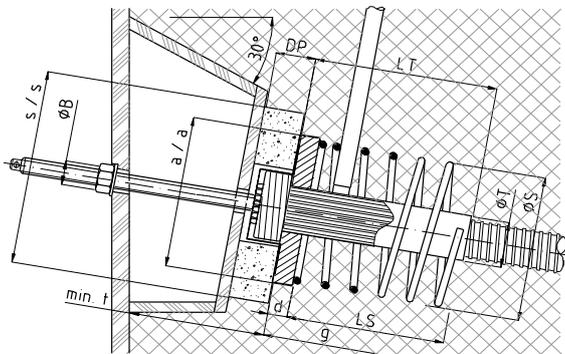
Hüllrohre und Minimalradien für Drahtspannglieder ϕ 7 mm

Spann- gliedtyp	Anzahl Drähte ϕ 7mm	Spann- kraft 0.70 F _{pk} kN	Blechhüllrohr (Kategorie a)			Kunststoffhüllrohr (Kategorie b und c)		
			Hüllrohr- Typ	Exzentrizität	Minimal- Radius	Hüllrohr- Typ	Exzentrizität	Minimal- Radius
			ϕ_i / ϕ_a [mm]	Δs [mm]	Rmin [m]	ϕ_i / ϕ_a [mm]	Δs [mm]	Rmin [m]
Normalspannglied (Hüllrohr rund)			Stahlton-Drossbach			BBR VT und (PT-PLUS)		
3700	65	2924	84/90	13	6.00	100 (100)	23	7.50
	66	2969		13				
	67	3014		13				
	68	3059		13				
	69	3104		13				
	70	3149		12				
	71	3194		12				
	72	3239		12				
	73	3284		12				
	74	3329		11				
	75	3374		11				
	76	3419		11				
	77	3464		11				
	78	3509		11				
	79	3554		10				
80	3599	10						
81	3644	10						
82	3689	10						
4600	83	3734	93/99	14	7.00	100 (100)	18	8.00
	84	3779		14				
	85	3824		14				
	86	3869		14				
	87	3914		13				
	88	3959		13				
	89	4004		13				
	90	4049		13				
	91	4094		12				
	92	4139		12				
	93	4184		12				
	94	4229		12				
	95	4274		11				
	96	4319		11				
	97	4364		11				
98	4409	11						
99	4454	10						
100	4499	10						
101	4544	10						
102	4589	10						
Sondergrösse								
360	1	45	30/36		2.50	50 (59)		2.50
	2	90						
	3	135						
	4	180						
	5	225						
	6	270						
	7	315						
	8	360						
6250	103	4634	120/126	22	8.00	130 (130)	31	9.00
	115	5174		19				
	127	5714		18				
	139	6253		16				
Flachspannglied (Hüllrohr flachoval)					vertikal (horiz.)			vertikal (horiz.)
810-FL	18	810	-	-	2.50 (6.00)	21x72 (72/21)	4	2.50 (6.00)
1000-FL	22	990	21x80-FL	3		-	-	
1900-FL	42	1890	28x110-FL	4	4.00 (8.00)	-	-	4.00 (8.00)

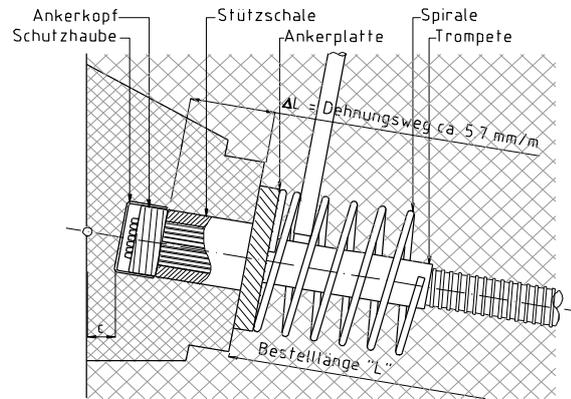
Hinweis:

Ist beim Spannen auf 0.7*F_{pk} eine Betontemperatur > 35°C zu erwarten, so sind die Minimalradien von Kunststoffhüllrohren BBR VT zu erhöhen.

Einbauzustand (Typ A)



Endzustand (Typ A)



Abmessungen

		Typ A (Spannglieder bis max. 35m Länge)									
		A 360	A 630	A 1000	A 1400	A 1900	A 2350	A 3700	A 4600	A 6250	
Gerade vor Verankerung	g	750	900	1000	1200	1400	1700	2100	2500	2800	
Ankerplatte	Abmessungen	a/a	140	170	200	240	270	310	420	420	500
	Plattenstärke	d	15	20	25	30	35	45	60	65	80
Trompete	Durchmesser	ø T	40	50	65	76	85	95	140	165	194
	Länge	LT	265	295	300	355	360	445	555	675	800
Spirale	Durchmesser	ø S	140	180	200	260	300	325	420	440	550
	Länge	LS	175	200	240	280	320	350	390	450	540
	Stabdurchmesser	ø e	10	10	12	12	12	14	16	18	20
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50	50	50	60
Ankerkopf	Durchmesser	ø A	60	76	95	114	127	148	203	229	254
	Höhe	HA	25+ΔL	30+ΔL	35+ΔL	45+ΔL	50+ΔL	55+ΔL	90+ΔL	100+ΔL	120+ΔL
Schutzhaube	Durchmesser	ø H	70	86	114	127	139	159	219	244	267
	Höhe (ab Ankerplatte HH)		50+ΔL	55+ΔL	60+ΔL	70+ΔL	75+ΔL	80+ΔL	110+ΔL	120+ΔL	150+ΔL
Einbau	Abschallfläche	s/s	180	220	260	300	360	400	550	550	600
	Dichtungsplatte	DP	50	50	60	60	70	80	30	30	140
	Bohrung in Schalung	ø B	30	30	30	30	30	30	50	50	50
	Loch in Schalung	ø L	-	-	-	-	-	-	150	170	190
	Niscentiefe *)	min. t	115+ΔL	115+ΔL	120+ΔL	130+ΔL	135+ΔL	140+ΔL	170+ΔL	180+ΔL	210+ΔL
	Verlegewicht	kg	6	9	13	21	29	45	119	155	260

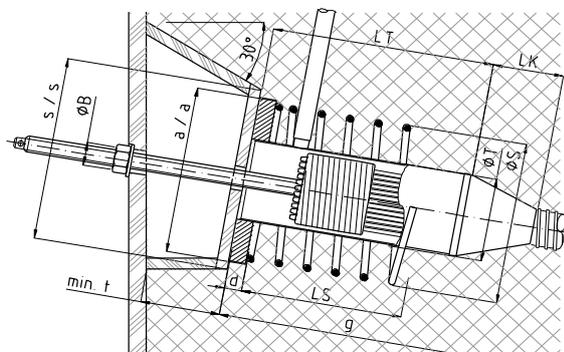
alle Masse in mm

ΔL=Dehnung des Spannglieds ca. 5.7 mm/m

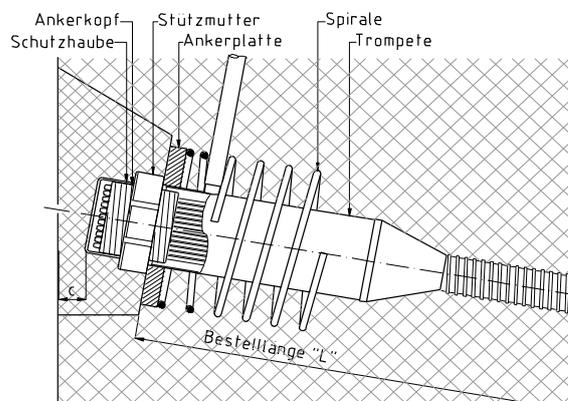
*) = Betonüberdeckung c = 60 mm eingerechnet

Die erforderlichen Stützschalen werden von der Spannfirmen ermittelt und geliefert.

Einbauzustand (Typ B)



Endzustand (Typ B)



Bemerkung: Typ M analog, jedoch mit 2 Ankerköpfen und Zwischenstauchköpfchen

Abmessungen

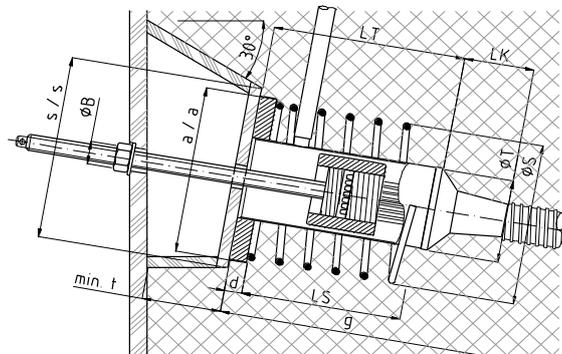
		Typ B				Typ M				
		B 360	B 630	B 1000	B 1400	M 1900	M 2350	M 3700	M 4600	
Gerade vor Verankerung	g	750+ ΔL	900+ ΔL	1000+ ΔL	1200+ ΔL	1300+ ΔL	1500+ ΔL	1900+ ΔL	2300+ ΔL	
Ankerplatte	Abmessungen	a/a	140	180	220	260	270	310	420	420
	Plattenstärke	d	15	16	20	25	35	45	60	65
Trompete	Durchmesser	ϕT	83	114	127	152	100	114	140	165
	Länge ca.	LT	175+ ΔL	275+ ΔL	290+ ΔL	310+ ΔL	ca. ΔL	ca. ΔL	ca. ΔL	ca. ΔL
	aufgerundet auf min+n*100		(min.210)	(min.320)	(min.350)	(min.380)	(min.170)	(min.180)	(min. 510)	(min.520)
	Konuslänge	LK	70	85	100	115	55	65	45	110
Spirale	Durchmesser	ϕS	140	180	220	260	300	325	420	440
	Länge	LS	175	200	220	280	320	350	390	450
	Stabdurchmesser	ϕe	10	10	10	12	12	14	16	18
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50	50	50
Stützmutter	Durchmesser	ϕM	102	135	155	180	134	148	185	210
	Höhe	hM	25	30	40	50	65	80	90	100
Ankerkopf/	Durchmesser	ϕA	70	100	115	130	90	98	122	140
Grundkörper	Höhe	HA	45	60	80	90	53	63	80	95
Schutzhaube	Durchmesser	ϕH	114	139	159	193	139	159	203	229
	Höhe (ab Ankerplatte)	HH	60	80	100	120	150	170	220	220
Einbau	Abschalfläche min.	s/s	180	220	260	300	360	400	550	550
	Dichtungsplatte	DP	-	-	-	-	40	40	40	40
	Bohrung in Schalung	ϕB	30	30	30	30	30	30	50	50
	Loch in Schalung	ϕL	-	-	-	-	115	125	150	170
	Nischentiefe *)	min. t	130	140	160	180	200	250	320	320
	Verlegewicht	kg	5	8	13	24	45	59	132	175

alle Masse in mm

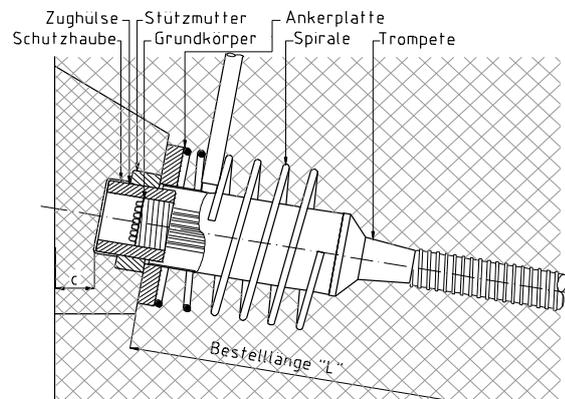
ΔL =Dehnung des Spannglieds ca. 5.7 mm/m

*)= Betonüberdeckung c = 60 mm eingerechnet

Einbauzustand (Typ C)



Endzustand (Typ C)



Abmessungen

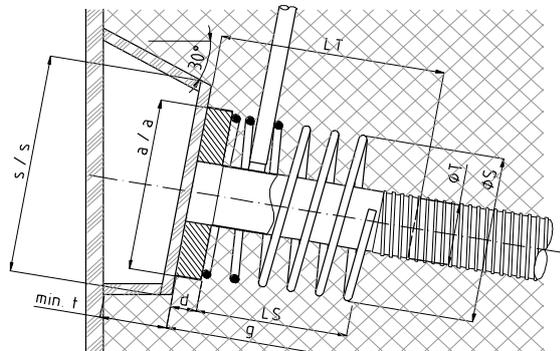
			Typ C							
			C 360	C 630	C 1000	C 1400	C 1900	C 2350	C 3700	C4600
Gerade vor Verankerung	g		650+ ΔL	800+ ΔL	900+ ΔL	1100+ ΔL	1300+ ΔL	1500+ ΔL	1900+ ΔL	2300+ ΔL
Ankerplatte	Abmessungen	a/a	140	180	220	260	300	325	420	450
	Plattensstärke	d	15	16	20	25	30	35	60	60
Trompete	Durchmesser	ϕT	76	95	114	127	152	165	200	230
	Länge ca.	LT	45+ ΔL	60+ ΔL	65+ ΔL	80+ ΔL	80+ ΔL	90+ ΔL	150+ ΔL	180+ ΔL
	aufgerundet auf min+n*100		(min.90)	(min.110)	(min.125)	(min.150)	(min.165)	(min.185)	(min.270)	(min.320)
	Konuslänge	LK	70	70	85	100	123	125	135	150
Spirale	Durchmesser	ϕS	140	180	220	260	300	325	420	440
	Länge	LS	175	200	220	280	320	350	390	450
	Stabdurchmesser	ϕe	10	10	10	12	12	14	16	18
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50	50	50
Stützmutter	Durchmesser	ϕM	96	115	139	162	185	210	255	285
	Höhe	hM	22	26	34	39	50	53	65	75
Zughülse	Durchmesser	ϕZH	68	83	101	118	134	148	185	210
	Länge	LZH	64	70	90	104	118	138	172	205
Grundkörper	Durchmesser	ϕGK	46	57	68	80	90	98	122	140
	Höhe	h GK	26	30	40	46	53	63	85	95
Schutzhaube	Durchmesser	ϕH	114	133	168	193	146	159	219	244
	Höhe (ab Ankerplatte)	HH	80	90	110	120	140	160	190	200
Einbau	Abschallfläche min.	s/s	180	220	260	300	360	400	550	550
	Dichtungsplatte		-	-	-	-	-	-	-	-
	Bohrung in Schalung	ϕB	30	30	30	30	30	30	50	50
	Niscentiefe *)	min. t	130	140	160	180	200	220	230	260
	Verlegengewicht	kg	8	11	18	27	42	59	130	165

alle Masse in mm

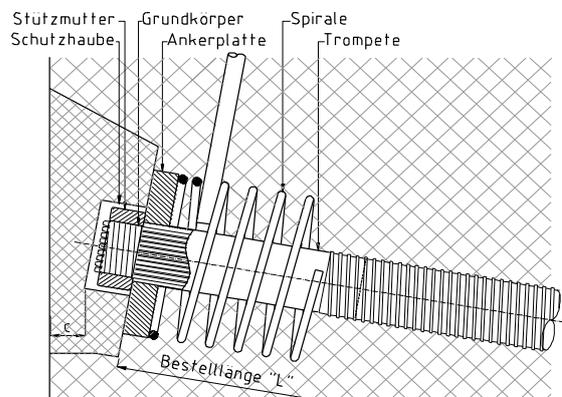
ΔL =Dehnung des Spannglieds ca. 5.7 mm/m

*)= Betonüberdeckung c = 60 mm eingerechnet

Einbauzustand (Typ D)



Endzustand (Typ D)



Abmessungen

			Typ D								
			D 360	D 630	D 1000	D 1400	D 1900	D 2350	D 3700	D 4600	D 6250
Gerade vor Verankerung	g		750	900	1000	1200	1400	1700	2100	2500	2800
Ankerplatte	Abmessungen	a/a	120	170	200	240	270	310	420	420	500
	Plattenstärke	d	12	20	25	30	35	45	60	65	80
Trompete	Durchmesser	Ø T	55	70	76	90	100	114	140	165	194
	Länge	LT	262	295	300	355	395	445	555	675	800
Spirale	Durchmesser	Ø S	120	180	200	260	300	325	420	440	550
	Länge	LS	175	200	240	280	320	350	390	450	540
	Stabdurchmesser	Ø e	10	10	12	12	12	14	16	18	20
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50	50	50	60
Stützmutter	Durchmesser	Ø M	80	98	113	130	142	158	203 **	229 **	254 **
	Höhe	HM	30	35	45	50	60	70	110 **	120 **	145 **
Grundkörper	Durchmesser	Ø A	46	57	68	80	90	98	122	140	160
	Höhe	HA	26	30	40	46	53	63	85	95	120
Schutzhaube	Durchmesser	Ø H	95	114	127	139	159	165	219	244	267
	Höhe (ab Ankerplatte)	HH	50	55	65	70	80	90	130	140	170
Einbau	Abschallfläche	s/s	180	220	260	300	360	400	550	550	600
	Dichtungsplatte	DP	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nischtiefe *)	min. t	110	115	125	130	140	150	190	200	230
	Verlegewicht	kg	6	9	12	19	27	43	105	135	240

alle Masse in mm

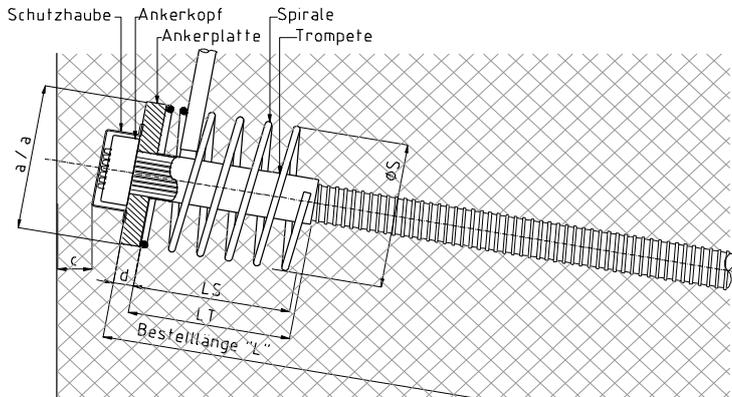
*) = Betonüberdeckung c = 60 mm eingerechnet

** inkl. Stützring 20 mm

Spezialverankerung für eingezogene Spannglieder (fest und beweglich)

(Bei der Verwendung als Spannverankerung werden Stützschaalen eingelegt wie bei Typ A)

Einbau- und Endzustand (Typ F)



Abmessungen

			Typ F								
			F 360	F 630	F 1000	F 1400	F 1900	F 2350	F 3700	F 4600	F 6250
Ankerplatte	Abmessungen	a/a	140	170	200	240	270	310	420	420	500
	Plattenstärke	d	15	20	25	30	35	45	60	65	80
Trompete	Durchmesser	$\varnothing T$	40	50	65	76	85	95	140	165	194
	Länge	LT	265	295	300	355	360	445	555	675	800
Spirale	Durchmesser	$\varnothing S$	140	180	200	260	300	325	420	440	550
	Länge	LS	175	200	240	280	320	350	390	450	540
	Stabdurchmesser	$\varnothing e$	10	10	12	12	12	14	16	18	20
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50	50	50	60
Ankerkopf	Durchmesser	$\varnothing A$	62	77	97	117	129	152	203 **	229 **	254 **
	Höhe	HA	25	28	35	41	47	54	110 **	120 **	145 **
Schutzhaube	Durchmesser	$\varnothing H$	70	86	114	127	139	159	219	244	267
	Höhe (ab Ankerplatte)	HH	50	55	60	70	75	80	110	120	150
Einbau	Verlegegewicht	kg	6	9	12	19	27	43	105	135	240

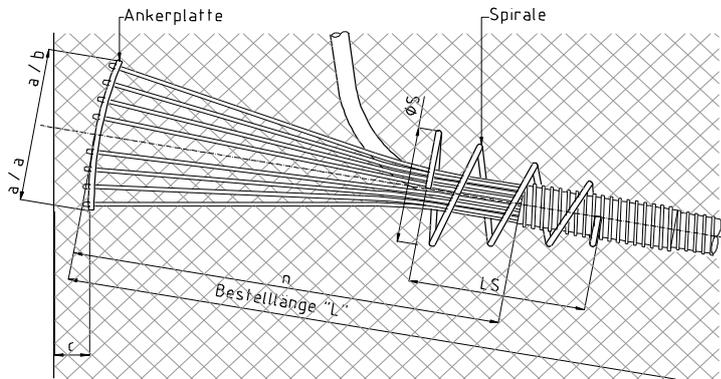
alle Masse in mm

** inkl. Stützring 20 mm

Betonüberdeckung $c \geq 60$ mm

Falls die Verankerung ausreichend tief ($c > 80$ mm) im monolithischen Beton liegt, entfällt die Schutzhaube.

Einbau- und Endzustand (Typ S)



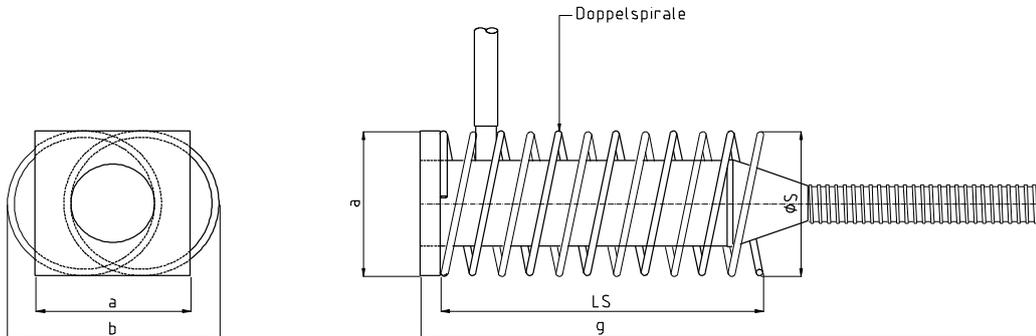
Abmessungen

			Typ S								
			S 360	S 630	S 1000	S 1400	S 1900	S 2350	S 3700	S 4600	S 6250
Ankerplatte	Abmessungen quadratisch a/a		-	-	200/200	250/250	300/280	330/300	-	-	-
	Abmessungen rechteckig a/b		140/120	220/140	300/160	360/180	420/200	500/200	500/300	500/400	700/400
Länge der Verankerung	n		500	550	550	650	750	850	850	850	1100
Spirale	Durchmesser	ø S	165	175	175	175	220	220	220	220	275
	Länge	LS	325	350	350	350	300	300	335	335	375
	Stabdurchmesser	ø e	10	10	10	10	10	10	14	14	20
	Canhöhe	GH	40	50	50	50	50	50	50	50	60
Einbau	Verlegegewicht	kg	3	5	6	8	10	11	15	20	42

alle Masse in mm

Betonüberdeckung $c \geq 60$ mm

Zusammenbau (Typ Rapid)



Abmessungen

			Typ Rapid							
			360	630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Gerade vor Verankerung		g	Die Verankerungen des Typ Rapid entsprechen den Verankerungen Typ A, B/C, D, F und M. Abmessungen Abschaltungs- und Verankerungsdetails sind den Masstabellen der entsprechenden Verankerungen zu entnehmen. Als Feste Verankerung kann auch der Typ S verwendet werden.							
Ankerplatte	Abmessungen	a/a								
	Plattenstärke	d								
Trompete	Durchmesser	ø T								
	Länge	LT								
Spirale	Durchmesser	ø S	140	180	220	260	300	325	420	440
	Länge	LS	175	200	220	280	320	350	390	450
	Stabdurchmesser	ø e	10	10	12	12	12	14	16	18
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50	50	50
	Abmessung	b	160	220	280	320	370	420	530	590
Rand- und Achsabstände										
Achsabstand		min. A	180	240	300	350	400	450	570	630
Randabstand		min. R	90+c	120+c	150+c	180+c	200+c	230+c	290+c	320+c

alle Masse in mm

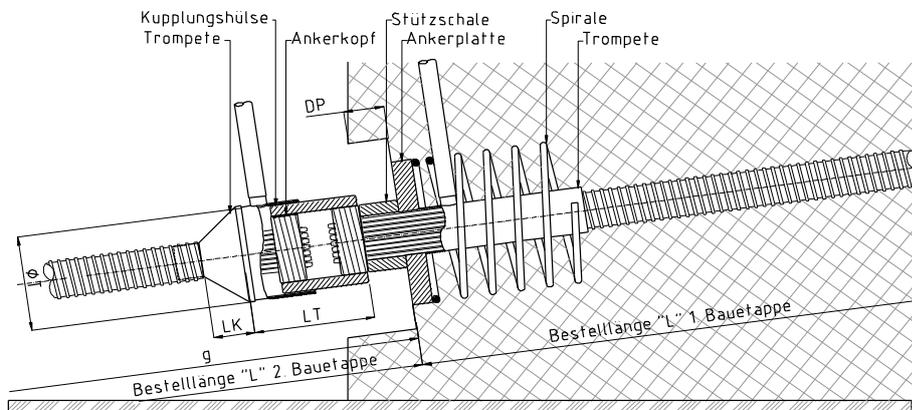
c = Betonüberdeckung

Die Ausrichtung der Doppelspirale ist auf die Bauwerksgeometrie abzustimmen.

Die Achsabstände dürfen auf der schmalen Seite um 15% jedoch nicht auf einen kleineren Wert als den Spiraldurchmesser, verkleinert werden. Dabei sind die Achsabstände auf der anderen, breiten Seite um den gleichen Prozentsatz zu vergrößern.

Spezialverankerung für frühzeitiges Vorspannen auf 100% bei Festigkeiten von $f_{c,i,cube} = 22.5 \text{ N/mm}^2$

Längsschnitt (Typ KA)



Bemerkung: Typ KM analog, jedoch ohne oder mit nur kurzen Stützschalen

Abmessungen

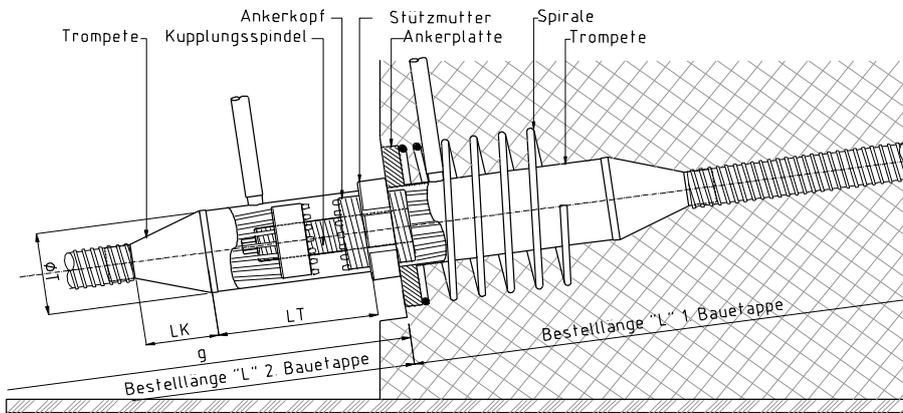
			Typ KA							
			KA 360	KA 630	KA 1000	KA 1400	KA 1900	KA 2350	KA 3700	KA 4600
Gerade beidseits der Kupplung	g		750	900	1000	1200	1400	1600	2000	2500
Trompete	Durchmesser	ø T	84	114	133	159	170	194	237	272
	Länge	LT	130	175	180	190	210	220	440	540
	Konuslänge	LK	50	85	100	115	70	60	90	100
Kuppl.hülse	Durchmesser	ø KH	80	105	128	151	165	187	230	265
	Länge	LKH	90	100	110	120	150	165	230	270
Verlegegewicht	kg		3	5	7	11	15	21	43	74

alle Masse in mm

			Typ KM		Typ KA / KM	
			KM 1900	KM 2350	KA 3700	KA 4600
Gerade beidseits der Kupplung	g		1400	1600	2000	2500
Trompete	Durchmesser	ø T	170	194	237	272
	Länge	LT	210	220	440	540
	Konuslänge	LK	70	60	90	100
Kuppl.hülse	Durchmesser	ø KH	168	187	230	265
	Länge	LKH	170	165	230	270
Verlegegewicht	kg		15	21	43	74

alle Masse in mm

Längsschnitt (Typ KB)



Bemerkung: Typ KC analog, jedoch mit Kupplungshülse und -nippel statt einer Kupplungsspindel

Abmessungen

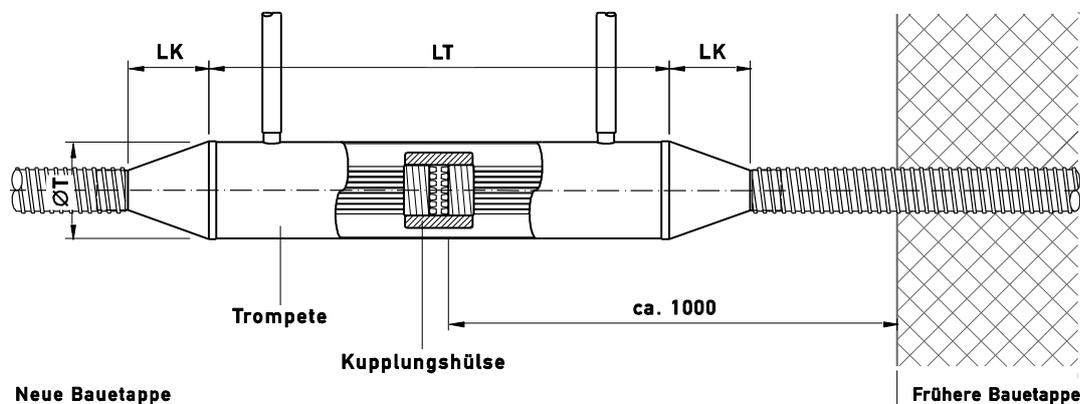
		Typ KB				
		KB 360	KB 630	KB 1000	KB 1400	
Gerade beidseits der Kupplung	g	750	900	1000	1200	
Trompete	Durchmesser	øT	76	114	127	152
	Länge	LT	250	300	350	350
	Konuslänge	LK	70	85	100	115
Kuppl.spindel	Durchmesser	ø KN	38	52	52	62
	Länge	LKN	200	200	200	270
Verlegewicht	kg	4	7	10	15	

alle Masse in mm

		Typ KC								
		KC 360	KC 630	KC 1000	KC 1400	KC 1900	KC 2350	KC 3700	KC 4600	
Gerade beidseits der Kupplung	g	750	900	1000	1200	1400	1600	2000	2500	
Trompete	Durchmesser	ø T	76	95	114	127	152	165	200	230
	Länge	LT	160	170	210	250	280	320	390	460
	Konuslänge	LK	70	70	85	100	123	125	135	150
Kuppl.hülse	Durchmesser	ø KH	68	83	101	118	130	144	185	210
	Länge	LKH	90	100	120	140	160	180	220	250
Kuppl.nippel	Durchmesser	ø KN	46	57	68	80	90	98	122	140
	Länge	LKN	65	75	94	110	120	140	175	210
Verlegewicht	kg	3	5	8	13	18	24	50	75	

alle Masse in mm

Längsschnitt (Typ VC)



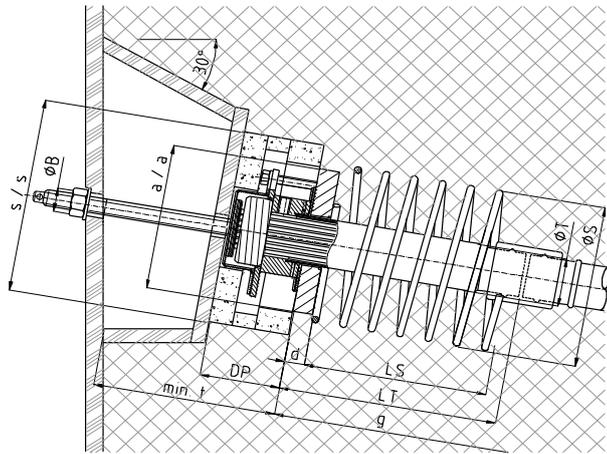
Bemerkung: Typ VB analog, jedoch mit Kupplungsspindel statt Kupplungshülse

Abmessungen

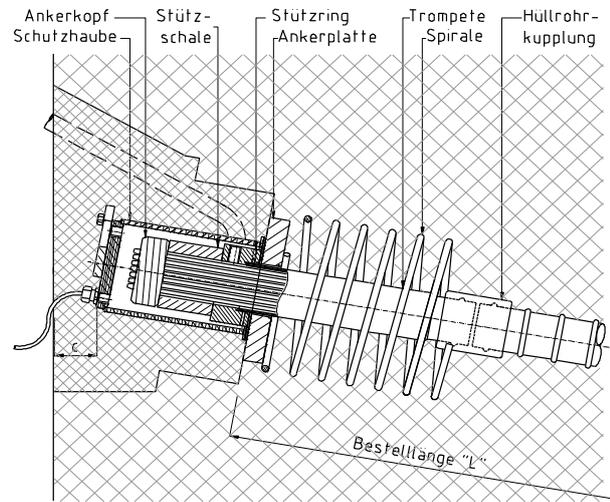
		Typ VB				Typ VC				
		VB 360	VB 630	VB 1000	VB 1400	VC 1900	VC 2350	VC 3700	VC 4600	
Gerade beidseits der Kupplung	g	750	900	1000	1200	1400	1600	2000	2500	
Trompete	Durchmesser	øT	83	114	127	152	165	208	231	
	Länge	LT	gemäss Lage der Kupplung und Länge der Spannglieder							
	Konuslänge	LK	(min.460)	(min.540)	(min.640)	(min.660)	(min.300)	(min.330)	(min.570)	(min.570)
Kuppl.spindel	Durchmesser	ø KN	38	52	52	62	-	-	-	-
	Länge	LKN	200	200	270	270	-	-	-	-
Kuppl.hülse	Durchmesser	ø KH	-	-	-	-	130	144	185	210
	Länge	LKH	-	-	-	-	160	180	220	250
Verlepegewicht	kg									

alle Masse in mm

Einbauzustand (Typ A,isol)



Endzustand (Typ A,isol)



Bemerkung: Typ F,isol analog, jedoch kürzer und ohne Nische ($\Delta L = 0$ mm)

Abmessungen

			Typ A / F.....,isol						
			630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Gerade vor Verankerung	g		900	1000	1200	1400	1700	2100	2500
Ankerplatte	Abmessungen	a/a	170	200	240	270	310	420	420
	Plattenstärke	d	20	25	30	35	45	60	65
Trompete	Durchmesser	ϕ T	63	75	75	90	110	160	180
	Länge	LT	450	380	380	480	480	570	570
Spirale	Durchmesser	ϕ S	180	200	260	300	325	420	440
	Länge	LS	200	240	280	320	350	390	450
	Stabdurchmesser	ϕ e	10	12	12	12	14	16	18
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50	50
Ankerkopf inkl. Stützring	Durchmesser	ϕ A	100	130	130	150	168	230	260
	Höhe	HA	100+ ΔL	105+ ΔL	115+ ΔL	120+ ΔL	130+ ΔL	165+ ΔL	175+ ΔL
Isolatiosplatte d = 4 mm		ϕ IP	160	200	220	250	300	400	400
Schutzhaube	Durchmesser	ϕ H	125	160	160	180	225	280	315
	Höhe (ab Ankerplatte)	HH	130+ ΔL	140+ ΔL	145+ ΔL	150+ ΔL	160+ ΔL	190+ ΔL	200+ ΔL
Einbau	Abschallfläche	s/s	220	260	300	360	400	550	550
	Dichtungsplatte	DP	130	130	140	140	150	120	120
	Bohrung in Schalung	ϕ B	30	30	30	30	30	50	50
	Loch in Schalung	ϕ L	-	-	-	-	-	150	170
	Niscentiefe *)	min. t	200+ ΔL	210+ ΔL	215+ ΔL	220+ ΔL	230+ ΔL	260+ ΔL	270+ ΔL
	Verlegegewicht	kg	9	17	28	36	52	136	173

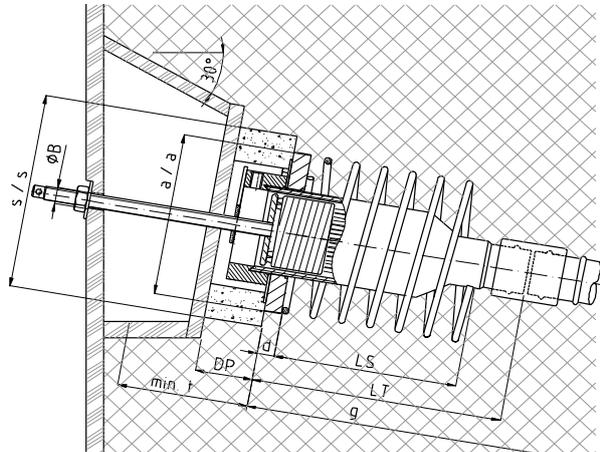
alle Masse in mm

ΔL =Dehnung des Spannglieds ca. 5.7 mm/m

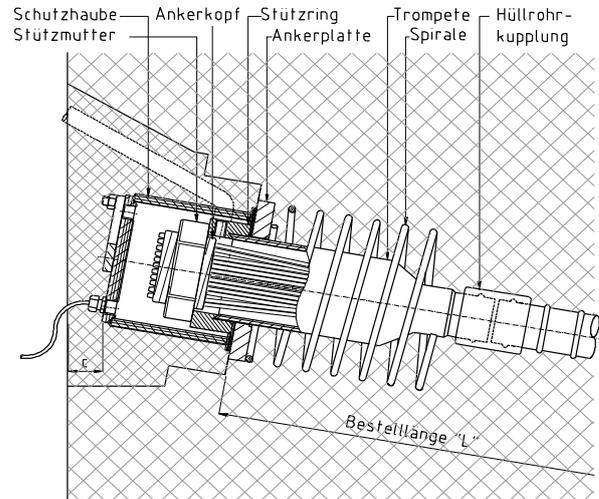
*) = Betonüberdeckung c = 60 mm eingerechnet

Die erforderlichen Stützschaalen werden von der Spannfirma ermittelt und geliefert.

Einbauzustand (Typ B,isol)



Endzustand (Typ B,isol)



Bemerkung: Typ M,isol analog, jedoch mit 2 Ankerköpfen und Zwischenstauchköpfchen

Abmessungen

			Typ B.....,isol			Typ M.....,isol			
			630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Gerade vor Verankerung	g		900+ΔL	1000+ΔL	1200+ΔL	1300+ΔL	1500+ΔL	1900+ΔL	2300+ΔL
Ankerplatte	Abmessungen	a/a	180	220	260	270	310	420	420
	Plattensstärke	d	16	20	25	35	45	60	65
Trompete	Durchmesser	ø T	125	140	160	110	125	160	180
	Länge	LT	420+ΔL	450+ΔL	500+ΔL	auf Anfrage		auf Anfrage	
Spirale	Durchmesser	ø S	180	220	260	300	325	420	440
	Länge	LS	200	220	280	320	350	390	450
	Stabdurchmesser	ø e	10	10	12	12	14	16	18
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50	50
Stützmutter inkl. Stützring	Durchmesser	ø M	150	168	205	168	190	230	260
	Höhe	hM	100	110	120	135	155	165	175
Isolationsplatte d = 4 mm		ø IP	200	220	260	270	300	400	400
Grundkörper	Durchmesser	ø A	100	115	130	90	98	122	140
	Höhe	HA	60	80	90	53	63	80	95
Schutzhaube	Durchmesser	ø H	180	200	250	200	225	280	315
	Höhe (ab Ankerplatte)	HH	160	180	200	230	255	295	295
Einbau	Abschallfläche min.	s/s	220	260	300	360	400	550	550
	Dichtungsplatte	DP	80	80	80	40	40	40	40
	Bohrung in Schalung	ø B	30	30	30	30	30	50	50
	Loch in Schalung	ø L	-	-	-	115	125	150	170
	Nischentiefe *)	min. t	230	230	270	300	325	365	365
	Verlegegewicht	kg	16	27	40	52	65	150	195

alle Masse in mm

ΔL=Dehnung des Spannglieds ca. 5.7 mm/m

*) = Betonüberdeckung c = 60 mm eingerechnet

Längsschnitt (Typ C,isol)

Bemerkung: Figur analog Typ B,isol

Abmessungen

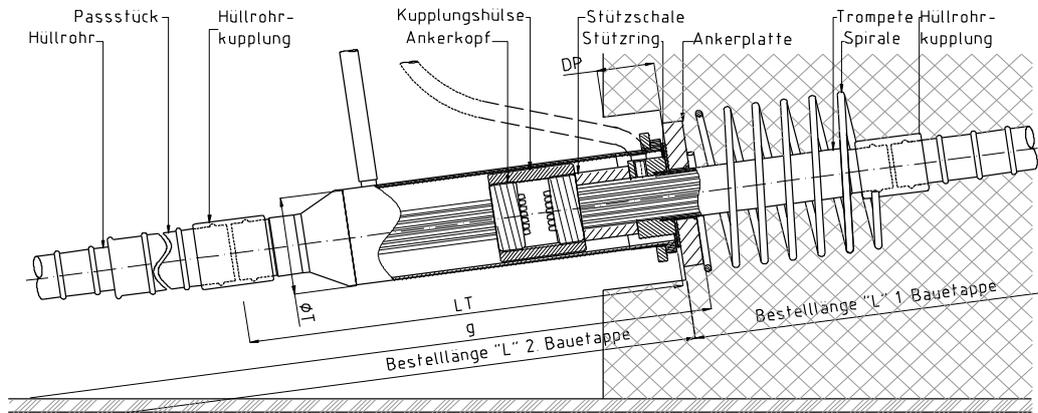
			Typ C.....,isol						
			630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Gerade vor Verankerung	g		800+ Δ L	900+ Δ L	1100+ Δ L	1300+ Δ L	1500+ Δ L	1900+ Δ L	2300+ Δ L
Ankerplatte	Abmessungen	a/a	200	220	260	300	325	420	450
	Plattenstärke	d	20	20	25	30	35	60	60
Trompete	Durchmesser	\varnothing T	110	125	140	160	180	225	250
	Länge	LT	270+ Δ L	300+ Δ L	350+ Δ L	380+ Δ L	400+ Δ L	450+ Δ L	500+ Δ L
Spirale	Durchmesser	\varnothing S	180	220	260	300	325	420	440
	Länge	LS	200	220	280	320	350	390	450
	Stabdurchmesser	\varnothing e	10	10	12	12	14	50	50
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	16	18
Stützmutter	Durchmesser	\varnothing M	150	157	176	205	230	285	315
inkl. Stützring	Höhe	hM	96	104	119	125	128	140	150
Isolationsplatte d = 4 mm		\varnothing IP	200	220	255	280	320	420	450
Zughülse	Durchmesser	\varnothing ZH	83	101	118	134	148	185	210
	Länge	LZH	70	90	104	118	138	172	205
Grundkörper	Durchmesser	\varnothing GK	57	68	80	90	98	122	140
	Höhe	h GK	30	40	46	53	63	80	95
Schutzhaube	Durchmesser	\varnothing H	180	200	225	250	280	315	355
	Höhe (ab Ankerplatte)	HH	170	190	200	225	245	275	285
Einbau	Abschalfläche min.	s/s	220	260	300	360	400	550	550
	Dichtungsplatte		90	90	90	100	100	100	100
	Bohrung in Schalung	\varnothing B	30	30	30	30	30	30	30
	Nischentiefe *)	min. t	240	260	270	295	315	345	355
	Verlegengewicht	kg				49	68		

alle Masse in mm

Δ L=Dehnung des Spannglieds ca. 5.7 mm/m

*) = Betonüberdeckung c = 60 mm eingerechnet

Längsschnitt (Typ KA,isol)



Bemerkung: Typ KM,isol analog, jedoch ohne oder mit nur kurzen Stützschaalen

Abmessungen

			Typ KA.....,isol						
			630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Gerade beidseits der Kupplung	g		900	1000	1200	1400	1600	2000	2500
Trompete	Durchmesser	ø T	140	160	180	200	225	280	315
	Länge	LT	370+ΔL1	390+ΔL1	420+ΔL1	400+ΔL1	400+ΔL1	500+ΔL1	600+ΔL1
Kuppl.hülse	Durchmesser	ø KH	105	128	151	165	187	230	265
	Länge	LKH	100	110	120	150	165	230	270
Verlegegewicht	kg		5	7	11	15	21	43	74

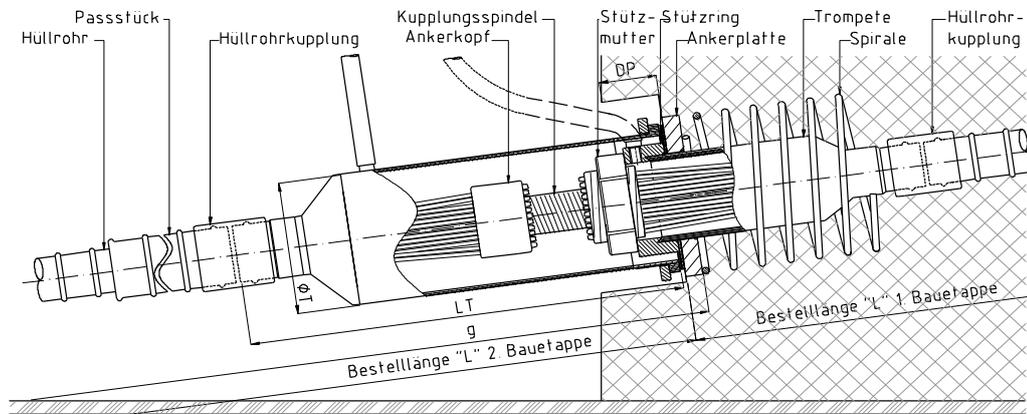
alle Masse in mm

ΔL1=Dehnung des Spannglieds der 1. Bauetappe, ca. 5.7 mm/m

			Typ KM.....,isol		Typ KA/KM.....,isol	
			1900	2350	3700	4600
Gerade beidseits der Kupplung	g		1400	1600	2000	2500
Trompete	Durchmesser	ø T	200	225	280	315
	Länge	LT	400	400	500	600
Kuppl.hülse	Durchmesser	ø KH	168	187	230	265
	Länge	LKH	170	165	230	270
Verlegegewicht	kg		15	21	43	74

alle Masse in mm

Längsschnitt (Typ KB,isol)



Bemerkung: Typ KC,isol analog, jedoch mit Kupplungshülse und -nippel statt einer Kupplungsspindel

Abmessungen

			Typ KB.....,isol		
			630	1000	1400
Gerade beidseits der Kupplung	g		900	1000	1200
Trompete	Durchmesser	øT	180	225	250
	Länge	LT	400	500	550
Kuppl.spindel	Durchmesser	ø KN	52	52	62
	Länge	LKN	200	200	270
Verlegegewicht	kg		7	10	15

alle Masse in mm

			Typ KC.....,isol						
			630	1000	1400	1900	2350	3700	4600
Gerade beidseits der Kupplung	g		900	1000	1200	1400	1600	2000	2500
Trompete	Durchmesser	ø T	180	200	225	250	280	315	355
	Länge	LT	350	400	500	550	600	700	700
Kuppl.hülse	Durchmesser	ø KH	83	101	118	130	144	185	210
	Länge	LKH	100	120	140	160	180	220	250
Kuppl.nippel	Durchmesser	ø KN	57	68	80	90	98	122	140
	Länge	LKN	75	94	110	120	140	175	210
Verlegegewicht	kg		5	8	13	18	24	50	75

alle Masse in mm

Anhang 2: Angaben zur Ausführung

Inhalt	Seite
1. Allgemeines	1
2. Transport und Lagerung	2
3. Einbau der Spannglieder.....	2
3.1. Allgemein.....	2
3.2. Verlegen von werkgefertigten Spanngliedern	4
4. Spannvorgang	4
5. Füllgut und Injektionsvorgang	6
6. Abschlussarbeiten	6

1. Allgemeines

Für die Ausführung der Vorspannarbeiten gelten die entsprechenden Bestimmungen der folgenden Normen und Richtlinien:

- Leitfaden für die Technische Zulassung von Spannsystemen in der Schweiz
- Norm SIA 262:2013 "Betonbau"
- Richtlinie ASTRA 12010 "Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern in Kunstbauten", insbesondere bezüglich Spannglieder der Kategorie c
- SN EN 13670 (2009) "Ausführung von Tragwerken aus Beton"
- SN EN 445:2007, 446:2007, 447:2007 sowie die zugehörigen Nationalen Vorwörter und Nationalen Anhänge (2008)

Bei Ausführung der Vorspannarbeiten während der Winterzeit sind insbesondere folgende Punkte bereits bei der Bestellung zu regeln:

- Temporärer Korrosionsschutz (Anhang 1, Ziff. 7.)
Falls das Bauprogramm längere Wartefristen bis zur Injektion vorsieht, kann der Einsatz von behandelten Drähten vereinbart werden.
- Kunststoffhüllrohr (Anhang 2, Ziff. 3.2)
Die Biegefähigkeit und die Schlagzähigkeit von Kunststoffhüllrohren verschlechtern sich bei tiefen Temperaturen. Deshalb sind beim Verlegen von Spanngliedern der Kategorien b und c unterhalb Temperaturen von +5° Vorsichtsmassnahmen einzuplanen.

2. Transport und Lagerung

Die Drahtspannglieder Stahlton-BBRV werden im Werk der Stahlton AG gefertigt und in der Regel auf Bobinen gerollt. Alternative Lieferformen sind "körperlos gerollt" (kleine Spanngliedtypen) und "gestreckt" oder "geschlauft" (kurze Spannglieder).

Eine optimale Baustellenbelieferung ist bei Bestellung mit dem verantwortlichen Bauführer abzuklären.

Der Durchmesser der Bobinen richtet sich nach der Spanngliedgrösse und dem Hüllrohrtyp und beträgt in der Regel:

Hüllrohrqualität Bobine $\phi a/\phi i \times B$ (cm) Spanngliedtyp	Stahlhüllrohr mit wickelbarer Länge			Kunststoffhüllrohr	
	lose gerollt ϕi 180	Kl. Bobine $\phi 200/160 \times 70$	Gr. Bobine $\phi 230/170 \times 108$	Kl. Bobine $\phi 200/160 \times 70$	Gr. Bobine $\phi 230/170 \times 108$
BBRV 360 / 630	< 25 m	< 150 m	-	< 80 m	-
BBRV 1000 / 1400	-	< 100 m	-	< 80 m	-
BBRV 1900 / 2350	-	< 70 m	< 150 m	< 50 m	< 120 m
BBRV 3700	-	< 50 m	< 130 m	-	< 95 m
BBRV 4600	-	-	< 120 m	-	< 95 m
BBRV 6250	-	-	< 70 m	$\phi 255/220 \times 220$ oder gestreckt	

Das Kuppeln von Kunststoffhüllrohren (BBR VT und PT-PLUS) für auf Bobinen gewickelte Spannglieder ist nicht erlaubt. Die Rohre müssen mittels Spiegelschweissung zusammengesetzt sein.

Spanngliedkomponenten für den Einbau werden als Beilad im Bobineninnern oder in Materialpaletten mitgeliefert. Weitere Komponenten werden durch die Spannequipe mitgebracht.

Auf der Baustelle sind die Spannglieder in Transportposition auf befestigtem Untergrund zu lagern. Bei Wartezeiten über Tage sind die Spannglieder mittels Abdeckblachen vor Korrosion und Beschädigungen zu schützen.

Spannglieder und Spanngliedkomponenten müssen auf der Baustelle sorgfältig gelagert werden, damit keine Beschädigungen aufgrund der Baustellentätigkeit auftreten können.

3. Einbau der Spannglieder

3.1. Allgemein

Die Abschalungen müssen so gestaltet sein, dass die Ankerplatte rechtwinklig zur Spanngliedachse steht und die theoretische gerade Strecke eingehalten werden kann. Die Ankerplatten sind mittels Verlegespindel an der Schalung satt anliegend zu fixieren und abzudichten.

Die in Anhang 1 angegebenen Nischenabmessungen und der anschliessende Freiraum bei der beweglichen Verankerung sind Voraussetzung für einen reibungslosen Spannvorgang der Spannglieder.

Temporäre Öffnungen wie Hüllrohrstösse oder Injektionsanschlüsse sind so zu verschliessen, dass kein Wasser oder andere schädigende Stoffe ins Hüllrohrsystem gelangen können.

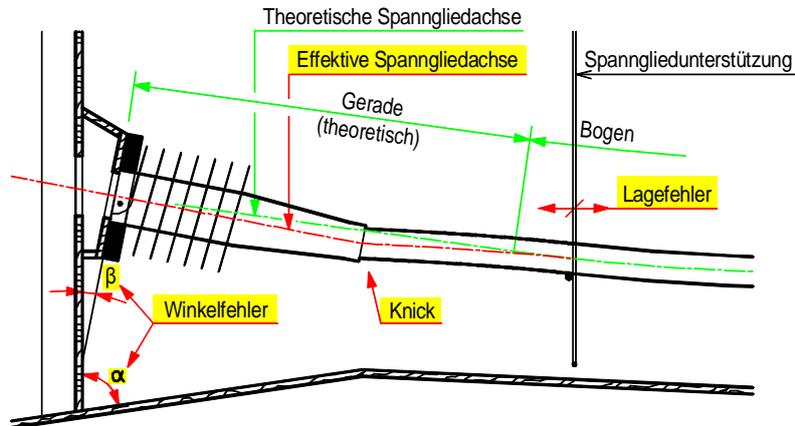


Bild 1: Geometrische Randbedingungen der Verankerungszone



Bild 2: versetzte Ankerplatten

Schweissarbeiten und andere Hitze erzeugende Arbeiten im Bereich von Spannstahl, Verankerungsteilen und Kunststoffhüllrohren sind grundsätzlich untersagt. Sind trotz allem solche Arbeiten unvermeidbar, so dürfen sie nur unter grösster Vorsicht und der Verwendung von Schutzmassnahmen wie z.B. Schutzmatten erfolgen.

Generell ist ein sorgfältiger Umgang erforderlich, damit keine Beschädigungen am Spannglied entstehen.

Die Hüllrohre müssen bei jeder Spanngliedunterstützung sicher fixiert werden. Stahlhüllrohre können mit Bindedraht fixiert werden. Bei Kunststoffhüllrohren sind Kabelbinder aus Kunststoff zu verwenden.

Bei engen Biegeradien ($R < 2 \cdot R_{min}$) ist zwischen Querstab der Spanngliedunterstützung und dem Hüllrohr eine Schutzschale einzulegen. Die Anordnung der Schutzschalen ist im Spanngliedplan anzugeben. Schutzschalen sind zudem erforderlich bei ungeplanten Kontaktstellen mit der Bewehrung, wenn sie auf der Innenseite enger Krümmungen liegen.

Jegliche Art von Beschädigungen an den Hüllrohren ist zu vermeiden. Allfällige Verletzungen (Löcher, Verformungen) sind unverzüglich dem Bauführer der Spannfirmas zu melden. Er veranlasst eine fachgerechte Instandstellung.



Bild 3: Anlieferung



Bild 4: Abrollen



Bild 5: Spanngliedunterstützung mit Schutzschale

Quellenangabe: Bilder 1, 5 aus Richtlinie ASTRA 12010

Bei Spanngliedern der Kategorie c sind Schritt um Schritt mit den Spanngliedern auch die Messkabel und Messkästen zu planen und einzubauen. Alle Übergangsstellen und Durchdringungen der isolierenden Hülle sind sorgfältig und fachgerecht abzudichten. Es soll nicht nur der Eintritt von Bojacke verhindert werden, sondern auch eine elektrolytische Verbindung zwischen dem Spanngliedinnern und dem Bauwerksbeton.

3.2. Verlegen von werkgefertigten Spanngliedern

Zu Beginn der Verlegearbeiten durch den Unternehmer findet eine Verlegeinstruktion durch einen erfahrenen Mitarbeiter der Stahlton AG statt.

Die mitgelieferten Verlegeanweisungen sind strikte einzuhalten.

Die Stahlton AG stellt Abrollgeräte zur Verfügung, welche einen kontrollierten und beschädigungsfreien Einbau ermöglichen. Der Einbau der Spannglieder beginnt in der Regel mit der festen Verankerung.

Die Spannglieder sind sorgfältig auszurollen und visuell auf Knicke und Beschädigungen zu kontrollieren.

Bei Hüllrohrtemperaturen unter 0 °C sind Spannglieder in Kunststoffhüllrohren vor dem Abrollen auf ca. +10 °C zu erwärmen, um Rohrbrüche zu vermeiden.

Müssen in Ausnahmefällen vorgefertigte Spannglieder durch Futterrohre oder andere Engnisse eingebaut werden, so empfiehlt sich eine genügend formstabile Ausbildung und Kalibrierung der Durchführungen.

4. Spannvorgang

Das Aufbringen der Spannkraft erfolgt gemäss dem vom Projektverfasser vorgängig festgelegten Spannprogramm.

Für das Aufbringen der vollen Vorspannkraft P_o sind folgende Betonfestigkeiten erforderlich:

- Standardverankerungen Typ 360 - 6250 $f_{cj,cube} > 30 \text{ N/mm}^2$
- Rapidverankerung Typ 360 - 4600 $f_{cj,cube} > 22.5 \text{ N/mm}^2$

Die verlangte Betonfestigkeit ist am Bauwerk durch die Unternehmung zu verifizieren.

Die Drahtspannglieder Stahlton-BBRV werden mittels Spannspindeln und doppelwirkenden Zentrumslochpressen gespannt. Die Kräfte werden durch hydraulische Pumpen aufgebracht.

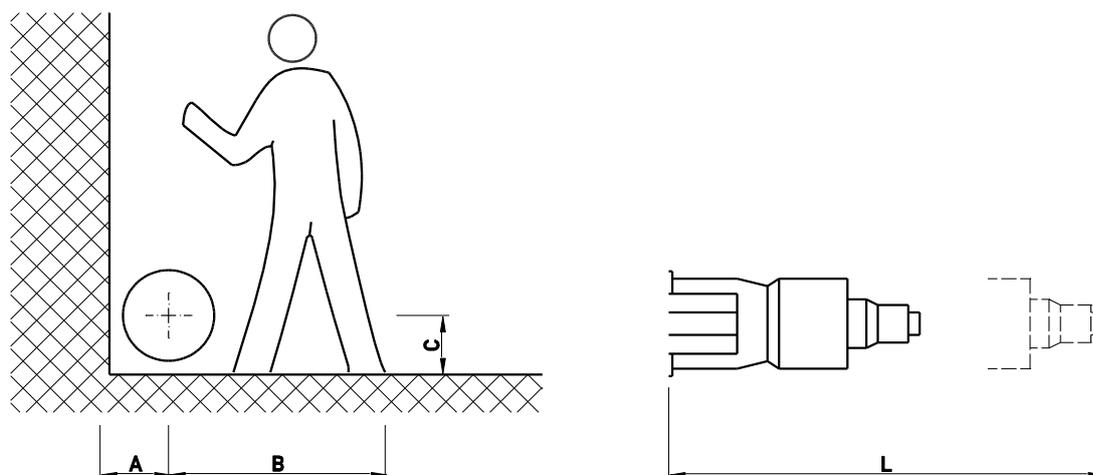
Ein installiertes Manometer zeigt den hydraulischen Druck während des Spannens an. Die Werte werden in Korrelation zu den erforderlichen Spannkraften vom Bauführer vorgegeben.

Die Spannwege werden nicht ab der Kraft „Null“ gemessen. Damit der Spannweg nicht durch das Anstrecken des Spannstahlbündels im Hüllrohr („Leerweg“) verfälscht wird, beginnt die Messung des Spannweges erst bei einer Spannkraft von $0.10 \cdot P_{max}$ ($P_{max} = 0.75 P_k$).

Der Spannwegverlust beim Verankern des Drahtspannsystems Stahlton-BBRV hängt vom verwendeten Ankertyp ab und kann grösstenteils durch den Abspannvorgang kompensiert werden. Er beträgt ca.

- Verankerung mit Stützschale (Typ A, M) ca. 3 mm
(Toleranz infolge Stützschalenabstufung $\pm 2.5 \text{ mm}$)
- Verankerung mit Gewinde und Stützmutter (Typ B, C) < 1 mm

Ein Nachspannen und Entspannen der Drahtspannglieder ist jederzeit möglich, höchstens jedoch bis zur Ausführung der Injektion.



Skizze Platzbedarf mit Bezeichnungen

Spannglied typ	Pressen- typ	Gewicht	Platzbedarf für Spannpresse (mm)			
			A	B	C	L
Stahlton-BBRV		kg				
360 - 1000	NP 100	44	170	650	140	1'400
1400	NP 150	78	190	700	160	1'500
1900	NP 200	92	210	800	180	1'500
2350	NP 250	124	230	800	200	1'500
3700 , 4600	LP 500	1'120 ^{*)}	370	1'000	300	2'500
6250	LP 1000	3'500 ^{*)}	450	1'200	400	3'300

^{*)} Gewicht der kompletten Spanneinrichtung

Die Stahlton AG erstellt ein Spannprotokoll mit folgenden Angaben:

- Baustellenbezeichnung
- Datum
- Spanngliedtyp, Anzahl Drähte und Spanngliedlänge
- hydraulischer Druck p [bar]
- Spannkraft P [kN]
- gemessener Spannweg Δl [mm]
- verwendeter Pressentyp

Während des Spannvorganges ist stets Vorsicht geboten, da mit den Spannpressen beträchtliche Kräfte aktiviert werden. Diese Kräfte könnten bei irgendwelchem Fehler freigesetzt werden. Insbesondere ist ein Aufenthalt hinter der Spannpresse zu unterlassen.

Bei Spanngliedern der Kategorie c ist insbesondere nach Beendigung der Spannarbeiten der elektrische Widerstand zu messen. Ein allfälliger Kurzschluss lässt sich so feststellen und ev. auch reparieren. Weitere Aussagen sind am uninjizierten Spannglied aber nicht möglich.

5. Füllgut und Injektionsvorgang

Die Spannglieder werden mit einem speziell für Spannglieder zertifizierten Injektionsgut verfüllt. Das Zertifikat muss auf der Baustelle vorliegen.

Üblicherweise werden normale Anforderungen gemäss Ausführungsklasse 2 vorausgesetzt. Sollten erhöhte oder hohe Anforderungen gemäss Ausführungsklasse 3 angewendet werden, so sind diese zusätzlich auszuschreiben und zu vereinbaren.

Folgende Messungen werden vorgenommen gemäss Übersichtstabelle des Nationalen Anhangs NA.1 SN EN 446, um die Qualität der Injektionsarbeiten zu dokumentieren:

- Fließvermögen des Frischmörtels
- Volumenänderung (Quellen/ Schwinden)
- Wasserabsonderung
- Druckfestigkeit des Mörtels nach 28 Tagen
- Dichte am Ein- und Auslass (für Ausführungsklasse 3)

Die Durchgängigkeit der Hüllrohre und die Zuordnung der Entlüftungen ist vor Beginn der Injektionsarbeiten zu überprüfen.

Die Injektion erfolgt in der Regel durch den Injektionsanschluss der tiefer gelegenen Verankerung. Tritt bei der Entlüftung qualitativ gutes Füllgut aus, wird diese geschlossen und der Druck auf maximal 1 bar erhöht. Bei Kunststoffhüllrohren soll der Druck während mindestens 1 Minute aufrechterhalten werden. Bei flachen Hüllrohren entfällt die Drucksteigerung.

Nach dem Abbinden des Füllgutes sind die Injektionsanschlüsse zu entfernen und die Hochpunkte auf eine vollständige Verfüllung zu kontrollieren.

Im Injektionsrapport wird zusätzlich zu den Prüfergebnissen folgendes festgehalten:

Datum, Zeit, Lufttemperatur, Bauwerkstemperatur im Hüllrohr, Temperatur im Zement, Zementmarke inkl. Zusatzmittel, Abfülldatum, Injizierte Zementmenge, Anzahl Spannglieder, Mischertyp, Rezeptur pro 100 kg, Mischdauer, Wasserzugabe, W/Z-Faktor, Vermerk der Hochpunktkontrolle.

Die persönliche Schutzausrüstung (z.B. Augenschutz, Handschuhe) ist zu verwenden.

6. Abschlussarbeiten

Sämtliche Öffnungen und Vertiefungen bei abgetrennten Injektionsanschlüssen und Entlüftungen sind mit schwindfreiem Mörtel zu verschliessen.

Bei Spanngliedern der Kategorie b und c des Brückenbaus werden die Injektionsanschlüsse mit einem Stopfen oder einer Kappe zusätzlich verschlossen.

Bei Spanngliedern der Kategorie c sind die Messleitungen definitiv anzuschliessen und die permanenten Schutzhauben zu montieren und zu verfüllen. Die Messleitungen sind zum vorgesehenen Messkasten zu führen und anzuschliessen. Die Messungen sind nun gemäss Kontrollplan durchzuführen, zu protokollieren und zu beurteilen.

Die Nischen sind vom Unternehmer mit einem geeigneten Material wie z.B. schwindfreiem Feinbeton zu schliessen.