

Litzenspannsystem Stahlton-CONA

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. Rand- und Achsabstände	9
5.1. Abstände der Spannglieder	9
5.2. Abstände der Verankerungen	9
5.3. Erforderliche Betonfestigkeit beim Spannen	11
6. Reibungsverluste	11
7. Korrosionsschutz	12
8. Systemteile und Werkstoffe	12
8.1. Grundkomponenten	12
8.2. Werkstoffe	13
9. Datenblätter	13

1. Art und Eigenschaften des Spannstahls

Für die Zugglieder des Litzenspannsystems Stahlton-CONA wird folgender Spannstahl verwendet:



7-drähtige Spannstahllitze 150 mm² in der marktüblichen Festigkeitsklasse 1860

Nenn Durchmesser \varnothing 15.7 mm (0.6")
Querschnittsfläche A_p 150 mm²

Bezeichnung: **Y1860S7-15.7**
Zugfestigkeit f_{pk} 1860 N/mm²
Fließgrenze $f_{p0.1k}$ 1600 N/mm²

Nebst der Festigkeit weist die Spannstahllitze folgende weiteren wichtigen Eigenschaften auf:

Elastizitätsmodul (Nominalwert)	E_p	195 kN/mm ²
Dehnung bei Höchstlast (Minimalwert)	A_{gt}	3.5 %
Ermüdungsfestigkeit (2 Mio Lastwechsel, Oberspannung $0.7 \cdot f_{pk}$)	$\Delta\sigma_{p,fat}$	190 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 Litzenspannsystem Stahlton-CONA 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 Spannlitzen \varnothing 15.7 mm.

Die Litzen werden in einem Ankerkopf zusammengeführt und im Normalfall mittels Keilen verankert.

Keilverankerungen dienen sowohl als spannbare "bewegliche Verankerung" wie auch als "feste Verankerung".

Als feste Verankerung kommen auch Verbundverankerungen zum Einsatz. Sie leiten die Kraft nicht über eine Platte in den Beton ein, sondern über eine Haft-/Verbundstrecke.

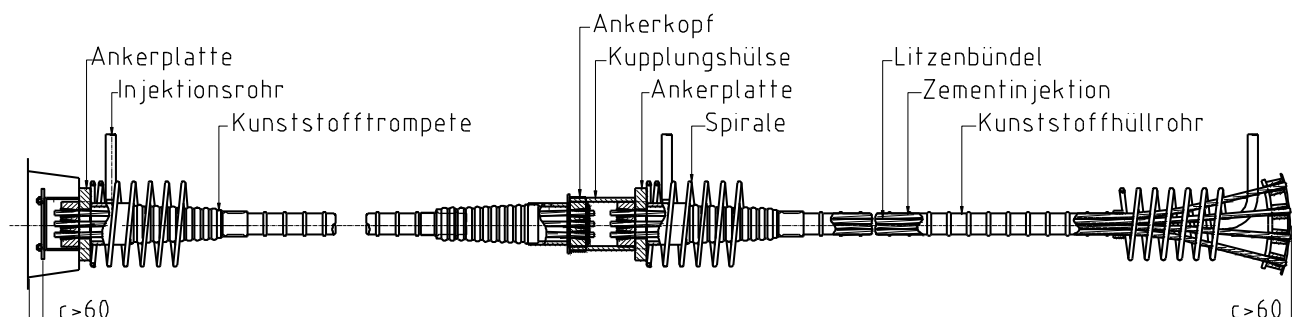
Je nach Zweckbestimmung stehen mehrere Grössen und Ausführungsarten von Verankerungen zur Verfügung.

2.1. Spannglieder und Verankerungen Kategorien a und b

Spannbare Verankerung

Kupplung

Feste Verankerung



Je nach Art des Hüllrohres werden die Spannglieder unterteilt in:

Kategorie a: Spannglieder mit Stahlhüllrohr

Kategorie b: Spannglieder mit Kunststoffhüllrohr

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

Spannglied Typ	Anzahl Litzen 150 mm ²	Spannkraft 0.70 F _{pk} Y1860 kN	Verankerung			Kupplung	
			Beweglich Typ	Fest Typ	Spezial Typ	Fest Typ	Versch. Typ
Monolitenspannglied							
1-06	1	195	BG , Z	FG , S	-	K	-
Mehrlitenspannglieder							
4-06	4	781	BP	FP , P , S	H , U , Rapid	K	V
7-06	7	1'367	BP	FP , P , S	H , U , Rapid	K	V
12-06	12	2'344	BP	FP , P , S	H , U , Rapid	K	V
15-06	15	2'930	BP ¹⁾	FP ¹⁾ , P	H , Rapid	K ¹⁾	V ¹⁾
19-06	19	3'711	BP	FP , P	H , U , Rapid	K	V
22-06	22	4'297	BP	FP , P	H , U , Rapid	K	V
27-06	27	5'273	BP ¹⁾	FP ¹⁾ , P	H	K ¹⁾	V ¹⁾
31-06	31	6'054	BP	FP , P	H , U	K	V
Flachspannglieder							
4-06-FL	4	781	BP , Z _U	FP , P , S	H	K	V
6-06-FL ¹⁾	6	1'172	BP , Z _U	FP , P , S	H	K	V

Legende:

BP	Bewegliche Plattenverankerung	S ²⁾	Schlaufenverankerung (fest)
BG	Bewegliche Gussverankerung	H ²⁾	Haftverankerung (fest)
FP	Feste Plattenverankerung	U	Umlenkverankerung
FG	Feste Gussverankerung	K	Feste Kupplung
P	Fächerverankerung (fest)	V	Verschiebliche Kupplung
Z, Z _U	Zwischenverankerung		
Rapid	Verankerung für frühzeitiges Vorspannen bei Betonfestigkeiten ≥ 22.5 N/mm ²		

Bemerkungen:

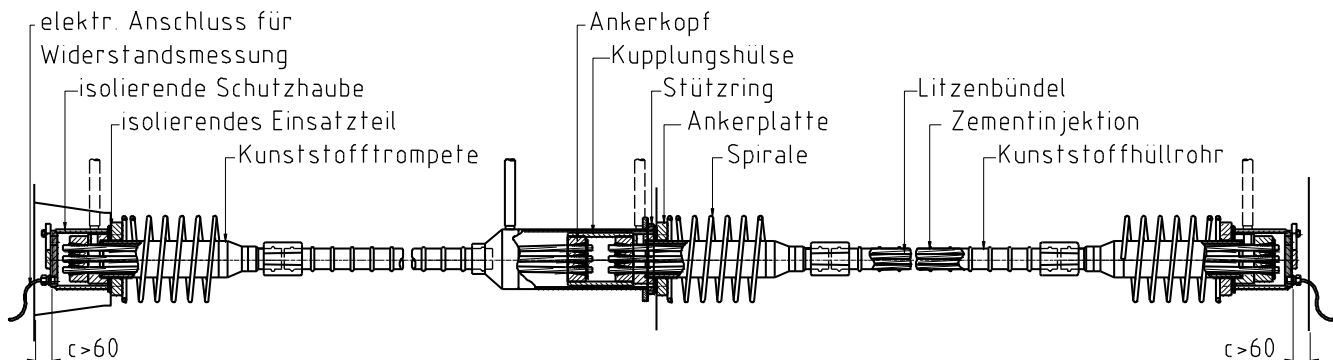
- 1) Zwischengrößen mit Teilbesetzung des Ankerkopfes
- 2) Verbundverankerungen sind nur zulässig für blanke Litzen ohne Korrosionsschutzöl.

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.

Spannlied Typ	Anzahl Litzen 150 mm ²	Spannkraft 0.70 F _{pk} Y1860 kN	Verankerung		Kupplung	
			Beweglich Typ	Fest Typ	Fest Typ	Versch. Typ
Mehrlitzenspannlieder						
4-06	4	781	BP,isol	FP,isol	K,isol	-
7-06	7	1'367	BP,isol	FP,isol	K,isol	-
12-06	12	2'344	BP,isol	FP,isol	K,isol	-
15-06 ¹⁾	15	2'930	BP,isol	FP,isol		
19-06	19	3'711	BP,isol	FP,isol	K,isol	-
22-06	22	4'297	BP,isol	FP,isol	K,isol	-
27-06 ¹⁾	27	5'273	BP,isol	FP,isol		
31-06	31	6'054	BP,isol	FP,isol	K,isol	-
Flachspannlied						
4-06-FL	4	781	BP,isol	FP,isol	K,isol	-

Legende:

BP,isol Bewegliche Plattenverankerung, elektrisch isoliert
 FP,isol Feste Plattenverankerung, elektrisch isoliert
 K,isol Feste Kupplung, elektrisch isoliert

Bemerkungen:

- 1) Zwischengrössen mit Teilbesetzung des Ankerkopfes

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 Schraubmuffen miteinander verbunden. Die Verbindung von flachen Hüllrohren erfolgt mittels verschieblichen Muffen wie auch der Übergang zur Trompete.

3.1.1. Runde Stahlhüllrohre

Hüllrohrtyp	Abmessungen		Verwendung	
	ø i	ø a	Werk	Baustelle
21 / 26	21	26	1-06	
51 / 57	51	57	4-06	
54 / 60	54	60		4-06
66 / 72	66	72	7-06	7-06
75 / 81	75	81	12-06	
79 / 85	79	85		12-06
84 / 90	84	90	15-06	
93 / 99	93	99	19-06	15-06
97 / 103	97	103	22-06	19-06
106 / 112	106	112	27-06	22-06
115 / 121	115	121	31-06	27-06
129 / 135	129	135		31-06

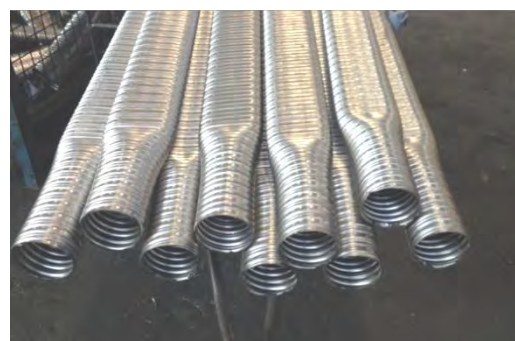


Legende:

alle Masse in mm
ø i Innendurchmesser
ø a Aussendurchmesser

3.1.2. Flache Stahlhüllrohre

Hüllrohrtyp	Abmessungen		Verwendung Spanngliedtyp
	hi / ha	bi / ba	
21x80-FL	21 / 26	80 / 85	4-06-FL
28x110-FL	28 / 32	110 / 114	6-06-FL



Legende:

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

3.2. Kunststoffhüllrohre (Kategorien b und c)

3.2.1. Wahl des Kunststoffhüllrohrsystems

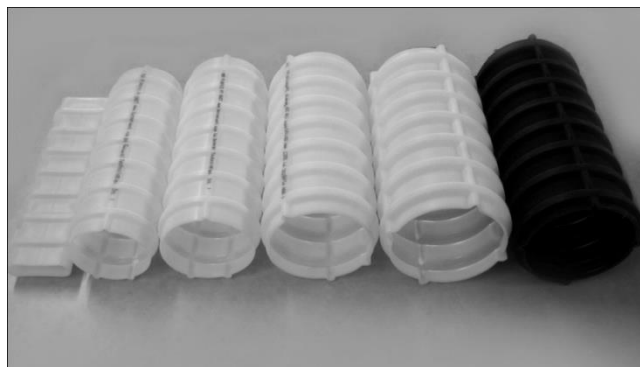
Als Kunststoffhüllrohre der Stahlton-Spannglieder Kategorie b und c werden entweder zugelassene und fremdüberwachte BBR VT Kunststoffhüllrohre eingesetzt oder das alternative Kunststoffhüllrohrsystem PT-PLUS.

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 runden Muffenrohren zu verbinden und abzudichten. Bei Spannglieder der Kat. c sind die Abdichtungen stets mit einem Wärmeschrumpfschlauch auszuführen.

Hüllrohrtyp	Abmessungen					Verwendung Spanngliedtyp
	\varnothing i	\varnothing a	\varnothing r	t	dr	
BBR VT 25	23	27	37	2.0	40	1-06
BBR VT 50	48	52	59	2.0	28	4-06
BBR VT 60	59	63	73	2.0	42	7-06
BBR VT 75	76	81	91	2.5	52.5	12-06
BBR VT 85	86	91	101	2.5	39.5	15-06
BBR VT 100	100	106	116	3.0	39.5	19-06 , 22-06 (Werk)
BBR VT 115	115	122	135	3.5	39.5	22-06 (Baustelle) 27-06 , 31-06 (Werk)
BBR VT 130	129	137	152	4.0	40.5	31-06 (Baustelle)

Legende: alle Masse in mm und auf 1 mm gerundet

\varnothing i	Innendurchmesser	t	Wandstärke
\varnothing a	Aussendurchmesser	dr	Rippenabstand
\varnothing r	Rippendurchmesser		

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

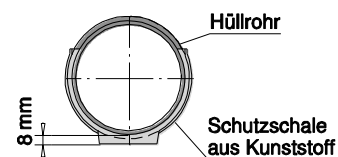
Weitere Angaben über Planung, Ausführung und Betrieb von Bauwerken mit Spanngliedern Kategorie c sind der Richtlinie ASTRA 12010 zu entnehmen.

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 Masstoleranzen nach Norm SIA 262, Anhang A.3.7 und die Reibungsverluste nach Kap. 6 zu gewährleisten.

Für Litzenspannglieder sollen die folgenden Werte nicht überschritten werden:

Spanngliedtyp	Abstand der Spanngliedunterstützungen		Tragstab-Durchmesser
	Normalbereich ($R \gg R_{min}$)	Stützenbereich ($R \sim R_{min}$)	
Mehrlitzenspannglieder 4/7-06 12-06 19-06 31-06	≈ 1.00 m	≤ 0.60 m ≤ 0.75 m ≤ 0.95 m ≤ 1.20 m	$\geq 16 - 20$ mm
Monolitzen (1-06)	≈ 1.00 m	≤ 0.50 m	≥ 6 mm (Distanzkorb)

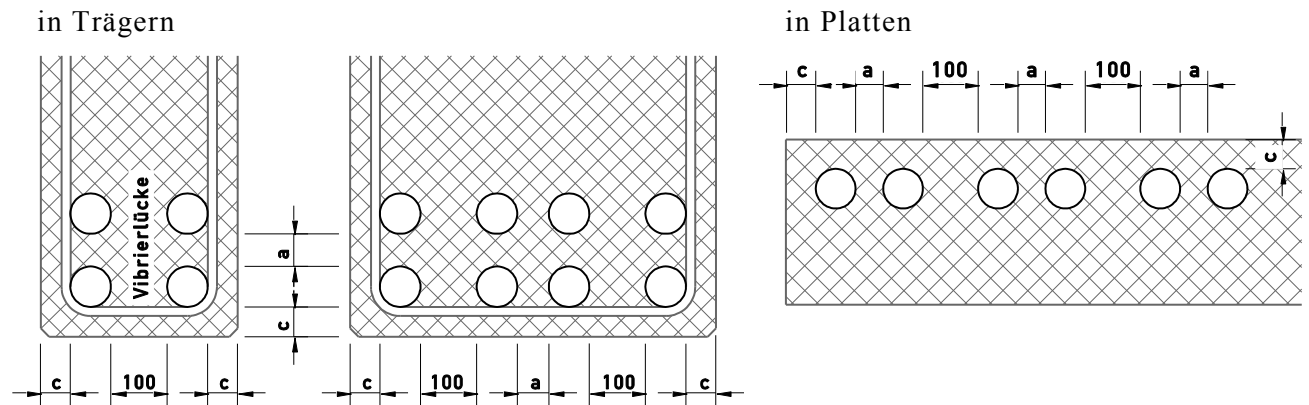
5. Rand- und Achsabstände

5.1. Abstände der Spannglieder

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

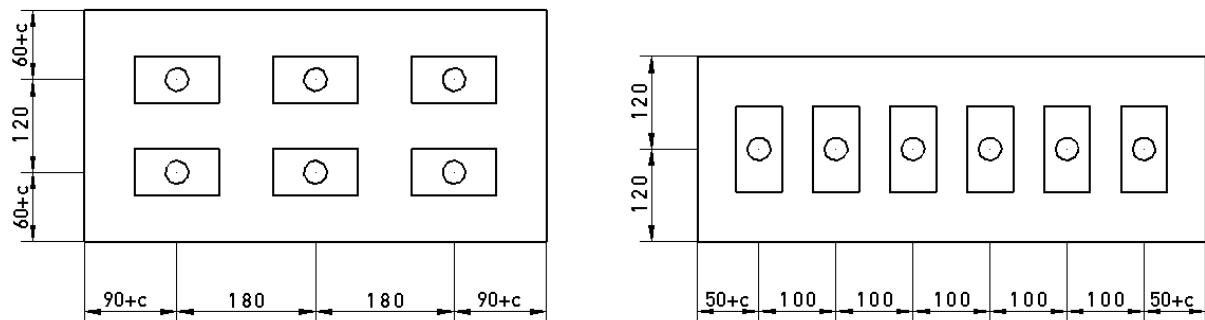
Zwischenabstand a > max. Korndurchmesser
 > 1 Hüllrohrdurchmesser in der Krümmungsebene (Umlenkkräfte)



5.2. Abstände der Verankerungen

5.2.1. Monolithenspannglieder

Die Verankerungen der Monolithenspannglieder können liegend oder stehend eingebaut werden. Dabei sind die minimalen Abstände und Überdeckungen gemäss der nachfolgenden Skizze einzuhalten.



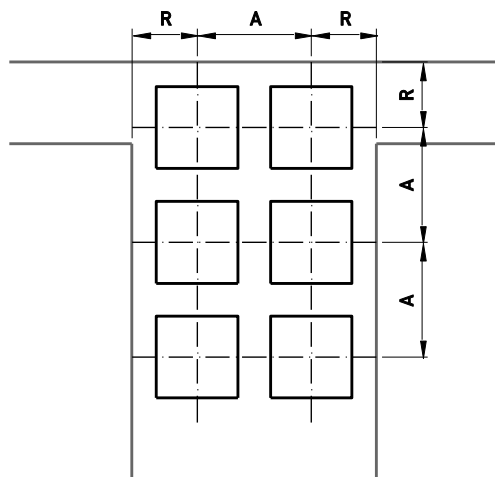
Die oben aufgeführten Minimalabstände und Überdeckungen gelten für die Betonklasse C20/25.

5.2.2. Mehrlitzenspannglieder

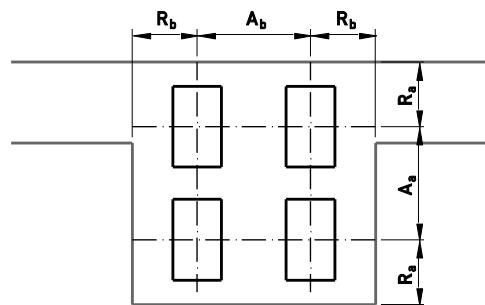
Die minimalen Rand- und Achsabstände der Spanngliederverankerungen sind abhängig von der Spannkraft und der Betonfestigkeit.

Die nachfolgend angegebenen Achsabstände für Mehrlitzenspannglieder 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 Verankerungen



Rechteckige Verankerungen



Beton C30/37	Spanngliedtyp							
	4-06	7-06	12-06	15-06	19-06	22-06	27-06	31-06
quadrat. Verankerungen Typ BP, FP								
Achsabstand A	230	290	380	430	480	520	560	600
Fächerverankerung P								
Achsabstand Pq A	220	-	-	-	-	-	-	-
Achsabstand Pr Aa	280	370	430	550	580	630	680	690
Ab	200	230	330	350	400	440	500	550
Schlaufenverankerung S								
Achsabstand Aa	330	510	470		-	-	-	-
Ab	180	180	470		-	-	-	-
Haftverankerung H								
Achsabstand Hq A	230	300	-	-	500	-	-	-
Achsabstand Hr Aa	430	430	430	500	680	590	670	680
Ab	130	230	330	350	350	440	470	540
Randabstände R, Ra, Rb	$R = A/2 + \text{erforderliche Betonüberdeckung } c$							

Legende: alle Masse in mm

c = Betonüberdeckung

Beton C25/30	Spanngliedtyp							
	4-06	7-06	12-06	15-06	19-06	22-06	27-06	31-06
quadrat. Verankerungen Typ BP, FP								
Achsabstand A	250	310	400	450	500	550	600	660
Fächerverankerung P								
Achsabstand Pq A	240	-	-	-	-	-	-	-
Achsabstand Pr Aa	350	400	470	550	620	700	720	750
Ab	180	250	360	400	440	450	520	600
Schlaufenverankerung S								
Achsabstand Aa	330	550	470	-	-	-	-	-
Ab	180	180	470	-	-	-	-	-
Haftverankerung H								
Achsabstand Hq A	250	330	-	-	-	-	-	-
Achsabstand Hr Aa	450	450	500	-	-	-	-	-
Ab	150	250	380	-	-	-	-	-
Randabstände R, Ra, Rb	R = A/2 + erforderliche Betonüberdeckung c							

Legende: alle Masse in mm c = Betonüberdeckung

5.3. 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.

Einzelne Verankerungstypen wie Gussverankerungen für Monolitzen und Verankerungen mit Doppelspiralen können bereits bei niedrigeren Festigkeiten voll vorgespannt werden. (Siehe Datenblätter).

6. Reibungsverluste

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

Reibungsbeiwerte		Reibungskoeff. μ		Ungewollte Umlenkung $\Delta\phi$	
		Nominalwert	Streubereich	Nominalwert	Streubereich
Stahlhüllrohr	Kat. a	0.18	0.16 – 0.22	0.005	0.004 – 0.008
Kunststoffhüllrohr	Kat b/c	0.12	0.10 – 0.14	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: $P_x = P_o \cdot e^{-\mu(\phi_x + \Delta\phi \cdot x)}$ 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 Litzenspannglieder Stahlton-CONA werden auf der Baustelle oder im Werk zusammengebaut. Die auf Bobinen gelieferten Spannglieder wie auch die Litzencoils für die Baustellenfertigung und die Systemkomponenten 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 Litzen vor, welche bereits im Herstellwerk 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]

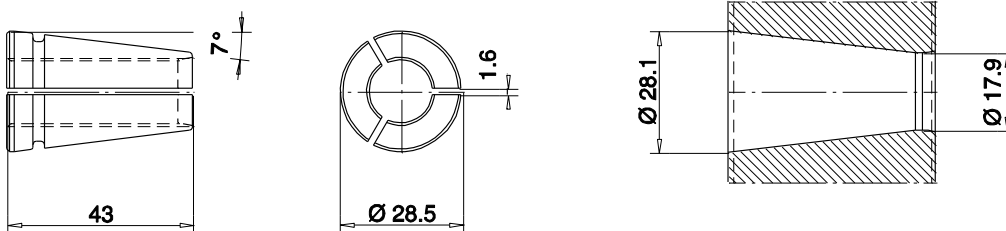
8. Systemteile und Werkstoffe

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.

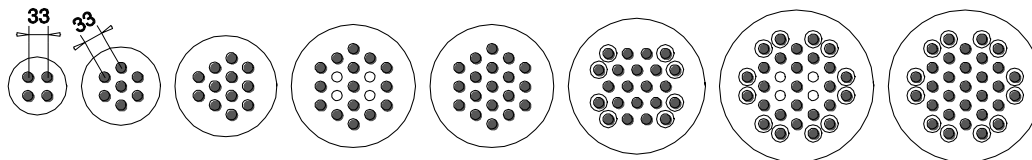
8.1. Grundkomponenten

8.1.1. Keile, Konusbohrung



8.1.2. Ankerkopf, Litzenanordnung

4-06 7-06 12-06 15-06 19-06 22-06 27-06 31-06



Legende: ○ unbenutzte Bohrung ● Bohrung mit Kunststoffeinsatz

8.2. Werkstoffe

Systemteil	Werkstoff- Bezeichnung	Norm
Spannstahl	Y1860S7-15.7	prEN 10138-1/-3
Ankerkopf	bei der Zulassungsstelle hinterlegt	
Keile	bei der Zulassungsstelle hinterlegt	
Kupplungshülse	bei der Zulassungsstelle hinterlegt	
Ankerplatte	S235 JRG2	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, Schutzhaube	PP, HDPE	DIN 8074/75 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
- **Hüllrohre und Minimalradien** Seite 15 bis 16
- **Verankerungen Kategorien a und b**
 - Monolitzenspannglieder 1-06 Seite 17 bis 18
 - Mehrlitzenspannglieder Seite 19 bis 27
- **Verankerungen Kategorie c** Seite 28 bis 29

Querschnitte und Spannkkräfte bei Litzenfestigkeit 1860 N/mm²

Spannglied- Typ	Anzahl Litzen 150 mm ²	Gewicht G kg/m	Fläche A _p mm ²	Bruchkraft F _{pk} (f _{pk} =1860 N/mm ²) kN	Bemessungswert F _{pRd} (f _{pd} =1390 N/mm ²) kN	max. Spannkraft P _{max}	
						Überspannkraft 0.75 F _{pk} kN	Abspannkraft 0.70 F _{pk} kN
Monolitzenspannglied mit Verbund							
1-06	1	1.18	150	279	209	209	195
Mehrlitzenspannglied							
4-06	2	2.4	300	558	417	419	391
	3	3.5	450	837	626	628	586
	4	4.7	600	1'116	834	837	781
7-06	5	5.9	750	1'395	1'043	1'046	977
	6	7.1	900	1'674	1'251	1'256	1'172
	7	8.3	1050	1'953	1'460	1'465	1'367
12-06	8	9.4	1200	2'232	1'668	1'674	1'562
	9	10.6	1350	2'511	1'877	1'883	1'758
	10	11.8	1500	2'790	2'085	2'093	1'953
	11	13.0	1650	3'069	2'294	2'302	2'148
	12	14.2	1800	3'348	2'502	2'511	2'344
19-06	13	15.3	1950	3'627	2'711	2'720	2'539
	14	16.5	2100	3'906	2'919	2'930	2'734
	15	17.7	2250	4'185	3'128	3'139	2'930
	16	18.9	2400	4'464	3'336	3'348	3'125
	17	20.1	2550	4'743	3'545	3'557	3'320
	18	21.2	2700	5'022	3'753	3'767	3'515
	19	22.4	2850	5'301	3'962	3'976	3'711
22-06	20	23.6	3000	5'580	4'170	4'185	3'906
	21	24.8	3150	5'859	4'379	4'394	4'101
	22	26.0	3300	6'138	4'587	4'604	4'297
31-06	23	27.1	3450	6'417	4'796	4'813	4'492
	24	28.3	3600	6'696	5'004	5'022	4'687
	25	29.5	3750	6'975	5'213	5'231	4'883
	26	30.7	3900	7'254	5'421	5'441	5'078
	27	31.9	4050	7'533	5'630	5'650	5'273
	28	33.0	4200	7'812	5'838	5'859	5'468
	29	34.2	4350	8'091	6'047	6'068	5'664
	30	35.4	4500	8'370	6'255	6'278	5'859
	31	36.6	4650	8'649	6'464	6'487	6'054
Flachspannglied							
4-06-FL	4	4.7	600	1'116	834	837	781
6-06-FL	6	7.1	900	1'674	1'251	1'256	1'172

(gültig für alle Verankerungen ausser Typ Zu)

Hüllrohre und Minimalradien für Litzenspannglieder A_p 150 mm²

Kat. a

Spannglied-Typ	Anzahl Litzen	Spannkraft 0.70 F _{pk} (Y1860) kN	Blechlüllrohr (Kategorie a)				Minimalradius R _{min} m
			werkgefertigte Spannglieder		baustellengefertigte Spannglieder		
			Hüllrohrtyp	Exzentrizität Δs mm	Hüllrohrtyp	Exzentrizität Δs mm	
Monolitzenspannglied mit Verbund							
1-06	1	195	21/26	3	-	2.50	
Mehrlitzenspannglied (Hüllrohr rund)							
4-06	2	391	51/57	17	54/60	3.00	
	3	586		13			
	4	781		10			
7-06	5	977	60/66	15	66/72	4.00	
	6	1172		12			
	7	1367		10			
12-06	8	1562	75/81	18	79/85	5.00	
	9	1758		16			
	10	1953		14			
	11	2148		13			
	12	2344		12			
19-06	13	2539	84/90	14	93/99	6.50	
	14	2734		13			
	15	2930		12			
	16	3125	93/99	15	97/103		
	17	3320		15			
	18	3515		14			
	19	3711		13			
22-06	20	3906	97/103	14	106/112	7.00	
	21	4101		13			
	22	4297		13			
31-06	23	4492	106/112	16	115/121	8.00	
	24	4687		16			
	25	4883		15			
	26	5078		14			
	27	5273		13			
	28	5468	115/121	19	129/135		
	29	5664		18			
	30	5859		18			
	31	6054		17			
Flachspannglied (Hüllrohr flachoval)							
4-06-FL	4	781	21x72-FL	3	-	2.50 (vert.) 6.00 (horiz.)	
6-06-FL	6	1172	28x110-FL	6	-	3.50 (vert.) 8.00 (horiz.)	

Hüllrohre und Minimalradien für Litzenspannglieder A_p 150 mm²

Kat. b , c

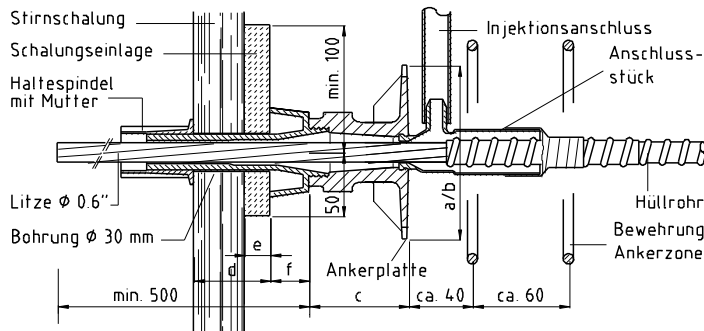
Spannglied-Typ	Anzahl Litzen	Spannkraft 0.70 F _{pk} (Y1860) kN	Kunststoffhüllrohr BBR VT (Kategorie b und c)						
			werkgefertigte Spannglieder			baustellengefertigte Spannglieder			
			Hüllrohrtyp	Exzentrizität Δs mm	Minimalradius R _{min} m	Hüllrohrtyp	Exzentrizität Δs mm	Minimalradius R _{min} m	
Monolithenspannglied mit Verbund			23			23			
1-06	1	195	23/37	4	2.50	23/37	4	2.50	
Mehrlitzenspannglied (Hüllrohr rund)									
4-06	2	391	50 (48/59)	14	4.30	50 (48/59)	14	4.30	
	3	586		11			11		
	4	781		8			8		
7-06	5	977	60 (58.5/72.5)	13	6.10	60 (58.5/72.5)	13	6.10	
	6	1172		10			10		
	7	1367		9			9		
12-06	8	1562	75 (76/91)	18	6.90	75 (76/91)	18	6.90	
	9	1758		16			16		
	10	1953		15			15		
	11	2148		14			14		
	12	2344		12		79, (85.5/100.5)	12 (25)*		
19-06	13	2539	85 (85.5/100.5)	16	7.60	85 (85.5/100.5)	16	7.60	
	14	2734		14			14		
	15	2930		13			13		
		16	3125		22			22	
		17	3320	100 (100/116)	20	6.90	100 (100/116)	20	6.90
	18	3515		19			19		
	19	3711		18			18		
22-06	20	3906	100/116	17	8.30	100/116 (115/135) *	17 (26)*	8.30 (6.90)*	
	21	4101		16			16 (25)*		
	22	4297		15			15 (24)*		
31-06	23	4492	115 (115/135)	22	7.60	115 (115/135)	22	7.60	
	24	4687		20			20		
	25	4883		19			19		
	26	5078		18			18		
		27	5273		17			17	
		28	5468		24			24	
		29	5664	130 (128.5/151.5)	23	8.00	130 (128.5/151.5)	23	8.00
	30	5859		23			23		
	31	6054		22			22		
Flachspannglied (Hüllrohr flachoval)									
4-06-FL	4	781	21x72-FLK	3	2.50 (vert.) 6.00 (horiz.)	21x72-FLK	3	2.50 (vert.) 6.00 (horiz.)	
6-06-FL	6	1172	-	-	3.50 (vert.) 8.00 (horiz.)	-	-	3.50 (vert.) 8.00 (horiz.)	

Hinweis:

(*) Für Spannglieder mit Länge L > 40 m

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

Einbauzustand beweglich (Typ BG)

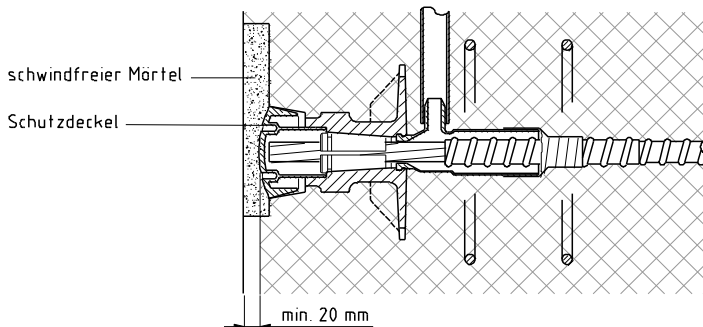


Hinweise zur Krafteinleitung

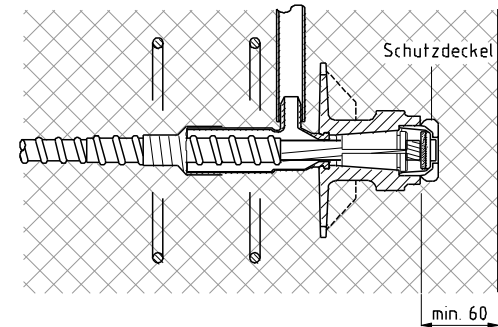
Die Verankerungen sind so bemessen, dass die Spannkraft konzentriert über die Ankerplatte in den Beton eingeleitet werden kann.

Die Krafteinleitungszone ist konstruktiv zu bewehren, damit quergerichtete Rand- und Spaltzugkräfte keine schädigenden Risse verursachen.

Endzustand beweglich (Typ BG)



Endzustand fest (Typ FG)



Abmessungen

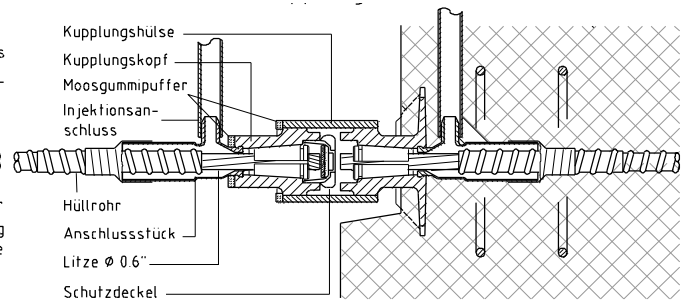
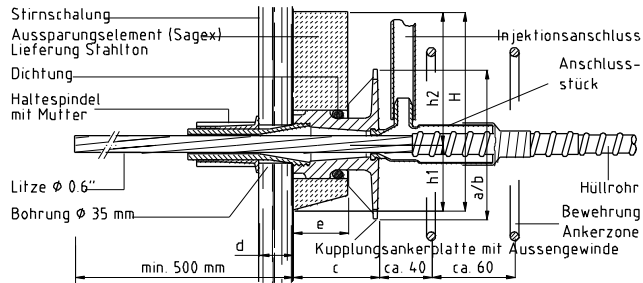
			Gussverankerung für Monolitzen	
			Beweglich BG 1-06	Fest FG 1-06
Gerade vor Verankerung		g	500	500
Ankerplatte	Abmessungen	a/b	136 / 70	136 / 70
	Höhe	c	75	75
Anschlussstück	Durchmesser	ø T	35	35
	Länge	LT	110	110
Schlaufe	Länge / Höhe	m / i	-	-
Abschalung	Schalung und Einlage	max. d	max. 60	-
	Schalungseinlage * Dicke der Einlage	min. e	min. 20	-
	Teilhöhen unten / oben	h1 / h2	50 / min 100	-
Haltespindel mit Nische	Nischentiefe	f	30	-
	Nischendurchmesser	ø G	70	-
Einbau	Bohrung in Schalung	ø B	30	-
	Schutzdeckel	ø D	70	-
	Verlegengewicht	kg	1.5	1.5

alle Masse in mm
 Rand- und Achsabstände nach Kap. 5.

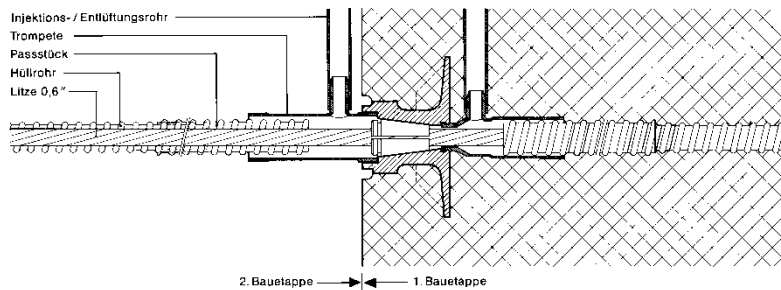
Spannbar in 1 Stufe bei Würfeldruckfestigkeit $f_{ck,cube} > 20 \text{ N/mm}^2$
 * Schalungseinlage bei Sichtbeton empfohlen

Einbauzustand (Typ K)

Endzustand (Typ K)



Zwischenverankerung (Typ Z)



Abmessungen

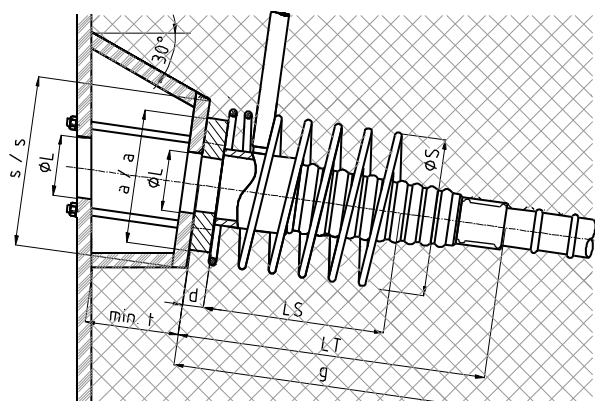
			Kupplung (Litze gekuppelt) K1-06	Zwischenverankerung (Litze durchlaufend) Z1-06
Gerade vor Verankerung		g	500	500
Ankerplatte	Abmessungen	a/b	136 / 70	136 / 70
	Höhe	c	75	75
Anschlussstück	Durchmesser	ø T	35	40
	Länge	LT	110	122
Kupplungshülse	Durchmesser	ø H	75	-
	Länge	LH	82	-
Kupplungskopf	Durchmesser	ø K	62	-
	Länge	LK	75	-
Abschalung	Schalung und Einlage	max. d	60	-
	Aussparungselement Dicke der Einlage	e	60	-
	Höhe der Einlage	H	220	-
	Teilhöhen unten / oben	h1 / h2	60 / 160	-
Einbau	Bohrung in Schalung	ø B	35	35
	Verlegewicht	kg	1.9	1.5

alle Masse in mm

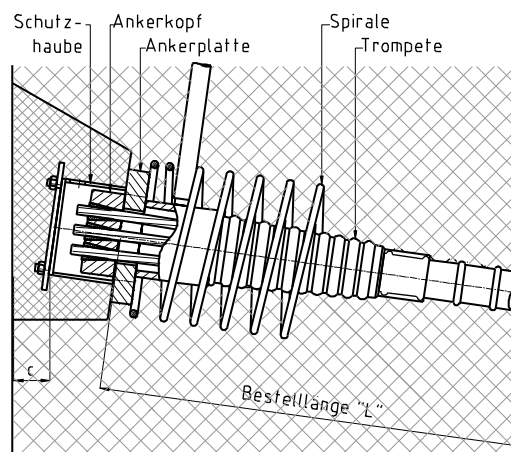
Rand- und Achsabstände nach Kap. 5.

Spannbar in 1 Stufe bei Würfeldruckfestigkeit $f_{ck,cube} > 20 \text{ N/mm}^2$

Einbauzustand (Typ BP, FP)



Endzustand (Typ BP,FP)



Anmerkung: Nische entfällt beim Typ FP

Abmessungen

			Typ BP , FP (beweglich und fest)							
			4-06	7-06	12-06	15-06	19-06	22-06	27-06	31-06
Gerade vor Verankerung	g		700	800	1100	1300		1300	1600	
Ankerplatte	Seitenlänge	a/a	180	220	280	320	350	380	420	440
	Plattensärke	d	25	35	45	50	55	60	60	70
Trompete	Durchmesser	ØTa / ØTe	71 / 51	105 / 77	130 / 92	170 / 112		170 / 112	204 / 137	
	Länge	LT	275 (475)*	500	575	675		680	800	
Spirale	Durchmesser	Ø S	200	260	325	370	420	440	500	550
	Länge	LS	240	280	350	370	390	450	500	540
	Stabdurchmesser	Ø e	12	12	14	16	16	18	20	20
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50	60	60
Ankerkopf	Durchmesser	Ø H	100	137	177	217		237	267	
	Höhe	HH	55	55	65	85		90	110	
Schutzhaube	Durchmesser	Ø H	105	140	180	220		240	270	
	Höhe (inkl. Ankerkopf)	HH	100	100	120	130		140	150	
Einbau	Abschalfläche	s/s	220	280	380	430	450	500	530	550
	Loch in Schalung	Ø L	70	100	130	160		180	200	
	Niscentiefe	min. t	100+c	110+c	120+c	130+c		140+c	150+c	
	Verlegewicht	kg	8	20	40	55	70	90	115	140

alle Masse in mm

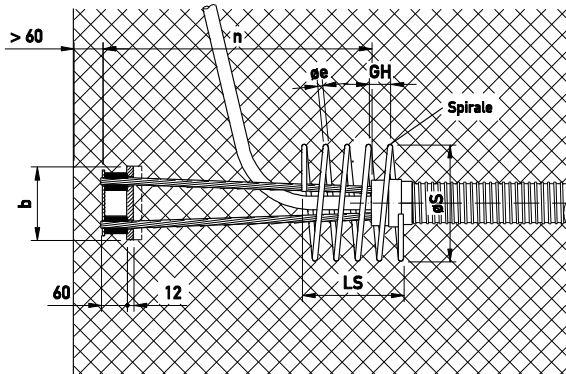
c = Betonüberdeckung (ca. 60 mm)

*Wert in Klammer inkl. Übergang für Flachspannglied

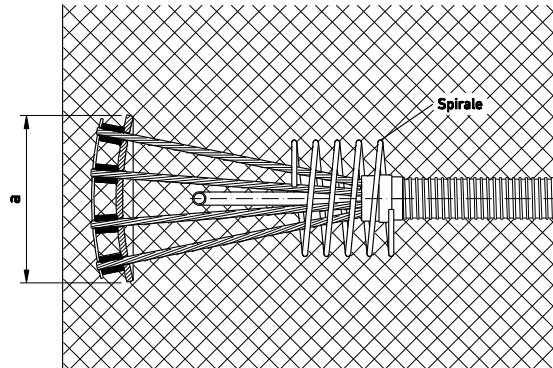
Rand- und Achsabstände nach Kap. 5.

Keilsicherung bei der festen Verankerung durch Einpressen (Werk) oder Keilplatte (Baustelle).

Längsschnitt (Typ P)



Grundriss (Typ P)



Abmessungen

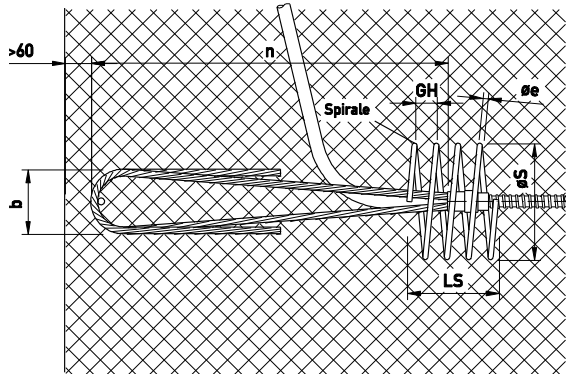
		Typ P							
		4-06	7-06	12-06	15-06	19-06	22-06	27-06	31-06
Ankerplatte	Seitenlänge (quadratisch) a/a	145	-	-	-	-	-	-	-
	Breite (rechteckig) a	260	270	280	350	370	420	480	480
	Höhe b	90	140	230	230	280	280	300	350
	Länge der Verankerung n	500	500	600	700	700	800	900	900
Spirale	Durchmesser ø S	175	175	260	300	325	325	420	420
	Länge LS	350	350	280	320	350	350	390	390
	Stabdurchmesser ø e	10	10	12	12	14	14	16	16
	Ganghöhe GH	40	40	50	50	50	50	50	50
Einbau	Verlegegewicht kg	7	12	20	25	35	38	50	55

alle Masse in mm

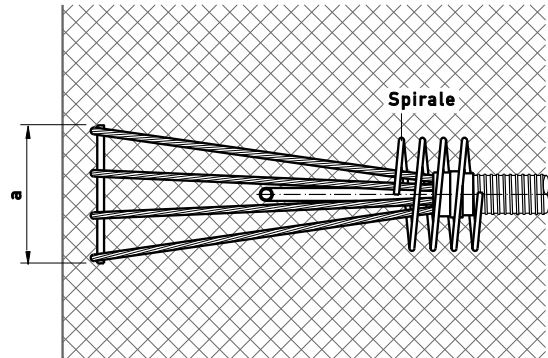
Rand- und Achsabstände nach Kap. 5.

Sicherung der Keile durch Einpressen im Werk.

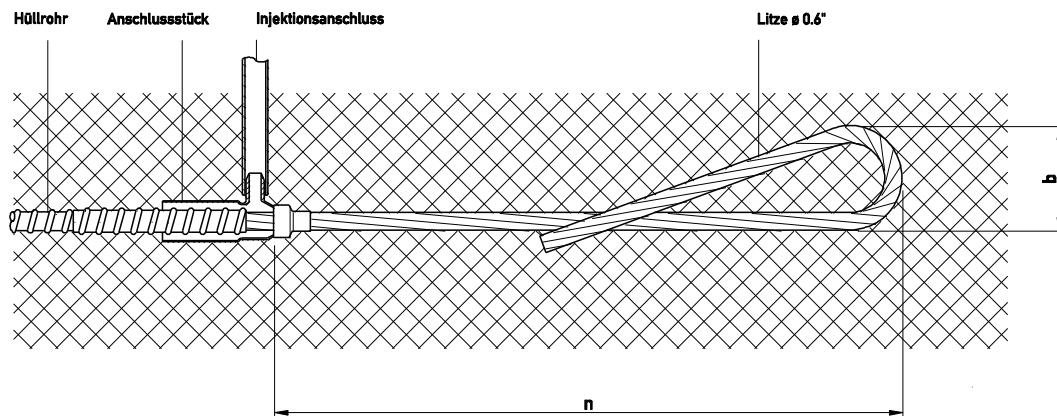
Längsschnitt (Typ S)



Grundriss (Typ S)



Monolitze (1-06)



Abmessungen

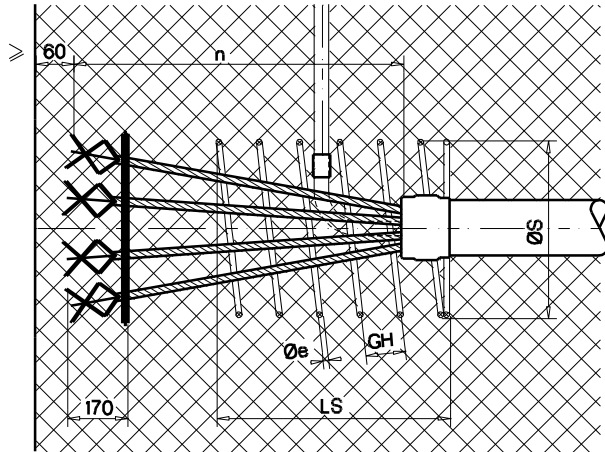
			Typ S			
			Mono 1-06	4-06	7-06	12-06
Schlaufe	Breite	a		300	480	400
	Höhe	b	155	155	155	400
Länge der Verankerung		n	900	900	900	900
Spirale	Durchmesser	ø S	-	175	175	220
	Länge	LS	-	350	350	335
	Stabdurchmesser	ø e	-	10	10	14
	Ganghöhe	GH	-	40	40	50
Einbau	Verlegewicht	kg	0.5	7	10	18

alle Masse in mm

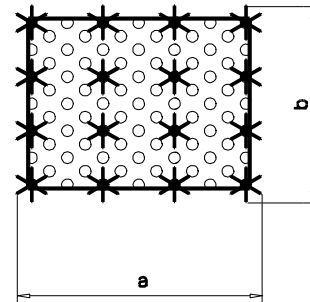
Rand- und Achsabstände nach Kap. 5.

Dieser Verankerungstyp ist nur mit blanken Litzen ohne Korrosionsschutzöl zulässig.

Längsschnitt (Typ H)



Ansicht (Typ H)



Abmessungen

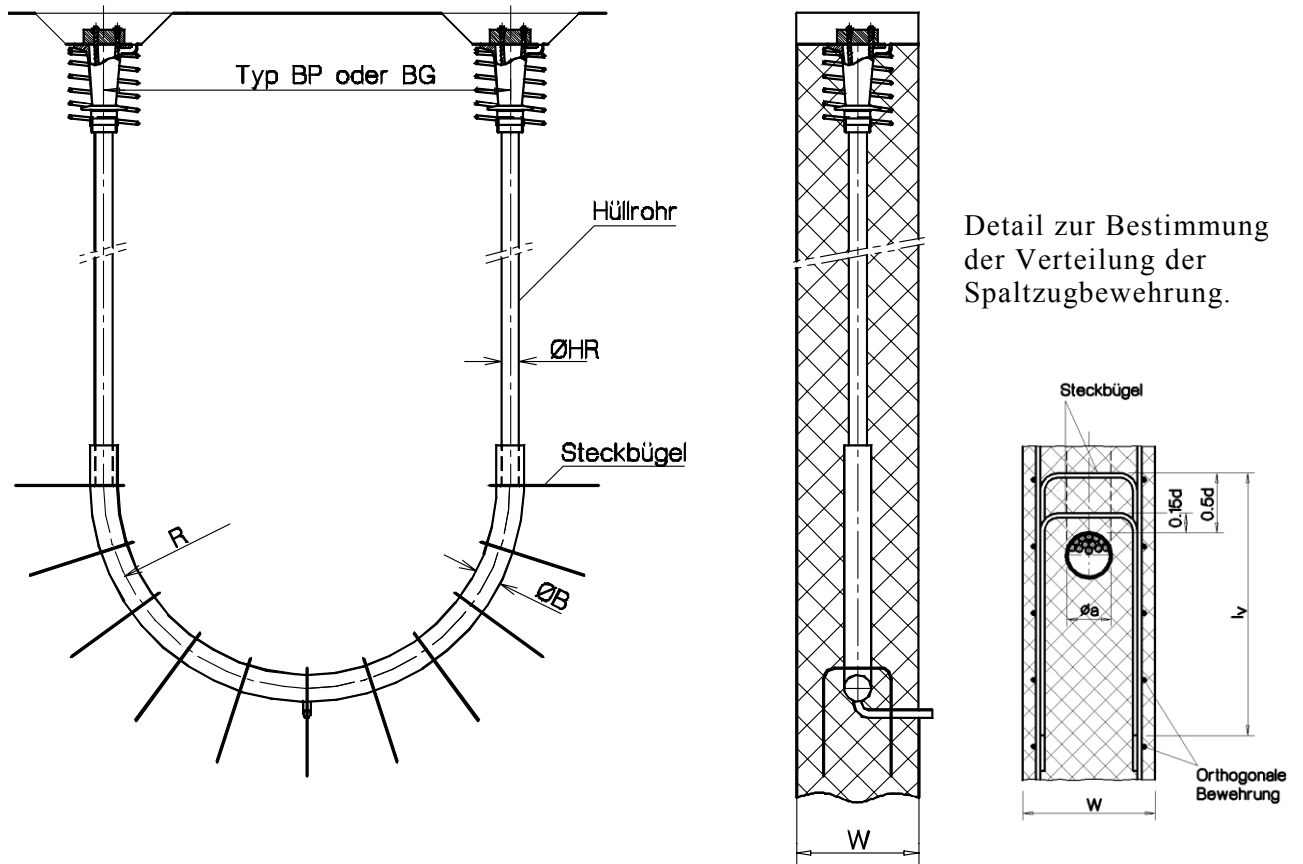
			Typ H							
			4-06	7-06	12-06	15-06	19-06	22-06	27-06	31-06
Fächer	Seitenlänge (quadratisch) a/a		200	290	-	-	480	-	-	-
	Breite (rechteckig)	a	400	400	400	480	660	570	660	660
	Höhe	b	90	200	310	310	310	420	420	530
Länge der Verankerung	n	1200	1200	1300	1400	1400	1500	1800	1800	
Spirale	Durchmesser	Ø S	175	175	260	300	325	325	420	420
	Länge	LS	350	350	280	320	350	350	390	390
	Stabdurchmesser	Ø e	10	10	12	12	14	14	16	16
	Ganghöhe	GH	40	40	50	50	50	50	50	50
Einbau	Verlegegewicht	kg	2	3	7	9	13	14	22	23

alle Masse in mm

Rand- und Achsabstände nach Kap. 5.

Die Grössen 15-06 bis 31-06 sind nur für die Betonsorte C 30/37 vorgesehen.

Dieser Verankerungstyp ist nur mit blanken Litzen ohne Korrosionsschutzöl zulässig.



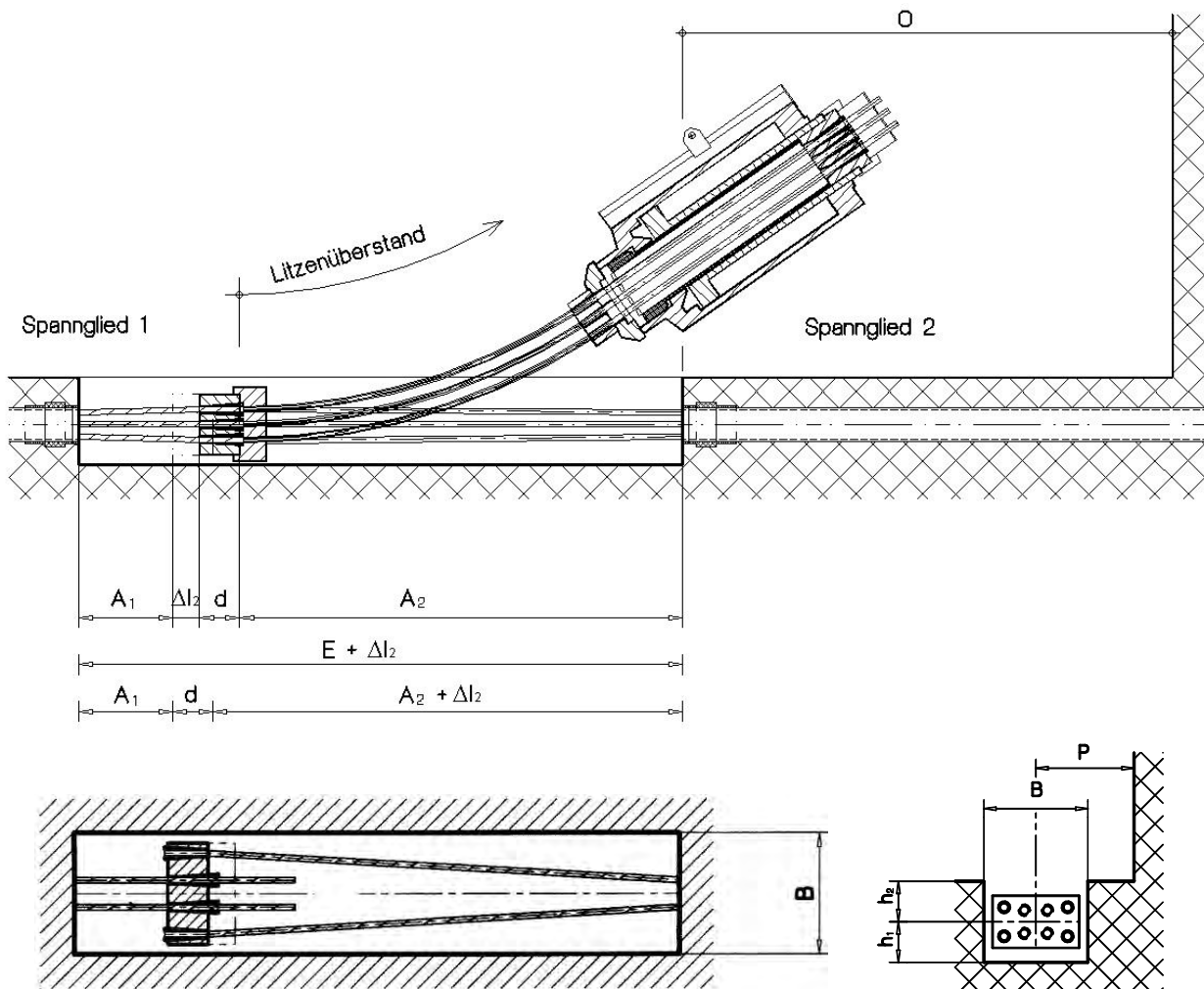
Abmessungen

		Typ U					
		4-06	7-06	12-06	19-06	22-06	31-06
Bogenradius	R	800	900	1200	1400	1500	1800
Stahlhüllrohr (Kategorie a)							
	Hüllrohr \varnothing HR	54/60	66/72	84/90	97/103	106/112	129/135
	Stahlrohrbogen \varnothing B	70	82.5	101.6	114.3	127	152.4
Kunststoffhüllrohr (Kategorie b)							
	Hüllrohr BBR VT \varnothing HR	50	60	75	100	115	130
	Stahlrohrbogen \varnothing B	60.3	70	88.9	121	133	152.4
Wandstärke		Die minimale Wandstärke w_{min} wird im Allgemeinen durch die minimalen Randabstände der Spannverankerungen vorgegeben. Sie soll jedoch in jedem Fall $\geq 3 \times \varnothing HR$ betragen.					
Steckbügel		Zur Aufnahme der Spaltzugkräfte sind Steckbügel anzuordnen mit einem Bemessungswiderstand von: $Z_{Rd} = A_s \cdot n \cdot f_{sd} \sim 0.8 \cdot (1.5 \cdot F_{pm0}) \sim 1.2 \cdot F_{pm0}$					

alle Masse in mm

Die beiden Spannverankerungen sind synchron zu spannen.
 Verankerung für vorwiegend ruhende Belastung.

A_s Querschnittsfläche eines Steckbügels
 n Anzahl Steckbügel
 f_{sd} Bemessungswert der Fließgrenze von Betonstahl



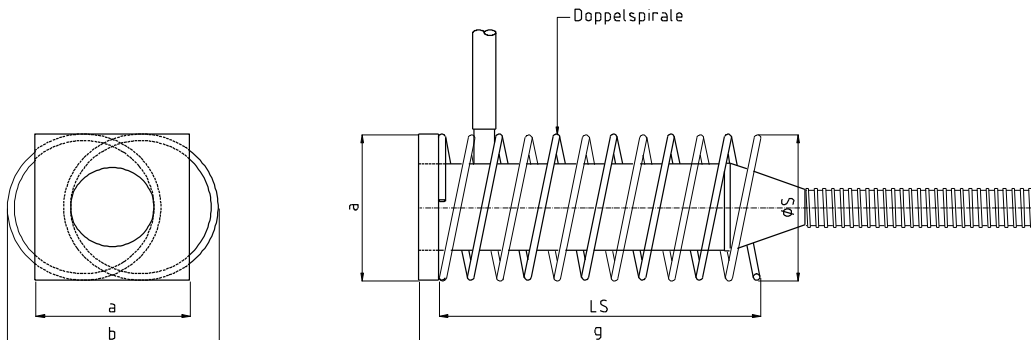
Abmessungen

			Typ Z _U		
			2-06	4-06	6-06
Ankerkopf	Abmessungen	a/b	120/80	170/100	200/120
		d	60	80	100
Nische	Teillänge 1 / 2	A1 / A2	100 / 700	100 / 800	200 / 1200
	Länge	E	800	900	1400
	Spannweg 2	Δl2		Δl2 ~ 6 mm/m	
	Breite	B	165	210	240
	Teilhöhen unten / oben	h1 / h2		60 / 70	70 / 80
Einbau	Verlegegewicht	kg	5	12	20

alle Masse in mm

Die Reibungsverluste im Umlenkstützbock betragen ca. 8%
Daher muss die rechnerisch nutzbare Spannkraft auf 0.65 P_k begrenzt werden. Bei gekrümmten Betonoberflächen ändern verschiedene Abmessungen (auf Anfrage).
Verankerung für vorwiegend ruhende Belastung.

Zusammenbau (Typ Rapid)



Abmessungen

			Typ BP , FP (beweglich und fest)					
			4-06	7-06	12-06	15-06	19-06	22-06
Gerade vor Verankerung	g		Die Verankerungen des Typ Rapid entsprechen den Verankerungen Typ BP, FP Abmessungen Abschaltungs- und Verankerungsdetails sind den Masstabellen der entsprechenden Verankerungen zu entnehmen.					
Ankerplatte	Abmessungen	a/a						
	Plattenstärke	d						
Trompete	Durchmesser	ø T						
	Länge	LT						
Spirale	Durchmesser	ø S	200	260	325	370	420	440
	Länge	LS	240	280	350	370	390	450
	Stabdurchmesser	ø e	12	12	14	16	16	18
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50
	Abmessung	b	240	320	420	480	540	580
Rand- und Achsabstände								
Achsabstand	min. A		260	350	450	520	580	620
Randabstand	min. R		130+c	180+c	230+c	260+c	290+c	310+c

alle Masse in mm

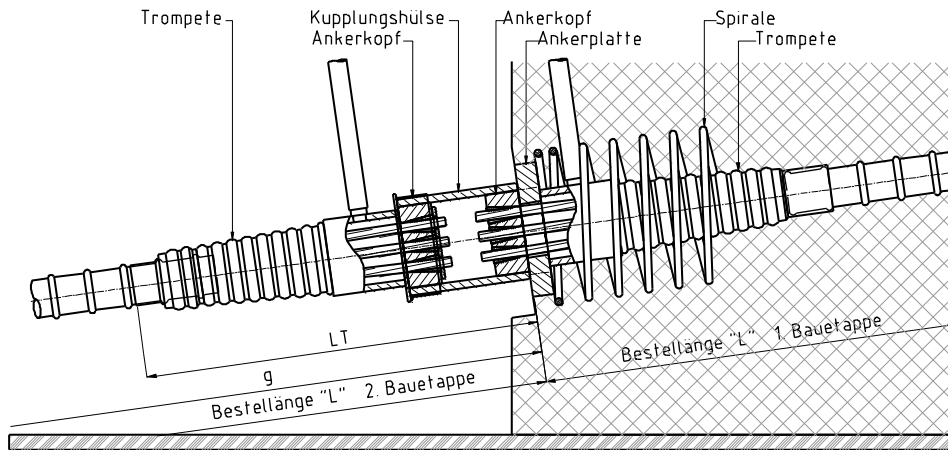
c = Betonüberdeckung

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 $f_{ci,cube} = 22.5 \text{ N/mm}^2$

Längsschnitt (Typ K)



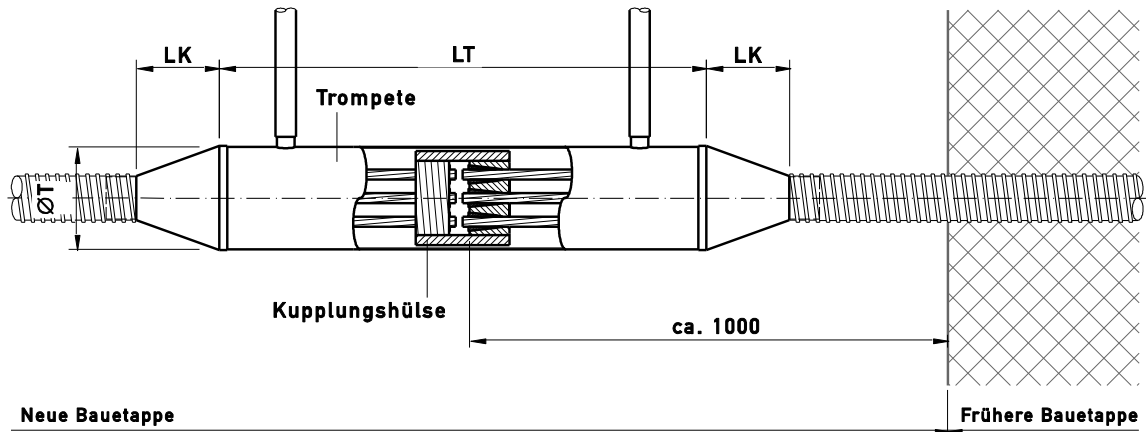
Abmessungen

			Typ K							
			4-06	7-06	12-06	15-06	19-06	22-06	27-06	31-06
Gerade beidseits der Kupplung	g		700	800	1100	1300	1300	1300	1600	
Trompete	Durchmesser	ø T	130	166	225	275	300	300	340	
	Länge	LT	300	600	655	710	760	760	850	
Kuppl.hülse	Durchmesser	ø KH	127	160	210	260	280	280	325	
	Länge	LKH	170	200	220	250	260	260	300	
Einbau	Abschalfläche	s/s	220	280	380	430	450	500	530	550
	Verlegewicht	kg	12	22	38	70	90	90	115	

alle Masse in mm

Keilsicherung durch Einpressen (Werk) oder Keilplatte (Baustelle).

Längsschnitt (Typ V)



Abmessungen

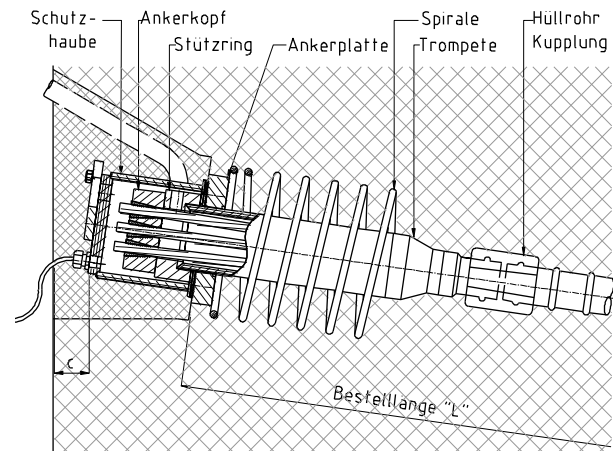
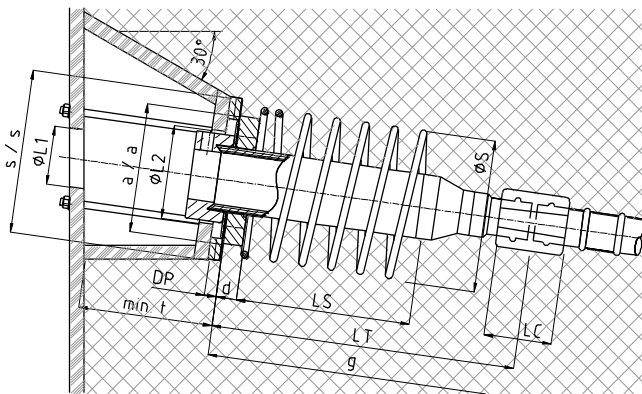
			Typ V						
			4-06	7-06	12-06	15-06	19-06	22-06	27-06
Gerade beidseits der Kupplung	g		700	800	1100	1300	1300	1600	
Trompete	Durchmesser	$\varnothing T$	152	170	233	278	300	350	
	Länge	LT	gemäss Lage der Kupplung und Länge der Spannglieder						
	Konuslänge	LK	120	70	90	100	120	150	
Kuppl.hülse	Durchmesser	$\varnothing KH$	127	160	210	260	280	325	
	Länge	LKH	170	200	220	250	260	300	
Einbau	Verlegewicht	kg	16	29	50	105	125	160	

alle Masse in mm

Keilsicherung durch Einpressen (Werk) oder Keilplatte (Baustelle).

Einbauzustand (Typ BP,isol; FP,isol)

Endzustand (Typ BP,isol; FP,isol)



Anmerkung: Nische entfällt beim Typ FP,isol

Abmessungen

		Plattenverankerung Typ BP / FP.....,isol								
		4-06	7-06	12-06	15-06	19-06	22-06	27-06	31-06	
Gerade vor Verankerung	g	700	800	1100	1300		1300	1600		
Ankerplatte	Abmessungen	a/a	180	220	280	320	350	380	420	440
	Plattenstärke	d	25	35	45	50	55	60	60	70
Trompete	Durchmesser	Ø T	75	110	140	180		200	225	
	Länge	LT	420	480	550	700		800	950	
Hüllrohrkuppl.	Durchmesser	Ø C	82	82	100	123		123	153	
	Länge	LC	108	108	116	126		126	134	
Spirale	Durchmesser	Ø S	200	260	325	370	420	440	500	550
	Länge	LS	240	280	350	370	390	450	500	540
	Stabdurchmesser	Ø e	12	12	14	16	16	18	20	20
	Ganghöhe	GH	50	50	50	50	50	50	60	60
Ankerkopf	Durchmesser	Ø A	112	150	190	240		264	300	
	inkl. Stützring Höhe	HA	120	120	135	155		160	195	
Isolationsplatte d = 4 mm		Ø IP	150	190	235	290		325	370	
Schutzhaube	Durchmesser	Ø H	140	180	225	280		315	355	
	Höhe (ab Ankerplatte)	HH	180	180	200	210		220	240	
Einbau	Abschalfläche	s/s	220	280	380	430	450	500	530	550
	Dichtungsplatte	DP	20	20	20	20		20	20	
	Loch in Schalung	Ø L1	70	100	130	160		180	200	
		Ø L2	120	160	200	250		275	310	
	Nischentiefe	min. t	200+c	200+c	220+c	230+c		240+c	260+c	
	Verlegegewicht	kg	12	24	45	65	80	100	135	160

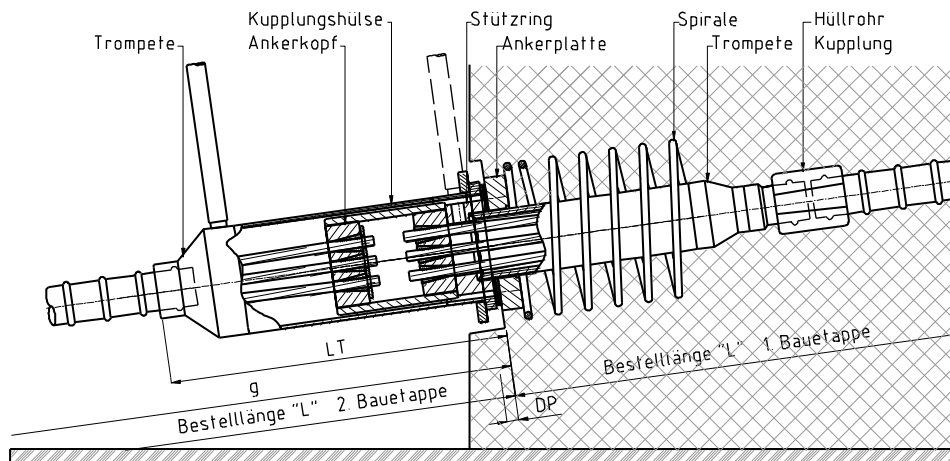
alle Masse in mm

c = Betonüberdeckung (ca. 60 mm)

Rand- und Achsabstände nach Kap. 5.

Keilsicherung bei der festen Verankerung durch Einpressen (Werk) oder Keilplatte (Baustelle).

Längsschnitt (Typ K,isol)



Abmessungen

		Typ K.....,is ol								
		4-06	7-06	12-06	15-06	19-06	22-06	27-06	31-06	
Gerade beidseits der Kupplung	g	700	800	1100	1300	1300	1600			
Ankerplatte Abmessungen	a/a	220	250	310	350	380	440			
	Plattenstärke	d	25	35	45	55	60	70		
Kuppl.hülse	Durchmesser	ø KH	127	160	208	258	280	325		
	Länge	LKH	170	200	220	250	260	300		
Trompete	Durchmesser	ø T	160	180	225	280	315	355		
	Länge	LT	300	400	500	600	700	700		
Einbau	Abschallfläche	s/s	220	280	380	430	450	500	530	550
	Dichtungsplatte	DP	20	20	20	20	20	20	20	
	Verlegewicht	kg	12	22	38	70	80	115		

alle Masse in mm

Keilsicherung durch Einpressen (Werk) oder Keilplatte (Baustelle).

Anhang 2: Angaben zur Ausführung

Inhalt	Seite
1. Allgemeines	1
2. Transport und Lagerung	2
2.1. Werkgefertigte Spannglieder	2
2.2. Baustellengefertigte Spannglieder	2
3. Einbau der Spannglieder	2
3.1. Allgemein	2
3.2. Verlegen von werkgefertigten Spanngliedern	4
3.3. Einbau baustellengefertigter Spannglieder	4
4. Spannvorgang	4
5. Füllgut und Injektionsvorgang	6
6. Abschlussarbeiten	7

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 oder in extremen Hitzeperioden 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 Litzen vereinbart werden.
- Kunststoffhüllrohr
Ähnlich dem Injektionsgut können Kunststoffhüllrohre im Bereich von $+5^{\circ} < T < 35^{\circ} \text{C}$ ohne besondere Massnahmen eingesetzt werden. Ausserhalb dieser Temperaturgrenzen sind geeignete Massnahmen beim Verlegen und Spannen der Spannglieder rechtzeitig einzuplanen.

2. Transport und Lagerung

2.1. Werkgefertigte Spannglieder

Werkgefertigte Litzenspannglieder Stahlton-CONA werden in der Regel auf Bobinen gerollt. Alternative Lieferformen sind "körperlos" oder "auf Haspelkreuz gerollt" (kleine Spanngliedertypen; Einzellitzen auch in Bündeln) 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 øa/øi x B (cm) Spanngliedtyp	Stahlhüllrohr mit wickelbarer Länge			Kunststoffhüllrohr (PP)	
	körperlos, Haspelkreuz 220/180x40	Kl. Bobine ø200/160x70	Gr. Bobine ø230/170x108	Kl. Bobine ø200/160x70	Gr. Bobine ø230/170x108
CONA 1-06	< 200 m	< 300 m	-	-	-
CONA 4-06 / 7-06	-	< 100 m	-	< 80 m	-
CONA 12-06	-	< 70 m	< 150 m	< 50 m	< 120 m
CONA 19-06 / 22-06	-	< 50 m	< 120 m	-	< 95 m
CONA 31-06	-	-	< 70 m	ø255/220x220 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.

2.2. Baustellengefertigte Spannglieder

Bei einer Fertigung der Spannglieder auf der Baustelle werden die Systemkomponenten einzeln angeliefert. Geschlossene Behälter (Ankerköpfe inkl. Zubehör) oder Abdeckblachen (Litzencoil) schützen die Komponenten vor Witterungseinflüssen und Verschmutzungen.

Spannglieder und Spanngliedkomponenten müssen 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 satt anliegend und dicht zu fixieren.

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 schädigenden Stoffe ins Hüllrohrsystem gelangen können.

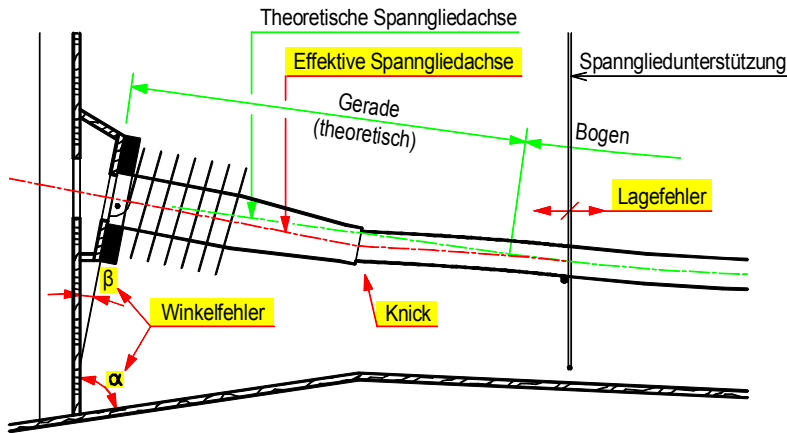


Bild 1: Geometrische Randbedingungen der Verankerungszone



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 Spannfirmen zu melden. Er veranlasst eine fachgerechte Instandstellung.



Bild 3: Anlieferung



Bild 4: Abrollen



Bild 5: Spanngliedunterstützung mit Schutzschale

Quellenangabe: Bilder 1,2,5 aus Richtlinie ASTRA 12010

Die Keile von festen Verankerungen und Kupplungen sind einzupressen mit $P \approx 1.0 \cdot F_{pk}$ oder mit einer Keilplatte zu sichern. Der Zutritt von Bojacke vor dem Spannen ist unbedingt zu vermeiden.

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 Temperaturen unter 0 °C sind Spannglieder in Kunststoffhüllrohren vor dem Abrollen auf ca. $+10\text{ °C}$ 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.

3.3. Einbau baustellengefertigter Spannglieder

Nachdem die Verankerungen (Ankerplatten, Trompeten) versetzt sind, können die Leerhüllrohre auf die Kabelhalter verlegt werden. Die Hüllrohrverbindungen werden mit Kupplungen (Kunststoffhüllrohre) bzw. Muffen (Stahlhüllrohre) sichergestellt.

Die Hüllrohre sind fachgerecht zu sichern, damit die Litzen vor oder nach dem Betonieren eingestossen werden können. Insbesondere bei nachträglichem Einstossen sind die Hüllrohre gegen Auftrieb zu sichern und vor Eindellungen und Beschädigungen zu schützen.

4. Spannvorgang

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

Für das Aufbringen der vollen Vorspannkraft P_0 sind folgende Betonfestigkeiten erforderlich:

- Monolitzenspannglied 1-06 $f_{ck,cube} > 20\text{ N/mm}^2$
- Mehrlitzenspannglied 4-06 bis 31-06 $f_{ck,cube} > 30\text{ N/mm}^2$

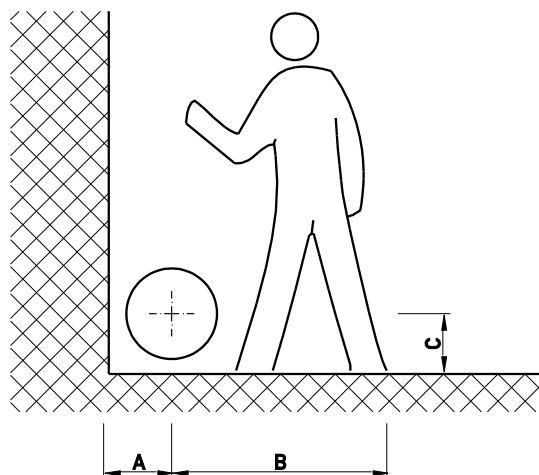
Die verlangte Betonfestigkeit ist am Bauwerk durch die Unternehmung zu verifizieren.

Die Mehrlitzenspannglieder Stahlton-CONA werden mittels doppelwirkenden Zentrumslochpressen gespannt – die Einzellitzen mit einer U-förmigen, aufsetzbaren Zwillingspresse (U24, ZP 300) oder einer Hohlkolbenpresse (SM 240).

Alle Standardpressen verfügen über Einpressvorrichtungen, womit das Setzmass der Keile auf die spezifizierten Werte reduziert werden kann.

Die Kräfte werden durch hydraulische Pumpenaggregate aufgebracht.

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



Skizze Platzbedarf mit Bezeichnungen

Spanngliedtyp Stahlton-CONA	Pressentyp	Gewicht kg	min.Litzen-Überstand mm	Platzbedarf für Spannpresse (mm)			
				A	B	C	L
1-06	U 24	38	500	150	650	70	1'000
	ZP 300	37	350	140	650	60	1'150
	SM 240	25	350	75	650	70	1'500
4-06	M 1090	90	750	170	650	150	1'500
7-06	M 1700	180	850	230	700	200	1'700
12-06	M 3000	340	950	260	750	240	2'000
19-06	M 4800	760	1'200	330	900	310	2'500
22-06	M 4800	760	1'200	330	900	310	2'500
31-06	M 6800	1'200	1'300	400	1'000	350	2'600

Die Stahlton AG erstellt ein Spannprotokoll mit folgenden Angaben:

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

Die Spannwege werden nicht ab der Kraft „Null“ gemessen. Damit der Spannweg nicht durch das Anstrecken des Spannstaahlbündels 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 infolge Schlupf (Keilsetzmass) des Litzenspannsystems Stahlton-CONA beträgt ca.

- | | | |
|------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| • Monolitzenspannglied | 1-06 | ca. 6 mm |
| • Mehrlitzenspannglied | 4-06 bis 31-06 | 3 ÷ 5 mm mit Keileinpresseinrichtung
8 ÷ 10 mm ohne Keileinpresseinrichtung |

Ein Nachspannen der Litzen ist möglich, solange die Litzenüberstände nicht abgeschnitten sind. Es ist jedoch zu beachten, dass ein minimaler Keilversatz von 15 mm erforderlich ist damit die Keile nicht im "alten Keilbiss" haften bleiben.

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.

Bei den beweglichen Verankerungen werden temporäre Injektionshauben zur Entlüftung verwendet oder allenfalls gleich die permanenten Schutzhauben mit Entlüftungstopfen versetzt.

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.