

SpannStahl AG Hinwil

DYWIDAG STABSPANNGLIEDER

DIESE DOKUMENTATION DES DYWIDAG
STABSPANNVERFAHRENS UMFASST TOTAL 17 DRUCKSEITEN
(INKLUSIVE TITELBLATT).

Genehmigt SBB; Bern, den <u>12. Juni 2003</u> Approuvé CFF; Berne, le
--

Inhaltsverzeichnis

- 1. Einleitung**
- 2. Qualitätssicherung**
- 3. Beschreibung des Spannverfahrens**
- 4. Spanngliedkennwerte**
- 5. Verankerungen, Kopplungen**
- 6. Berechnungsgrundlagen und konstruktive Hinweise**

Genehmigt SBB; Bern, den12. Juni 2003....
Approuvé CFF; Berne, le

1. Einleitung

Die vorliegende Dokumentation beschreibt das DYWIDAG Spannverfahren mit Einzelspanngliedern aus Gewindestab, wie es durch die SBB in bezug auf die Erfüllung der Anforderungen der Norm SIA 162 (Ausz. 1993) überprüft wurde.

Die Fremdüberwachung wird mit Zustimmung und Kontrolle durch die EMPA von der FMPA der TU Stuttgart durchgeführt.

Für die Anwendung des Spannverfahrens sind die einschlägigen Bestimmungen der Normen SIA 162 (Ausz. 1993) bzw. 162/1 (Ausz. 1989) zu berücksichtigen.

Genehmigt SBB; Bern, den <u>12. Juni 2003</u> Approuvé CFF; Berne, le
--

2. Qualitätssicherung

Das DYWIDAG Stabspannverfahren aus Einzelstäben der Durchmesser 26,5; 32,0 und 36,0 mm mit doppelseitig aufgewalzten Gewinderippen (Gewindestäbe) ist je nach Land seit über 30 Jahren in Deutschland, Frankreich, den Niederlanden, Italien, Österreich und in der Schweiz allgemein bauaufsichtlich zugelassen. Durch die Einführung der neuen Stahlgüte St 950/1050 – ebenfalls in Deutschland und Österreich bereits zugelassen – wurde eine Anpassung der Schweizer Zulassung erforderlich.

Die Fremdüberwachung für die Anwendung in der Schweiz wird, mit ausdrücklicher Zustimmung und Kontrolle durch die EMPA, durch die FMPA der TU Stuttgart, als amtliche Prüfstelle im Sinne der Norm SIA 162, durchgeführt.

Ein entsprechender Überwachungsvertrag besteht auf Grundlage der Norm SIA 162 zwischen den Partnern:

- DYWIDAG-Systems
International GmbH als Lizenzgeber
- SpannStahl AG als Spannstahlverarbeiter
- FMPA TU Stuttgart als amtliche Prüfstelle.

Für den SpannStahl selber ist der Fremdüberwachungsvertrag direkt zwischen dem SpannStahlhersteller und einer amtlichen Prüfstelle abgeschlossen:

- Stahlwerk Annahütte als SpannStahlhersteller
Max Aicher GmbH
Hammerau
- MPA TU München als amtliche Prüfstelle.

Kontrolle der bedingungsgemäßen Durchführung der Prüfungen nach der Norm SIA 162/1 erfolgt durch die EMPA gemäß dem bestehenden Überwachungsvertrag.

Genehmigt SBB; Bern, den ...12. Juni 2003..... Approuvé CFF; Berne, le

3. Beschreibung des Spannverfahrens

Das DYWIDAG Spannverfahren mit Einzelspanngliedern ("Stabspannverfahren") umfasst Spannglieder aus

- runden Stäben ("**DYWIDAG Gewindestäbe**") der Durchmesser **26,5; 32,0 und 36.0 mm** in der **Stahlgüte St 950/1050** mit doppelseitig aufgewalzten Gewinderippen. Restbestände der alten Stahlgüten St 835/1030 bzw. St 1080/1230 werden entsprechend der auslaufenden Zulassung vom 4. Juni 1996 verarbeitet.

Der Aufbau des Verfahrens gestattet die Herstellung von Spanngliedern im Werk als vorgefertigte Spannglieder oder im Bauwerk selber, als in die vorgängig verlegten Hüllrohre vor oder nach dem Betonieren **eingestossene Spannglieder**.

Sowohl die feste Verankerung als auch die Spannverankerung besteht im Regelfall aus **Muttern**, welche die Spannkraft über:

- **Vollplattenverankerungen quadratisch oder rechteckig**
- **QR-Plattenverankerungen**

auf den Bauwerksbeton abgeben. Bei der einbetonierten QR-Plattenverankerung als feste Verankerung ist die Mutter in der Platte integriert.

Als Spanngliedverbindung ist die feste und die bewegliche Kopplung vorgesehen.

Als **Hüllrohre** werden in der Regel gewickelte Blechhüllrohre verwendet, d.h. entsprechend Kategorie a der ASTRA/SBB-Richtlinie "Massnahmen zur Gewährleistung der Dauerhaftigkeit von Spanngliedern in Kunstbauten" (Aug. 2001). Nach Abstimmung können diese auch durch Kunststoff-Hüllrohre ersetzt werden (Kategorie b).

Der Anwendungsbereich der Hüllrohre mit den kleineren Nennweiten (Tabelle Seite 5) ist beschränkt auf Spannglieder ohne Kopplungen

a) in horizontaler oder schwach geneigter Lage (z.B. in Platten) mit Spanngliedlängen ≤ 18 m und

b) in vertikaler oder stark geneigter Lage (z.B. Schubnadeln) mit Spanngliedlängen ≤ 7 m oder einer Höhendifferenz von ≤ 5 m zwischen den Spanngliedenden (der jeweils kleinere Wert ist maßgebend).

Für alle anderen Spannglieder sind die Hüllrohre mit den größeren Nennweiten (Tabelle Seite 5) anzuwenden.

Die **Achs- und Randabstände** sowie die **Zusatzbewehrung** richten sich nach der verwendeten Betonsorte.

Bei gebogenen Spanngliedern sind die Radien gemäss Tabelle Seite 5 einzuhalten

- Für Radien die größer sind als der mindeste elastische Krümmungsradius gemäss Tabelle Seite 5, ist kaltvorbiegen nicht notwendig
- Für Radien die kleiner als der mindeste elastische Krümmungsradius sind, ist kaltvorbiegen notwendig
- Radien die kleiner als der mindeste Krümmungsradius gemäss Tabelle Seite 5 sind, sind **nicht zulässig**.

Genehmigt SBB; Bern, den 12. Juni 2003
Approuvé CFF; Berne, le

4. Spanngliedkennwerte

Stahlgüte	N/mm ²	950/1050		
Nenndurchmesser	mm	26,5	32,0	36,0
Bruchlast, P _{tk}	kN	579	844	1069
Spannkraft, 0,70 P _{tk}	kN	405	591	748
Überspannen, max. 0,75 P _{tk}	kN	434	633	803
Stahlquerschnitt	mm ²	551	804	1018
Stahlgewicht	kg/m	4,47	6,52	8,25
Gewindedurchmesser	mm	31	36	41
Ganghöhe Gewinde	mm	13	16	18
Hüllrohr klein Ø _i / Ø _a	mm	32/37	38/43	44/49
Hüllrohr gross Ø _i / Ø _a	mm	38/43	44/49	51/56
min. elast. Krümmungsradius	m	23,6	28,5	32,1
min. Krümmungsradius	m	5,3	6,4	7,2

Für die Bemessung ist als Rechenwert (charakteristische Streckgrenze) $f_y = 950 \text{ N/mm}^2$ einzusetzen (Ziffer 3 23 32 Norm SIA 162).

Genehmigt SBB; Bern, den12. Juni.2003.....
Approuvé CFF; Berne, le

5. Verankerungen, Kopplungen

- Vollplattenverankerung quadratisch oder rechteckig
- QR-Plattenverankerungen (Spannanker) und Festanker (einbetoniert)
- Bewegliche Kopplung (Muffenstoss D)
- Feste Kopplung (Muffenstoss G)

Die in den folgenden Typenblättern angegebene **Zusatzbewehrung** darf nicht auf eine statisch erforderliche Bewehrung angerechnet werden. Hingegen darf die über die statisch erforderliche Bewehrung hinausgehende konstruktive Bewehrung, falls sie in der richtigen Lage vorhanden ist, auf die Zusatzbewehrung angerechnet werden.

Die Achs- und Randabstände A bzw. R, sowie die Zusatz- oder Wendelbewehrung richten sich nach der verwendeten Betonsorte.

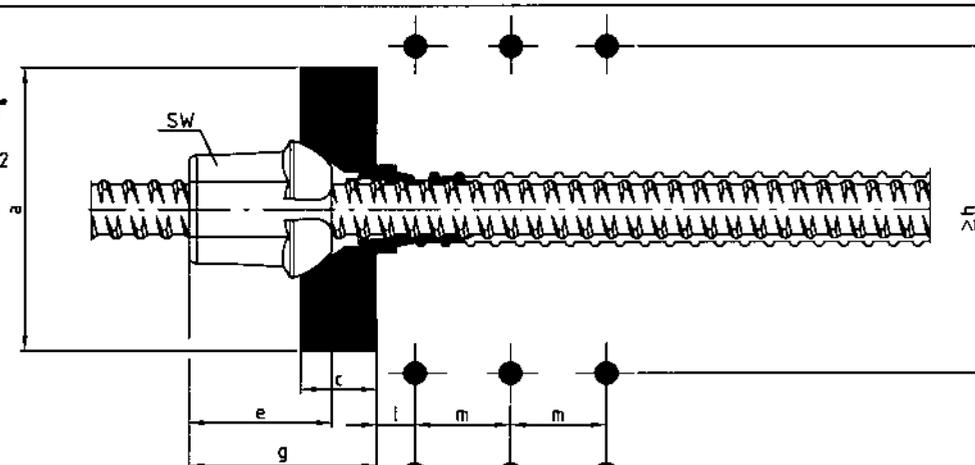
Der **Randabstand** $R = 0,5 A$ + erforderliche Überdeckung gemäss Norm SIA 162, Ziff. 4 32 oder Richtlinie des Bauherren.

Die permanente Schutzhaube gemäß ASTRA/SBB-Richtlinie ist auf Seite 12 dargestellt.

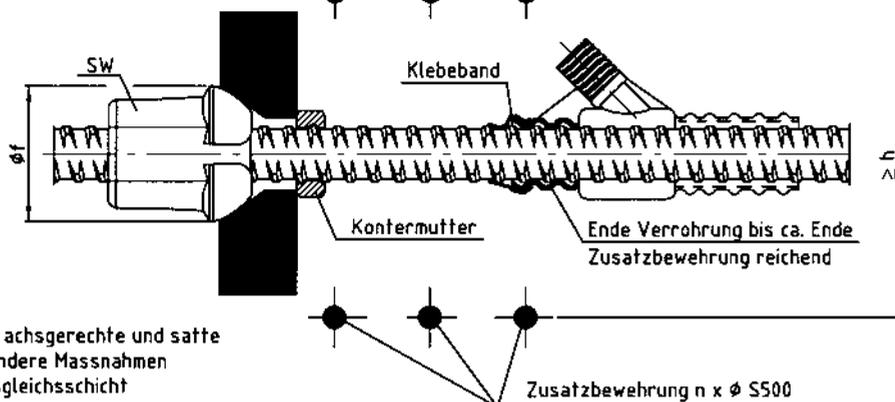
Genehmigt SBB; Bern, den1.2. Juni.2003.... Approuvé CFF; Berne, le

Spannanker

Verpresskappe s. Seite 12



Festanker



Kann im aufgesetzten Zustand der achsgerechte und satte Sitz der Ankerplatte nicht durch andere Massnahmen sichergestellt werden, ist eine Ausgleichsschicht vorzusehen.

Die Verrohrung am Spannanker kann unmittelbar an die Ankerplatte angebracht werden.

 Zusatzbewehrung n x ϕ S500

Abmessungen und Material der Verankerungen

Stabnenn-durchmesser	a	c	e	f	g	SW	Werkstoff Platte	Werkstoff Mutter
26,5	160	35	75	72	105	50	Fe 360	Fe 490-2*
32,0	180	40	90	80	117	60	Fe 360	Fe 490-2*
36,0	200	45	100	90	126	65	Fe 360	Fe 490-2*

*Anstelle von Fe 490-2 kann wahlweise Fe 510 verwendet werden.

Kleinstababstände der Verankerungen

Stabnenn-durchmesser	\geq B35/25 Ach-abstand	\geq B45/35 Ach-abstand	\geq B55/45 Ach-abstand
26,5	230	—	—
32,0	280	—	220
36,0	310	—	—

Zusatzbewehrung S500

Die Zusatzbewehrung ist ausreichend zu verankern.

Stabnenn-durchmesser	\geq B35/25					\geq B45/35					\geq B55/45				
	ϕ	n	h	l	m	ϕ	n	h	l	m	ϕ	n	h	l	m
26,5	12	3	200	20	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32,0	12	4	250	50	50	—	—	—	—	—	12	3	190	20	60
36,0	12	4	280	60	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

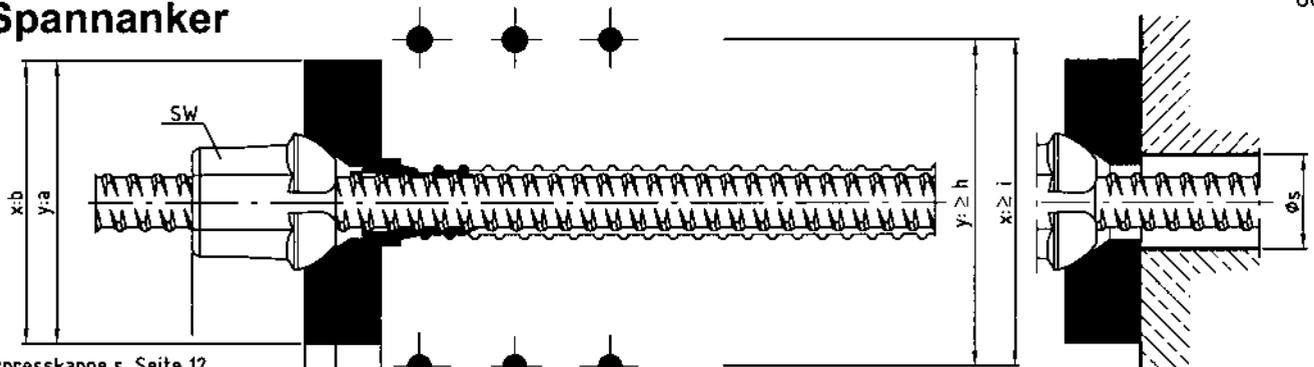
Alle Angaben in mm

DYWIDAG Einzelstabspannglieder Gewindestab St 950/1050

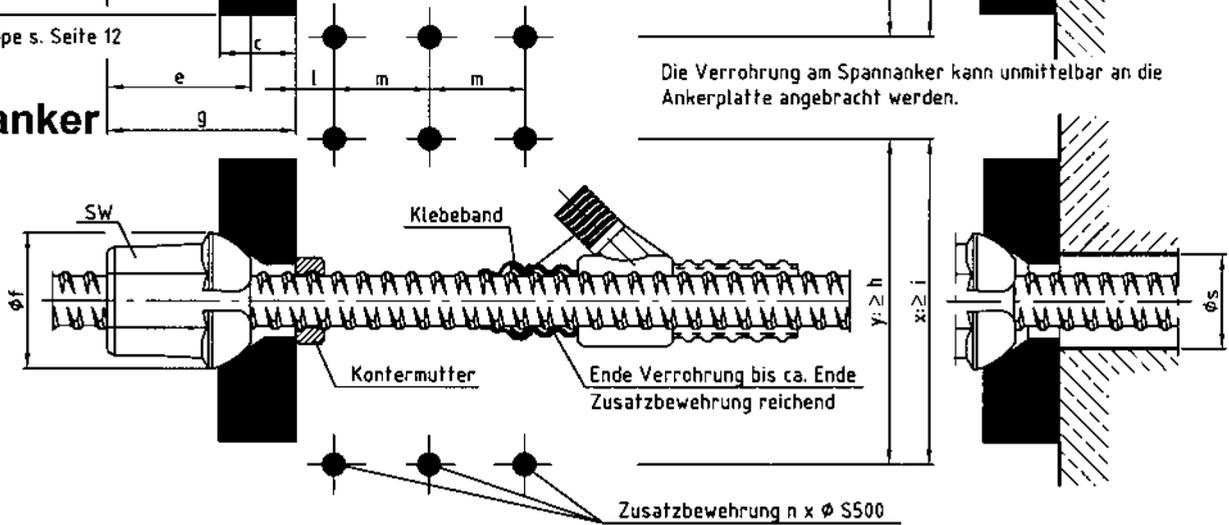
 Vollplattenverankerung,
quadratisch

 Genehmigt SBB; Bern, den 12. Juni 2003
Approuvé CFF; Berne, le

Spannanker



Festanker



Kann im aufgesetzten Zustand der achsgerechte und saftige Sitz der Ankerplatte nicht durch andere Massnahmen sichergestellt werden, ist eine Ausgleichsschicht vorzusehen.

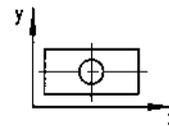
Abmessungen und Material der Verankerungen

Stabnenn- durchmesser	a	b	c	e	f	g	SW	ø _s	Werkstoff Platte	Werkstoff Mutter
26,5	150	180	40	75	72	100	50	32	Fe 490	Fe 490-2*
32,0	150	240	50	90	80	127	60	38	Fe 490	Fe 490-2*
36,0	150	290	50	100	90	140	65	44	Fe 490	Fe 490-2*

Kleinstababstände der Verankerungen

Stabnenn- durchmesser	≥ B35/25 Achsabstand		≥ B45/35 Achsabstand		≥ B55/45 Achsabstand	
	x	y	x	y	x	y
26,5	260	150	220	150	170	150
32,0	410	150	340	150	260	150
36,0	510	150	410	150	310	150

*Anstelle von Fe 490-2 kann wahlweise Fe 510 verwendet werden.



Zusatzbewehrung S500

Die Zusatzbewehrung ist ausreichend zu verankern.

Stabnenn- durchmesser	≥ B35/25						≥ B45/35						≥ B55/45					
	ø	n	h	i	l	m	ø	n	h	i	l	m	ø	n	h	i	l	m
26,5	10	3	120	230	40	80	10	3	120	190	40	80	10	3	120	140	40	80
32,0	10	4	120	380	25	70	10	4	120	310	25	70	10	4	120	230	25	70
36,0	10	4	120	480	25	70	10	4	120	380	25	70	10	4	120	280	25	70

Alle Angaben in mm

DYWIDAG Einzelstabspannglieder
 Gewindestab St 950/1050

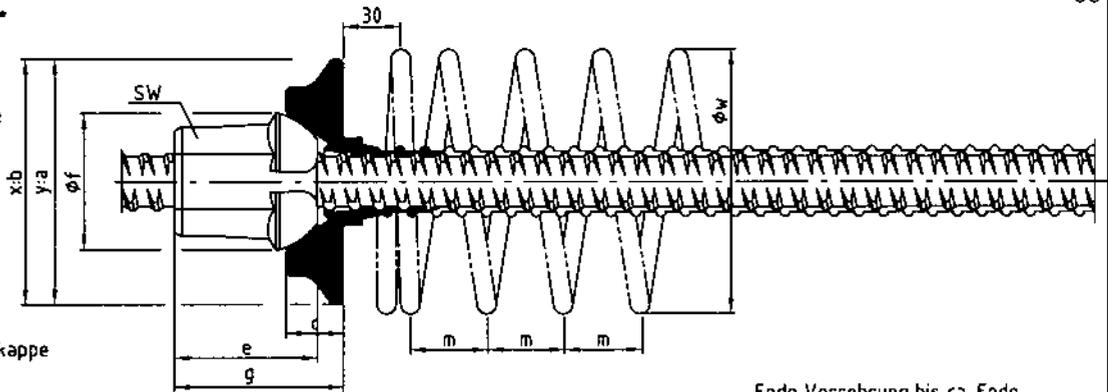
Vollplattenverankerung,
 rechteckig

Genehmigt SBB; Bern, den ...12. Juni.2003....
 Approuvé CFF; Berne, le

Spannanker

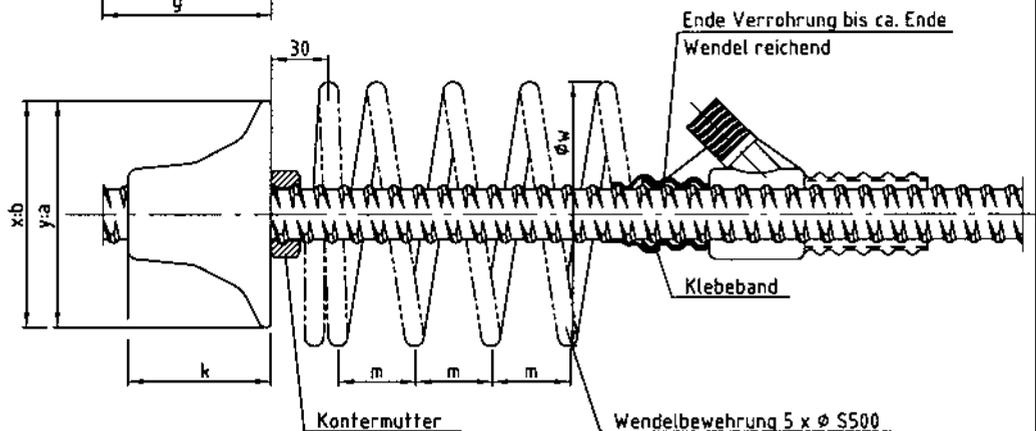
Kann im aufgesetzten Zustand der achsgerechte und satte Sitz der Ankerplatte nicht durch andere Maßnahmen sichergestellt werden, ist eine Ausgleichsschicht aus Zementmörtel vorzusehen.

Spannanker mit Verpresskappe siehe Seite 12.



Festanker

Bei dem nachträglich aufgesetzten Festankerkörper ist eine achsgerechte satte Auflagerung immer durch eine Ausgleichsschicht zu gewährleisten. Der Festankerkörper ist in die Ausgleichsschicht aus Zementmörtel durch handfestes Anspannen auf der Spannankerseite mittels eines Schlüssels einzudrücken. Die Verrohrung läuft dann bis zur Platte, wie beim Spannanker.



Die zentrische Lage der Wendel ist durch Halterungen zu sichern, die gegen das Spannglied abgestützt sind.

Abmessungen und Material der Verankerungen

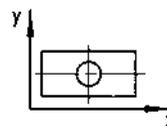
Stabnenn-durchmesser	a	b	c	e	f	g	SW	k	Werkstoff Platte	Werkstoff Mutter
26,5	120	130	30	75	72	90	50	75	C45-TN*	Fe 490-2**
32,0	140	165	35	90	80	105	60	90	C45-TN*	Fe 490-2**
36,0	160	180	40	100	90	115	65	100	C45-TN*	Fe 490-2**

*DIN EN 10083-2: 1996-10

** Anstelle von Fe 490-2 kann wahlweise Fe 510 verwendet werden.

Kleinstabstände der Verankerungen

Stabnenn-durchmesser	≥ B35/25		≥ B45/35		≥ B55/45	
	Achsabstand x	Achsabstand y	Achsabstand x	Achsabstand y	Achsabstand x	Achsabstand y
26,5	210	190	200	180	180	160
32,0	260	230	240	220	220	200
36,0	300	260	270	240	240	220



Wendelbewehrung S500

Die Zusatzbewehrung ist ausreichend zu verankern. (Enden verschweissen oder zusätzlicher Wendelgang)

Stabnenn-durchmesser	≥ B35/25			≥ B45/35			≥ B55/45		
	∅	m	∅ W	∅	m	∅ W	∅	m	∅ W
26,5	10	45	160	10	45	150	10	45	130
32,0	12	50	200	12	50	190	12	50	170
36,0	12	55	230	12	55	210	12	55	190

Alle Angaben in mm

DYWIDAG Einzelstabspannglieder Gewindestab St 950/1050

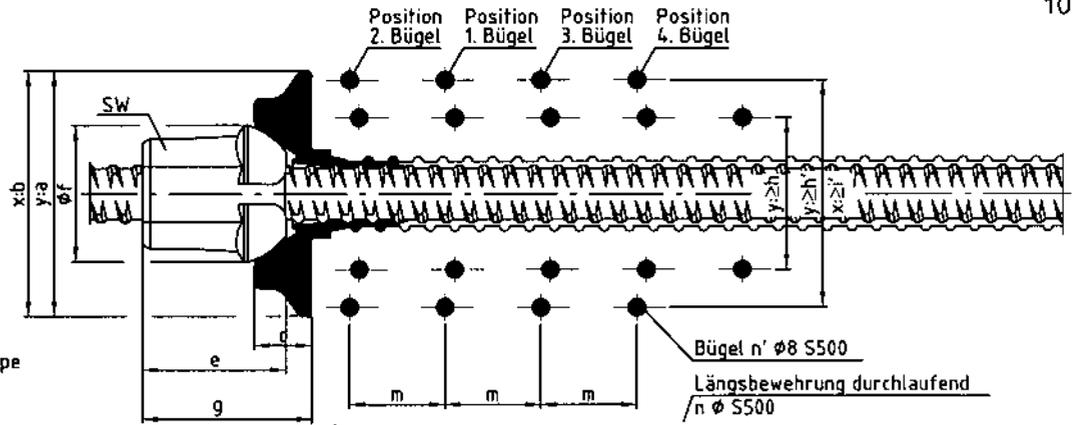
QR- Plattenverankerung
Achsabstände x ~ y

Genehmigt SBB; Bern, den ...12. Juni 2003...
Approuvé CFF; Berne, le

Spannanker

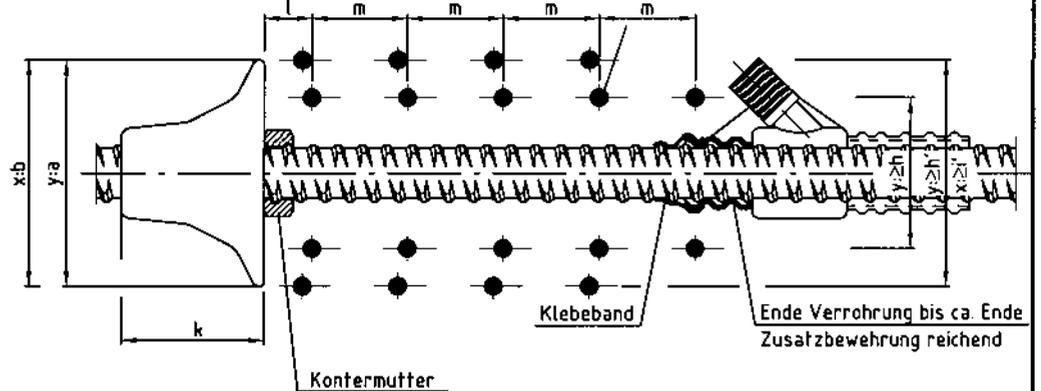
Kann im aufgesetzten Zustand der achsgerechte und satte Sitz der Ankerplatte nicht durch andere Maßnahmen sichergestellt werden, ist eine Ausgleichsschicht aus Zementmörtel vorzusehen.

Spannanker mit Verpresskappe siehe Seite 12.



Festanker

Bei dem nachträglich aufgesetzten Festankerkörper ist eine achsgerechte satte Auflagerung immer durch eine Ausgleichsschicht zu gewährleisten. Der Festankerkörper ist in die Ausgleichsschicht aus Zementmörtel durch handfestes Anspannen auf der Spannankerseite mittels eines Schlüssels einzudrücken. Die Verrohrung läuft dann bis zur Platte, wie beim Spannanker.



Die zentrische Lage der Zusatzbewehrung ist durch Halterungen zu sichern, die gegen das Spannglied abgestützt sind.

Abmessungen und Material der Verankerungen

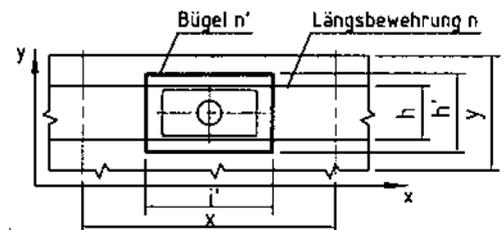
Stabnenn-durchmesser	a	b	c	e	f	g	SW	k	Werkstoff Platte	Werkstoff Mutter
26,5	120	130	30	75	72	90	50	75	C45-TN*	Fe 490-2**
32,0	140	165	35	90	80	105	60	90	C45-TN*	Fe 490-2**
36,0	160	180	40	100	90	115	65	100	C45-TN*	Fe 490-2**

*DIN EN 10083-2: 1996-10

** Anstelle von Fe 490-2 kann wahlweise Fe 510 verwendet werden.

Kleinstabstände der Verankerungen

Stabnenn-durchmesser	≥ B35/25		≥ B45/35		≥ B55/45	
	Achsabstand x	Achsabstand y	Achsabstand x	Achsabstand y	Achsabstand x	Achsabstand y
26,5	320	130	280	130	240	130
32,0	450	150	380	150	320	140
36,0	540	160	460	160	370	160



Zusatzbewehrung S500

Die Zusatzbewehrung ist ausreichend zu verankern.

Stabnenn-durchmesser	≥ B35/25						≥ B45/35						≥ B55/45											
	Längsbewehrung			Bügel			Längsbewehrung			Bügel			Längsbewehrung			Bügel								
Ø	n	h	l	m	n'	h'	i'	Ø	n	h	l	m	n'	h'	i'	Ø	n	h	l	m	n'	h'	i'	
26,5	12	5	80	25	50	3	110	140	12	4	85	25	50	2	110	120	10	4	90	25	60	1	110	100
32,0	12	4	90	25	55	3	130	220	12	5	95	30	50	2	130	185	10	6	100	30	50	1	120	150
36,0	12	6	110	30	55	4	140	300	12	5	115	30	65	3	140	250	12	5	118	35	70	1	140	200

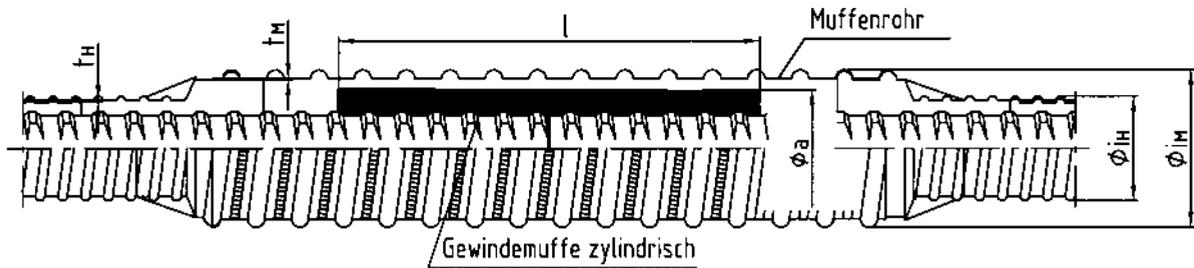
Alle Angaben in mm

DYWIDAG Einzelstabspannglieder Gewindestab St 950/1050

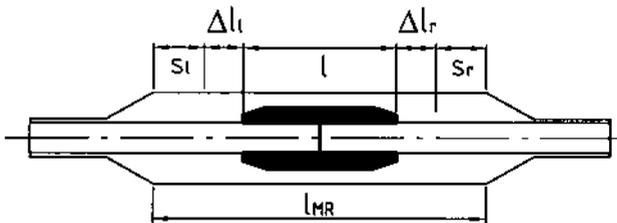
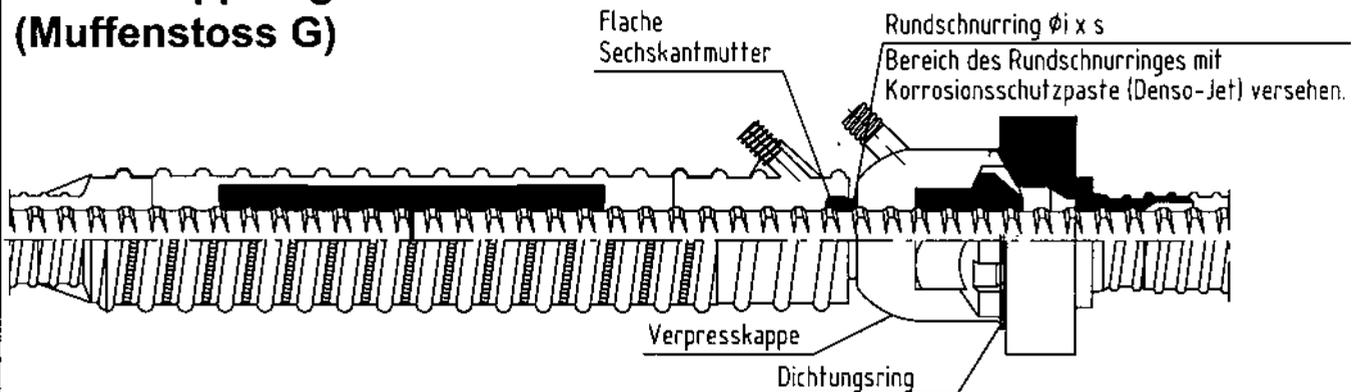
QR- Plattenverankerung
Achsabstände $x \gg y$

Genehmigt SBB; Bern, den 12. Juni 2003...
Approuvé CFF; Berne, le

Bewegliche Kopplung (Muffenstoss D)



Feste Kopplung (Muffenstoss G)



$$l_{MR} = l + \Delta l_l + \Delta l_r + S_l + S_r$$

Definition:

l_{MR} = Muffenrohrlänge

l = Gewindemuffenlänge

$\Delta l_l, \Delta l_r$ = Dehnweg beidseits der Muffe

S_l, S_r = Sicherheitszuschlag ($0,2 \Delta l > 40\text{mm}$)

Abmessungen der Gewindemuffen und Materialgüte

Stabnenn- durchmesser	$\varnothing a$	l	Werkstoff
26,5	55	170	Fe 490-2*
32,0	65	200	Fe 490-2*
36,0	72	210	Fe 490-2*

*Anstelle von Fe 490-2 kann wahlweise Fe 510 verwendet werden.

Abmessungen und Material der Hüllrohre, Rundschnurringe und Muffenrohre

Stabnenn- durchmesser	Hüllrohr**		Rundschnurring			Muffenrohr	
	$\varnothing i / \varnothing a$	t_k	$\varnothing i$	s	Material	$\varnothing i / \varnothing a$	t_k
26,5	32/37	0,26	22	8	CR- Kautschuk	66/73	0,30
32,0	38/43	0,26	26	8		75/85	0,30
36,0	44/49	0,26	30	8		85/96	0,30

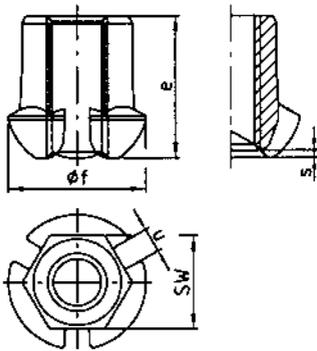
** siehe Seite 5

Alle Angaben in mm

DYWIDAG Einzelstabspannglieder
Gewindestab St 950/1050

Koppelstelle und Verrohrung

Genehmigt SBB; Bern, den 12. Juni 2003
Approuvé CFF; Berne, le

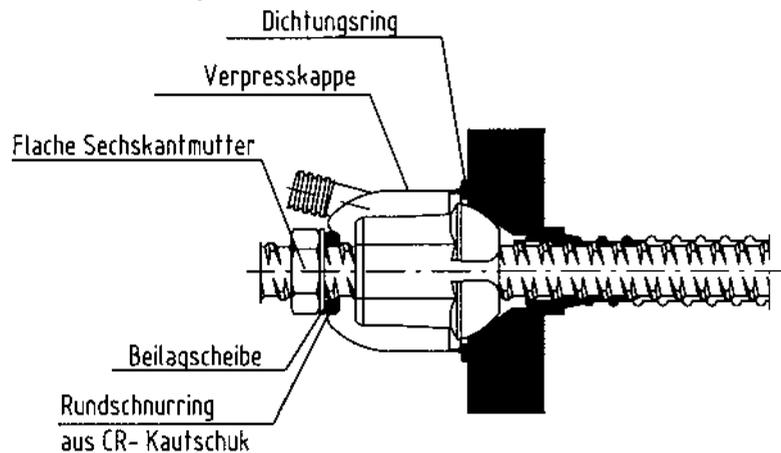


Abmessungen und Material der Kugelbundmutter mit Verpressnuten

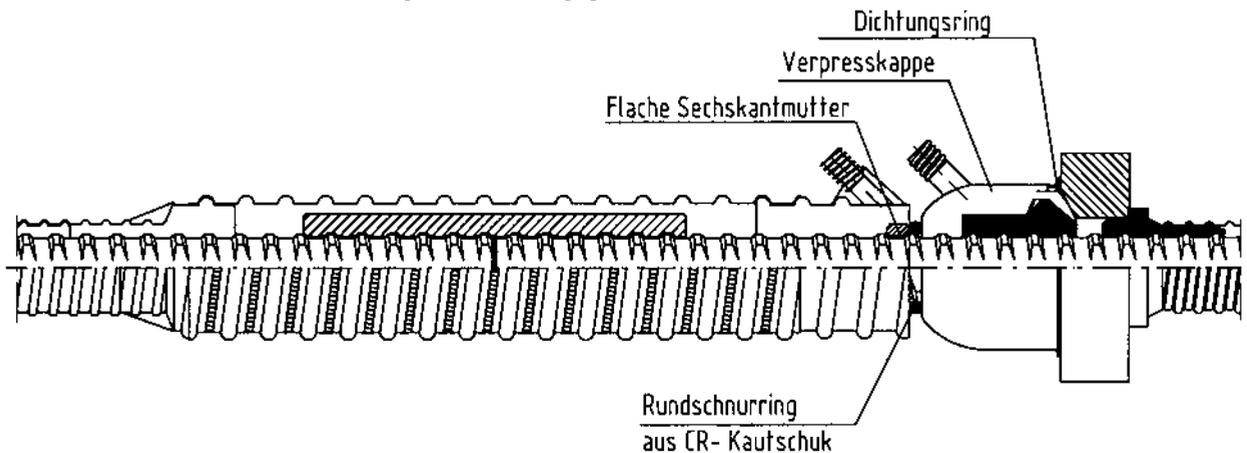
Stabnenn-durchmesser	e	øf	s	u	SW	Werkstoff Mutter
26,5	75	72	4,5	13	50	Fe 490-2*
32,0	90	80	4,5	15	60	Fe 490-2*
36,0	100	90	5	16	65	Fe 490-2*

*Anstelle von Fe 490-2 kann wahlweise Fe 510 verwendet werden.

Verankerung mit Verpresskappe (permanente Schutzhaube)



Muffenstoss G mit Verpresskappe



Stab im Bereich des Rundschnurringes mit Korrosionsschutzpaste (Denso-Jet) versehen!

Alle Angaben in mm

DYWIDAG Einzelstabspannglieder
 Gewindestab St 950/1050

Kugelbundmutter
 mit Verpressnuten

Genehmigt SBB; Bern, den12. Juni 2003....
 Approuvé CFF; Berne, le

6. Berechnungsgrundlagen und konstruktive Hinweise

6.1 Stab

Reibungsbeiwert und Längenzuschlag

Die Spannkraftverluste im Spannglied können in der Regel in der statischen Berechnung bei Unterstützungsabständen von 1,0 m mit folgenden mittleren Reibungsbeiwerten μ und ungewollten Umlenkungswinkeln $\Delta\alpha$ ermittelt werden.

$$\mu = 0,50 (+ 0,10 / - 0,050)$$

$$\Delta\alpha = 0,005 (+ 0,003 / - 0,001)$$

Die angegebenen Werte sind Richtwerte und können nach oben und unten abweichen. Es ist Aufgabe des projektierenden Ingenieurs abzuschätzen, ob das Bauwerk auf allfällige Abweichungen stark reagiert; ist dies der Fall, müssen die Konsequenzen überprüft werden.

Bei kurzen geraden Spanngliedern, bis 5.0 m Länge, kann in der Regel der Reibungsverlust vernachlässigt werden.

Spannstahleigenschaften

Beim verwendeten Spann Stahl handelt es sich um warmgewalzte, aus der Walzhitze wärmebehandelte, gereckte und angelassene Stäbe mit Festigkeits- und Verformungseigenschaften sowie Relaxationsverhalten gemäss folgender Tabelle:

Tabelle 1: Festigkeits- und Verformungseigenschaften für Gewindestab

1	Stahlsorte rund mit Gewinderippen	Festigkeit	950/1050
2	Fliessgrenze $f_{yk 0,1}$	N/mm ²	950
3	Nennwert der Zugfestigkeit f_{tk}	N/mm ²	1050
4	Elastizitätsgrenze $f_{yk 0,01}$	N/mm ²	850
5	Bruchdehnung ϵ_{10}	%	7
6	Gleichmassdehnung ϵ_{GI}	%	5
7	Dorndurchmesser für Faltversuch Biegewinkel 180°		8 x ds
8	Schwingbreite $2\sigma_A (2 \times 10^6)$ bei $0,7 \times f_{tk}$	N/mm ²	180
9	Relaxation: bei $0,7 \times f_{tk}$ und 1000 Std.		≤ 2,5 %

Relaxation

Die Spannstäbe entsprechen der Relaxationsklasse 2 nach SIA-Norm 162. Die Endwerte der Spannungsverluste infolge von Relaxation des Spannstahles sind gemäss Fig. 37 der Norm SIA 162 in Rechnung zu stellen.

Genehmigt SBB; Bern, den1.2. Juni.2003.....
Approuvé CFF; Berne, le

6.2 Verankerungen und Kopplungen

Betonsorten

Die Achs- und Randabstände sowie die Zusatzbewehrung richten sich nach der verwendeten Betonsorte. In den Typenblättern der Verankerungen sind diese Werte in der Regel für die 3 Betonsorten: B 35/25, B 45/35 und B 55/45 nach der Norm SIA 162 tabelliert.

Achsabstände

Die in den Typenblättern angegebenen Achsabstände der Verankerungen dürfen untereinander in einer Richtung bis 15 % verkleinert werden, jedoch nicht auf einen kleineren Wert als den minimalen Abstand der Stäbe der Zusatzarmierung. Dabei sind die Achsabstände in der anderen, senkrecht dazu stehenden Richtung um den gleichen Prozentsatz zu vergrößern.

Bewehrung

Die Aufnahme der im Beton im Bereich der Verankerungen außerhalb der Zusatzarmierung auftretenden Kräfte ist nachzuweisen. Hierbei sind insbesondere die auftretenden Spaltzugkräfte durch geeignete Bewehrung aufzunehmen.

Spanngliederhalter

Der Abstand der Spanngliederhalter soll max. 1,00 m betragen. Bei Krümmungsradien kleiner als 10 m sind die Hüllrohre im Bereich der Spanngliederhaltertraversen mit Halbschalen aus Hart-PE zu unterlegen, für die Traversen ist Rundstahl S 235 zu verwenden und die Spanngliederhalterabstände sollen max. 0,70 m betragen.

Vorspannzeitpunkt

Die max. Vorspannkraft $P_p \leq A_p \times 0,75 \times f_{tk}$ kann aufgebracht werden, wenn die an mindestens 3 Würfelproben ermittelte Festigkeit, der zuletzt für die Verankerungszone verwendeten Betonmischung, gleich oder größer dem Wert $0,9 \times f_{cw,min.}$ der entsprechenden Betonsorte ist.

Die geforderte Festigkeit gilt bei den Mindestwerten der Rand- und Achsabstände. Falls größere Abstände vorhanden sind und/oder früher vorgespannt werden soll, ist bezüglich der min. Festigkeit zum Vorspannzeitpunkt mit der Spannfirmas Rücksprache zu nehmen.

Genehmigt SBB; Bern, den 12. Juni 2003
Approuvé CFF; Berne, le

Schlupf

Bei der Festlegung der Spannwege sind für den Schlupf folgende Werte zu berücksichtigen:

Schlupf (mm)	
QR- und Vollplatten- verankerung	Muffenstoß
1,5	1,5

Schwingbreiten

Ertragene Schwingbreiten für Endverankerungen und Kopplungen:

In Dauerschwingversuchen haben die Spannglieder an den Endverankerungen und an den Kopplungen bei $2,0 \times 10^6$ Lastspielen folgende Schwingbreiten ohne Schaden ertragen:

Ø 26,5 mm Gewindestab	100 N/mm ²
Ø 32,0 mm Gewindestab	80 N/mm ²
Ø 36,0 mm Gewindestab	80 N/mm ²

Genehmigt SBB; Bern, den 12. Juni 2003....
Approuvé CFF; Berne, le