

## Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

### Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten

#### Bautechnisches Prüfamt

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

Mitglied der EOTA, der UEAtc und der WFTAO

Datum:

02.03.2018

Geschäftszeichen:

I 15-1.13.3-6/17

#### Zulassungsnummer:

**Z-13.3-110**

#### Geltungsdauer

vom: **1. Februar 2018**

bis: **2. September 2020**

#### Antragsteller:

**BBR VT International Ltd**

Bahnstraße 23

8603 SCHWERZENBACH/ZURICH

SCHWEIZ

#### Zulassungsgegenstand:

**Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung**

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.  
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 17 Seiten und acht Anlagen.  
Der Gegenstand ist erstmals am 27. August 2004 allgemein bauaufsichtlich zugelassen worden.

## I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Dieser Bescheid ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Dieser Bescheid wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weitergehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", dem Verwender bzw. Anwender Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden ebenfalls Kopien zur Verfügung zu stellen.
- 5 Dieser Bescheid darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen diesem Bescheid nicht widersprechen, Übersetzungen müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Dieser Bescheid wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.
- 7 Dieser Bescheid bezieht sich auf die von dem Antragsteller gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Grundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.
- 8 Dieser Bescheid beinhaltet zugleich eine allgemeine Bauartgenehmigung. Die von diesem Bescheid umfasste allgemeine Bauartgenehmigung gilt zugleich als allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für die Bauart.

## II BESONDERE BESTIMMUNGEN

### 1 Zulassungsgegenstand und Verwendungsbereich

#### 1.1 Zulassungsgegenstand

Der Zulassungsgegenstand sind Spannglieder für externe Vorspannung aus 2 bis 16 kompaktierten Spannstahllitzen, die aus folgenden Teilen bestehen:

- Zugglieder: bauaufsichtlich zugelassene Spannstahllitzen St 1600/1820, Nenndurchmesser 15,2 mm (0,6" bzw. 165 mm<sup>2</sup>) mit einem im Herstellwerk des Antragsstellers aufgetragenen Korrosionsschutzsystem, bestehend aus Korrosionsschutzmasse und Schutzhüllen
- Spann- und Festanker für Spannglieder aus 2, 4, 6, 8, 12 und 16 Spannstahllitzen
- Umlenksattel aus Kunststoff oder Stahl
- Korrosionsschutzsystem
- Bewehrung im Verankerungsbereich

Die Spannstahllitzen werden im Werk mit einem Korrosionsschutzsystem bestehend aus Korrosionsschutzmasse und einer (Schutzhülle Typ 1A oder 1B) oder zwei (Schutzhülle Typ 1A + Schutzhülle 2) aufextrudierten PE-Schutzhülle(n) versehen.

Durch die Schutzhülle Typ 1A oder Typ 1B werden zwei oder vier Litzen zu einfach ummantelten Bändern, durch die Schutzhülle 2 zu doppelt ummantelten Bändern zusammengefasst.

Die Spannglieder können aus einem oder bis zu vier einfach oder doppelt ummantelten Bändern bestehen.

Die Verankerung der Spannstahllitzen in den Ankerkörpern oder Koppelankerkörpern erfolgt durch Ringkeile.

#### 1.2 Verwendungsbereich

Die Spannglieder dürfen zur externen Vorspannung ohne Verbund von Spannbetonbauteilen aus Normalbeton verwendet werden, die nach DIN EN 1992-1-1:2011-01 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 oder DIN EN 1992-2:2010-12 in Verbindung mit DIN EN 1992-2/NA:2013-04 bemessen werden.

Die Spannglieder müssen außerhalb des Betonquerschnitts aber innerhalb der Bauteilhöhe liegen. Die Temperatur im Bereich der Spannglieder darf ohne weiteren Nachweis 40 °C nicht überschreiten.

Eine Verwendung dieser Spannglieder zur externen Vorspannung ohne Verbund von Bauteilen, die nach DIN EN 1993-1-1:2010-12 in Verbindung mit DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12 und DIN EN 1993-1-8:2010-12 in Verbindung mit DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12 bemessen werden, ist ebenfalls möglich, sofern die Bedingungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung eingehalten werden.

Für die Verwendung der Spannglieder mit nur einer PE-Schutzhülle (Typ 1A oder Typ 1B) gelten spezielle Anwendungsregeln, die in einer separaten Zulassung geregelt sind.

## 2 Bestimmungen für das Bauprodukt/die Bauprodukte

### 2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

#### 2.1.1 Allgemeines

Es sind Zubehörteile entsprechend den Anlagen und den Technischen Lieferbedingungen, in denen Abmessungen, Material und Werkstoffkennwerte der Zubehörteile mit den zulässigen Toleranzen und die Materialien des Korrosionsschutzes angegeben sind, zu verwenden. Die Technischen Lieferbedingungen sind beim Deutschen Institut für Bautechnik, der Zertifizierungsstelle und der Überwachungsstelle hinterlegt (Stand Februar 2018). Änderungen am Spannverfahren bedürfen grundsätzlich der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik.

#### 2.1.2 Spannstahl und Bänder

Es dürfen nur 7-drähtige, kompaktierte Spannstahllitzen St 1600/1820 verwendet werden, die mit den folgenden Abmessungen allgemein bauaufsichtlich zugelassen sind:

Spannstahllitze Ø 15,2 mm:

Einzeldrähte (vor dem Kompaktieren):

Außendrahtdurchmesser vor Kompaktieren	$d = 5,6 \text{ mm}$	-0,04 mm +0,06 mm
--	----------------------	----------------------

Kerndrahtdurchmesser vor Kompaktieren	$d' = 5,6 \text{ mm}$	-0,04 mm +0,06 mm
---------------------------------------	-----------------------	----------------------

Litze:

Nenndurchmesser vor Kompaktieren	$3 d \approx 16,8 \text{ mm}$
----------------------------------	-------------------------------

Nenndurchmesser nach Kompaktieren	$3 d \approx 15,2 \text{ mm bzw. } 0,6''$
-----------------------------------	---

Nennquerschnitt	$165 \text{ mm}^2$	-2 % +4 %
-----------------	--------------------	--------------

Es dürfen nur Spannstahllitzen mit sehr niedriger Relaxation verwendet werden.

Die Spannstahllitzen sind im Herstellwerk mit dem Korrosionsschutzsystem, bestehend aus der Korrosionsschutzmasse und einer oder zwei aufextrudierten Schutzhüllen (Schutzhülle Typ 1A oder Typ 1B oder Schutzhülle Typ 1A + Schutzhülle 2) aus PE zu versehen. Die Schutzhülle Typ 1A hat eine minimale Wandstärke von 1,8 mm, die Schutzhülle Typ 1B eine minimale Wandstärke von 2,5 mm. Die Schutzhülle 2 hat eine minimale Wandstärke von 3 mm. (Anlage 7, Abschnitt 2). Die von der Korrosionsschutzmasse und dem Material der Schutzhülle / Schutzhüllen zu erfüllenden Anforderungen, sind in den unter 2.1.1 genannten Technischen Lieferbedingungen enthalten.

Wird auf die Spannstahllitzen die Schutzhülle 2 aufgebracht, so können hierfür nur Spannstahllitzen verwendet werden, die mit Schutzhülle Typ 1A ummantelt sind.

#### 2.1.3 Ringkeile

Es dürfen nur die auf Anlage 8 angegebenen Ringkeile verwendet werden (entsprechen den hinterlegten Unterlagen und dem Prüfplan, Stand Februar 2018).

#### 2.1.4 Ankerplatten und Ankerkörper

Für die Verankerung der Spannstahllitzen im Beton sind Ankerplatten und Ankerkörper mit Abmessungen nach den Anlagen 3 zu verwenden (entsprechen den hinterlegten Unterlagen und dem Prüfplan, Stand Februar 2018).

Die Bohrlochausgänge der Ankerkörper müssen entgratet sein. Die konischen Bohrungen der Ankerkörper müssen sauber und rostfrei und mit einer Korrosionsschutzmasse versehen sein.

### 2.1.5 Wendel und Bügelbewehrung

Die in Anlage 3 angegebenen Abmessungen und Stahlsorten der Wendel und Bügelbewehrung im Verankerungsbereich sind einzuhalten. Die Endgänge der Wendel sind geschlossenen Ringen zu verschweißen. Die Verschweißung der Endgänge der Wendel kann an den inneren Enden entfallen, wenn die Wendel dafür um  $1\frac{1}{2}$  zusätzliche Gänge verlängert wird.

Die zentrische Lage der Wendel ist entsprechend Abschnitt 3.2 zu sichern.

### 2.1.6 Verankerung

Die Ausbildung der Verankerungen ist auf den Anlagen 3 und 4 dargestellt. Die Trompete am Spann- und Festanker ist so auszubilden, dass der Umlenkwinkel der Spannstahlritzen ab Ankerkörper maximal  $1,5^\circ$  beträgt. Ansonsten sind die Spannglieder im Verankerungsbereich knickfrei zu führen.

An den Enden der Verankerungen (Austritt aus den Querträgern) sind zusätzliche Umlenkungen  $\alpha_{\text{Reserve}}$  von mindestens  $3^\circ$  vorzusehen (siehe Anlagen 3 und 4), die knickfreie Abweichungen der Spanngliedachse von der planmäßigen Lage bis zu diesem Winkel ermöglichen. Auch für diese zusätzlichen Umlenkungen sind die Mindestradien nach Anlage 7, Abschnitt 4.2 einzuhalten.

### 2.1.7 Korrosionsschutz im Bereich der Verankerungen

An den Endverankerungen ist der nicht durch PE-Schutzhüllen (Schutzhülle 1) geschützte Bereich der Spannstahlritzen durch Übergangsröhrchen, Schutzkappe usw. vollständig zu umhüllen.

Im Endzustand muss die Einbindelänge von Schutzhülle 1 (Monolitzenmantel) in die Übergangsröhrchen  $\geq 100$  mm und von Schutzhülle 2 (äußere Bandhülle) in die Trompeten  $\geq 500$  mm sein (siehe Anlagen 3 bis 5).

Die Abdichtungen sind sorgfältig auszuführen. Die Hohlräume müssen vollständig mit den auf Anlage 8 angegebenen Korrosionsschutzmassen verfüllt sein.

### 2.1.8 Umlenkstücke der Verankerungen und Umlenksättel

Die Umlenksättel sind wie auf Anlage 6 angegeben auszuführen. Die angegebenen Mindestradien dürfen nicht unterschritten werden. Im Umlenkbereich darf an keiner Stelle der in Abhängigkeit von den verwendeten Bändern angegebene minimale Umlenkradius unterschritten werden. Der minimale Umlenkradius ist auch im Bereich aller vorzusehenden trompetenartigen Aufweitungen einzuhalten. Liegen die Bänder nicht seitlich an, so werden die Bandlagen dauerhaft mittels seitlich eingebauter Futterplatten gestützt. Dabei ist auf jeder Seite auf jeweils mindestens 300 mm Länge im Umlenksattel auszufüttern.

An den Enden der Umlenkstellen (Austritt aus den Querträgern) sind zusätzliche Umlenkungen  $\alpha_{\text{Reserve}}$  von mindestens  $3^\circ$  vorzusehen (siehe Anlage 6), die knickfreie Abweichungen der Spanngliedachse von der planmäßigen Lage bis zu diesem Winkel ermöglichen. Auch für diese zusätzlichen Umlenkungen sind die Mindestradien nach Anlage 7 Abschnitt 4.2 einzuhalten.

### 2.1.9 Korrosionsschutz der freiliegenden Stahlteile

Die nicht ausreichend durch Betonüberdeckung (mindestens 5 cm) oder Korrosionsschutzmassen geschützten Flächen aller stählernen Teile (Stahl oder Guss) sind durch eines der folgenden Schutzsysteme nach DIN EN ISO 12944-5 gegen Korrosion zu schützen:

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

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

### 2.1.10 Beschreibung des Spannverfahrens

Der Aufbau der Spannglieder, die Ausbildung der Verankerungen, der Umlenksättel, die Verankerungsteile und der Korrosionsschutz müssen der beiliegenden Beschreibung und den Zeichnungen entsprechen. Die darin angegebenen Maße und Materialeigenschaften sowie der darin beschriebene Herstellungsvorgang der Spannglieder und des Korrosionsschutzes sind einzuhalten.

## 2.2 Herstellung, Transport, Lagerung und Kennzeichnung

### 2.2.1 Allgemeines

Auf eine sorgfältige Behandlung der umhüllten Spannstahlilitzen bei der Herstellung der Fertigspannglieder und bei Transport und Lagerung ist zu achten.

Fertigspannglieder müssen in einer geschlossenen Halle hergestellt werden. Die fertigen Spannglieder dürfen nur als abgedichtete Bänder das Herstellwerk verlassen. Die Spannglieder sind durch den Bauleiter des Unternehmens oder dessen fachkundigen Vertreter bei Anlieferung auf Transportschäden (sichtbare Schäden an Hüllrohren und Ankern) zu überprüfen.

Siehe auch DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

### 2.2.2 Krümmungshalbmesser der Spannglieder beim Transport

Der Krümmungshalbmesser darf 0,55 m nicht unterschreiten. Außerdem sind die Angaben der Zulassungen der verwendeten Spannstahlilitzen zu beachten.

### 2.2.3 Kennzeichnung

Jeder Lieferung der unter Abschnitt 2.3.2 angegebenen Zubehörteile ist ein Lieferschein mitzugeben, aus dem u.a. hervorgeht, für welche Spanngliedtypen die Teile bestimmt sind und von welchem Werk sie hergestellt wurden. Mit einem Lieferschein dürfen Zubehörteile nur für eine einzige, im Lieferschein zu benennende Spanngliedtype geliefert werden.

Bei der Auslieferung von Fertigspanngliedern sind folgende Unterlagen beizufügen:

- Lieferschein mit Angabe von Bauvorhaben, Spanngliedgröße, Positionsnummer der Spannglieder, Fertigungs- und Auslieferungsdatum und der Bestätigung, dass die Spannglieder güteüberwacht sind. Der Lieferschein muss auch die Angaben der Anhängeschilder der jeweils verwendeten Spannstähle enthalten.
- bei Verwendung von Restmengen oder Verschnitt die Angabe der Herkunft.
- Lieferzeugnisse für den Spannstahl und Lieferscheine für die Zubehörteile mit Angabe der hierfür fremdüberwachenden Stelle.

Der Lieferschein des Bauprodukts muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder gekennzeichnet werden. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 Übereinstimmungsnachweis erfüllt sind.

Der Hersteller ist dafür verantwortlich, dass alle erforderlichen Komponenten des Spannverfahrens in Übereinstimmung mit der geltenden Zulassung auf die Baustelle geliefert und sachgemäß übergeben werden. Dies gilt auch für die zur Ausführung benötigte Spezialausrüstung (Pressen, Einpressgeräte usw.), sofern diese nicht durch die ausführende Spezialfirma selbst gestellt wird.

## 2.3 Übereinstimmungsbestätigung

### 2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung des Bauprodukts (Zubehörteile, Bänder und Fertigspannglieder) mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung und den Technischen Lieferbedingungen muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung des Bauprodukts nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauprodukts eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einschließlich Produktprüfung einzuschalten.

Die Erklärung, dass ein Übereinstimmungszertifikat erteilt ist, hat der Hersteller durch Kennzeichnung der Bauprodukte mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) unter Hinweis auf den Verwendungszweck abzugeben.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

Beim Deutschen Institut für Bautechnik, der Zertifizierungsstelle und der Überwachungsstelle sind die Technischen Lieferbedingungen (Stand Februar 2018), in denen Abmessungen, das Material und Werkstoffkennwerte der Zubehöerteile mit den zulässigen Toleranzen und die Materialien des Korrosionsschutzes angegeben sind, hinterlegt.

## 2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

### 2.3.2.1 Allgemeines

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die in den folgenden Abschnitten 2.3.2.2 bis 2.3.2.7 aufgeführten Maßnahmen einschließen.

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

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und, soweit zutreffend, Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

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

Der technische Bereich des Herstellers muss über einen Ingenieur mit mindestens fünf Jahren Berufserfahrung im Spannbetonbau verfügen. Maßgebende technische Fachkräfte, die mit Arbeiten an dem Spannverfahren betraut sind, sollten mindestens über drei Jahre Berufserfahrung im Spannbetonbau verfügen.

Der Hersteller muss folgende Unterlagen in jeweils aktueller Fassung bereithalten:

Dokumentation über die betrieblichen Voraussetzungen, aus der mindestens folgende Punkte hervorgehen:

- Aufbau des technischen Bereichs und Verantwortlichkeiten der Mitarbeiter,

## Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Nr. Z-13.3-110

Seite 8 von 17 | 2. März 2018

- Nachweis der Qualifikation des eingesetzten Personals,
- Nachweis der regelmäßig durchgeführten Schulungen,
- Ansprechpartner in Bezug auf das Spannverfahren,
- Kontroll- und Ablagesystem.

Allgemeine Verfahrensbeschreibung für die ausführende Spezialfirma, die mindestens Folgendes umfasst:

- Aktuelle Fassung der Zulassung und Beschreibung des Spannverfahrens,
- Vorgaben für Lagerung, Transport und Montage,
- Arbeitsanweisungen für Montage- und Vorspannprozesse einschließlich Maßnahmen zum Korrosionsschutz (auch temporär),
- Angaben zum Schweißen im Bereich der Spannglieder,
- Zusammenstellung der zu beachtenden Sicherheits- und Arbeitsschutzaspekte,
- Allgemeiner Qualitätssicherungsplan,
- Schulungsprogramm für das mit Vorspannarbeiten betraute Baustellenpersonal<sup>1</sup>.

Der Hersteller trägt die Verantwortung für die Autorisierung der ausführenden Spezialfirmen. Kann der Hersteller die an ihn gerichteten Anforderungen nicht erfüllen, gelten sie für den Antragsteller. Antragsteller und Hersteller dürfen auch eine Aufgabenteilung vereinbaren.

### 2.3.2.2 Ringkeile

Der Nachweis der Material- und Keileigenschaften ist durch Abnahmeprüfzeugnis "3.1" nach DIN EN 10204 zu erbringen.

An mindestens 5 % aller hergestellten Keile sind folgende Prüfungen auszuführen:

- a) Prüfung der Maßhaltigkeit und
- b) Prüfung der Oberflächenhärte

An mindestens 0,5 % aller hergestellten Keile sind die Einsatzhärte und die Kernhärte zu prüfen.

Alle Verankerungskeile sind mit Hilfe einer Ja/Nein-Prüfung nach Augenschein auf Beschaffenheit der Zähne, der Konusoberfläche und der übrigen Flächen zu prüfen (hierüber sind keine Aufzeichnungen erforderlich).

### 2.3.2.3 Ankerkörper

Der Nachweis der Materialeigenschaften ist durch Abnahmeprüfzeugnis "3.1" nach DIN 10204 zu erbringen.

An mindestens 5 % der Ankerkörper sind die Abmessungen zu prüfen.

Alle konischen Bohrungen der Ankerkörper zur Aufnahme der Ringkeile sind mit Hilfe einer Ja/Nein-Prüfung bezüglich Winkel, Durchmesser und Oberflächengüte zu überprüfen.

Darüber hinaus ist jeder Ankerkörper mit Hilfe einer Ja/Nein-Prüfung auf Abmessungen und grobe Fehler nach Augenschein zu überprüfen (hierüber sind keine Aufzeichnungen erforderlich).

### 2.3.2.4 Ankerplatten

Der Nachweis der Materialeigenschaften ist durch Werkszeugnis "2.2" nach DIN EN 10204 zu erbringen. An mindestens 3 % der Ankerplatten sind die Abmessungen zu prüfen. Darüber hinaus ist jede Ankerplatte mit Hilfe einer Ja/Nein-Prüfung auf Abmessungen und grobe Fehler nach Augenschein zu überprüfen (hierüber sind keine Aufzeichnungen erforderlich).

<sup>1</sup>

Siehe auch: CEN Workshop Agreement (CWA): Requirements for the installation of post-tensioning kits for prestressing of structures and qualification of the specialist company and its personnel, Anhang B, Brüssel 2002

#### **2.3.2.5 Korrosionsschutz der Spannstahllitzen, Ausgangsmaterialien**

Der Nachweis, dass die Ausgangsmaterialien des Korrosionsschutzes (PE-Granulat, Korrosionsschutzfett) den Technischen Lieferbedingungen entsprechen, ist durch Abnahmeprüfzeugnis "3.1" nach DIN EN 10204 zu erbringen.

#### **2.3.2.6 Korrosionsschutz der Spannstahllitzen, Endprodukt (Spezifikationen nach den Technischen Lieferbedingungen)**

##### **2.3.2.6.1 Korrosionsschutzmäntel (PE-Schutzhüllen Typ 1A, Typ 1B und 2)**

Die Prüfungen sind nach dem, beim DIBt hinterlegten Prüfplan (Stand Februar 2018) vorzunehmen.

##### **2.3.2.6.2 Korrosionsschutzmasse**

Die Prüfungen sind nach dem, beim DIBt hinterlegten Prüfplan (Stand Februar 2018) vorzunehmen.

#### **2.3.2.7 Korrosionsschutzmassen und Korrosionsschutzbinden für die Verankerungsbereiche**

Der Nachweis der Materialeigenschaften der Korrosionsschutzmassen und der Korrosionsschutzbinden für die Verankerungsbereiche (Endverankerungen) ist durch Werksbescheinigung "2.1" nach DIN EN 10204 zu erbringen.

#### **2.3.2.8 Abmessungen der Zubehörteile (Rohre, Kappen usw.) des Korrosionsschutzsystems**

Die Abmessungen der Zubehörteile sind stichprobenweise je Lieferlos zu überprüfen.

### **2.3.3 Fremdüberwachung**

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch halbjährlich.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung des Bauprodukts durchzuführen und können auch Proben für Stichprobenprüfungen entnommen werden. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Stelle.

Im Rahmen der Fremdüberwachung sind auch die Prüfungen nach dem, beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Prüfplan (Stand Februar 2018) vorzunehmen.

Die Messungen der Mindestwanddicken der PE-Schutzhüllen Typ 1A, Typ 1B und 2 sind nach dem beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegten Prüfplan (Stand Februar 2018) durchzuführen.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

## **3 Bestimmungen für die Anwendung des Zulassungsgegenstandes**

### **3.1 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung**

#### **3.1.1 Allgemeines**

##### **3.1.1.1 Einbetonierte Verankerungen**

Für Entwurf und Bemessung von mit diesen Spanngliedern vorgespannten Bauteilen gilt DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA oder DIN EN 1992-2 in Verbindung mit DIN EN 1992-2/NA. Die Begrenzung der planmäßigen Vorspannkraft nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 5.10.2.1 ist zu beachten.

### 3.1.1.2 Auf Beton- und Stahlkonstruktionen aufgesetzte Verankerungen

Für den Entwurf und die Bemessung der Ankerplatten und der zur Halterung und Auflagerung der Verankerung der Spannglieder dienenden Stahlbauteile gilt DIN EN 1993-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1993-1-1/NA und DIN EN 1993-1-8 in Verbindung mit DIN EN 1993-1-8/NA. Die Bauteile sind für die 1,1-fache Nennbruchkraft des Spanngliedes ( $F_d = 1,1 F_{pk}$ ) zu bemessen. Spannungen und Verformungen in den tragenden Stahlbauteilen müssen bei der maximal auftretenden Vorspannkraft innerhalb der jeweils vorgegebenen zulässigen Grenzwerte liegen.

Für den Entwurf und die Bemessung der Last abtragenden Betonbauteile gilt DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA oder DIN EN 1992-2 in Verbindung mit DIN EN 1992-2/NA. Die Bauteile sind für die 1,1-fache Nennbruchkraft des Spanngliedes ( $F_d = 1,1 F_{pk}$ ) zu bemessen.

### 3.1.2 Zulässige Vorspannkraft

Am Spannende darf nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 5.10.2.1(1), Gleichung (5.41) die aufgebrachte Kraft  $P_{max}$  die in der Tabelle 1 aufgeführte Kraft  $P_{max} = 0,9 A_p f_{p0,1k}$  nicht überschreiten. Ein Überspannen nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 5.10.2.1(2) ist auszuschließen. Der Mittelwert der Vorspannkraft  $P_{m0(x)}$  unmittelbar nach dem Absetzen der Pressenkraft auf die Verankerung darf nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 5.10.3(2), Gleichung (5.43) die in Tabelle 1 aufgeführte Kraft  $P_{m0(x)} = 0,85 A_p f_{p0,1k}$  an keiner Stelle überschreiten.

Tabelle 1: Zulässige Vorspannkraft

Spannglied	Anzahl Litzen	Vorspannkraft St 1600/1820 $f_{p0,1k} = 1560 \text{ N/mm}^2$	
		$P_{m0(x)}$ [kN]	$P_{max}$ [kN]
1x02-165	2	438	463
2x02-165 1x04-165	4	875	927
3x02-165	6	1313	1390
2x04-165 4x02-165	8	1750	1853
3x04-165	12	2625	2780
4x04-165	16	3501	3707

Abweichend von DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 7.2 (NA.6) darf der Mittelwert der Spannstahlspannung unter der seltenen Einwirkungskombination den Wert  $0,75 f_{pk}$  nicht überschreiten.

### 3.1.3 Dehnungsbehinderung des Spanngliedes

Die Spannkraftverluste im Spannglied können in der Regel in der statischen Berechnung mit den auf Anlage 7, Abschnitt 4.3 angegebenen Reibungsbeiwerten ermittelt werden. Der ungewollte Umlenkwinkel darf mit  $k = 0$  angesetzt werden.

### 3.1.4 Krümmungshalbmesser der Spannglieder an den Umlenkstücken der Verankerungen und Umlenksätteln und innere Gleitung

Die kleinsten zulässigen Krümmungshalbmesser sind Anlage 7, Abschnitt 4.2, zu entnehmen.

Es ist zu beachten, dass die Bänder sich aufgrund ihrer Geometrie anders bei der Biegung um die x-Achse (um die breite Seite, siehe Anlage 6) als bei der Biegung um die y-Achse (um die schmale Seite, siehe Anlage 6) verhalten. Bei Umlenkung um die schmale Seite der Bänder (um die y-Achse) darf der Umlenkradius den Wert von 10 m nicht unterschreiten unabhängig davon, wie groß der Umlenkradius um die breite Seite ist. Anlage 7, Abschnitt 4.2 ist zu beachten.

Ein Nachweis der Spannstahlrandspannungen in Krümmungen braucht bei Einhaltung dieser Halbmesser nicht geführt zu werden.

Die Aufnahme der Umlenkkräfte durch das Bauwerk ist statisch nachzuweisen.

Die innere Gleitung an der Umlenkstelle aus Vorspannen, Nachspannen und evtl. Ablassen der Vorspannkraft darf in Abhängigkeit vom Umlenkradius und der Anzahl der Bänder die zulässigen Werte nach Anlage 7, Abschnitt 4.2 nicht überschreiten.

### 3.1.5 Betonfestigkeit

Zum Zeitpunkt der Eintragung der vollen Vorspannkraft muss der Normalbeton im Bereich der Verankerung eine Mindestfestigkeit von  $f_{cmj,cube}$  bzw.  $f_{cmj,cyl}$  entsprechend Tabelle 2 und den Anlagen aufweisen. Die Festigkeit ist durch mindestens drei Probekörper (Würfel mit 150 mm Kantenlänge oder Prüfcylinder), die unter den gleichen Bedingungen wie das vorzuspannende Bauteil zu lagern sind, als Mittelwert der Würfel- bzw. Zylinderdruckfestigkeit nachzuweisen, wobei die drei Einzelwerte um höchstens 5 % voneinander abweichen dürfen.

Sofern nicht genauer nachgewiesen, darf die charakteristische Festigkeit des Betons zum Zeitpunkt  $t_j$  der Eintragung der Vorspannkraft aus den Werten der Spalte 2 von Tabelle 2 wie folgt berechnet werden:

$$f_{ck,t_j} = f_{cmj,cyl} - 8$$

Tabelle 2: Prüfkörperfestigkeit  $f_{cmj}$

$f_{cmj,cube}$ in N/mm <sup>2</sup>	$f_{cmj,cyl}$ in N/mm <sup>2</sup>
34	27
40	32

Für ein Teilvorspannen mit 30 % der vollen Vorspannkraft beträgt der Mindestwert der nachzuweisenden Betondruckfestigkeit  $0,5 f_{cmj,cube}$  bzw.  $0,5 f_{cmj,cyl}$ ; Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

### 3.1.6 Abstand der Spanngliedverankerungen, Betondeckung

Die auf Anlage 3 angegebenen minimalen Abstände der Spanngliedverankerungen dürfen nicht unterschritten werden. Die Abstände gelten auch dann, wenn kleinere Vorspannkraft als nach Abschnitt 3.2 eingetragen werden.

Abweichend von den in Anlage 3 angegebenen Werten dürfen die Achsabstände der Verankerungen in einer Richtung bis zu 15 %, jedoch nicht auf einen kleineren Wert als den minimalen Abstand der Stäbe der Zusatzbewehrung bzw. den Wendelaußendurchmesser, verkleinert werden. Dabei sind die Achsabstände in der anderen, senkrecht dazu stehenden Richtung um den gleichen Prozentsatz zu vergrößern.

Alle Achs- und Randabstände sind nur im Hinblick auf die statischen Erfordernisse festgelegt worden; daher sind zusätzlich die in anderen Normen und Richtlinien - insbesondere in DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA oder DIN EN 1992-2 in Verbindung mit DIN EN 1992-2/NA - angegebenen Betondeckungen der Betonstahlbewehrung bzw. der stählernen Verankerungsteile zu beachten.

### 3.1.7 Mindesttrompetenlänge

Die Mindesttrompetenlänge ergibt sich aus der Forderung, dass keine der Litzen beim Austritt aus dem Ankerkörper um einen größeren Winkel als  $1,5^\circ$  geknickt werden darf. Dabei ist auch bei Verankerungen ohne planmäßige Umlenkungen davon auszugehen, dass das Spannglied am Ende des Umlenkstücks mit den Mindestradien nach Anlage 7, Abschnitt 4.2 um  $\alpha_{\text{Reserve}} = 3^\circ$  umgelenkt wird (s. auch Abschnitt 3.1.4, letzter Absatz).

### 3.1.8 Weiterleitung der Kräfte im Bauwerkbeton, Bewehrung im Verankerungsbereich

Die Eignung der einbetonierten Verankerung nach Anlage 3 für die Überleitung der Spannkkräfte auf den Bauwerkbeton ist nachgewiesen.

Die Aufnahme der im Bauwerkbeton im Bereich der Verankerung außerhalb der Wendel auftretenden Kräfte ist nachzuweisen. Hierbei sind insbesondere die auftretenden Spaltzugkräfte durch geeignete Querbewehrung aufzunehmen (in den Anlagen nicht dargestellt).

Die in den Anlagen 3 und 8 angegebenen Stahlsorten und Abmessungen der Wendel und Zusatzbewehrung (Bügel) sind einzuhalten.

Die in Anlage 3 angegebene Zusatzbewehrung darf nicht auf eine statisch erforderliche Bewehrung angerechnet werden. Über die statisch erforderliche Bewehrung hinaus in entsprechender Lage vorhandene Bewehrung darf jedoch auf die Zusatzbewehrung angerechnet werden.

Die Zusatzbewehrung besteht aus geschlossenen Bügeln mit verschweißten Bügelschlössern oder einer gleichwertigen Bewehrung (Steckbügel, Bügel nach DIN EN 1992-1-1/NA, Bild NA.8.5 e) oder h) oder nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 8.4 verankerte Bewehrungsstäbe). Die Bügelschlösser sind versetzt anzuordnen.

Auch im Verankerungsbereich sind lotrecht geführte Rüttelgassen vorzusehen, damit der Beton einwandfrei verdichtet werden kann.

An den Umlenksätteln (siehe Anlage 6) ist die Aufnahme der Umlenkkräfte durch das Bauteil statisch nachzuweisen. Außerdem ist die Aufnahme der Spreizkräfte im Bereich des Auslaufs des an die Trompete angeschlossenen Umlenkstücks nachzuweisen.

### 3.1.9 Aufgesetzte Verankerung

#### 3.1.9.1 Auf Beton aufgesetzte Verankerung

Die aufgesetzte Verankerung auf Betonbauteile erfolgt mit Ankerkörpern nach Anlage 3. Die Überleitung der Spannkkräfte auf den Bauwerkbeton ist rechnerisch nachzuweisen.

Die Ankerplatten aus Stahl und das Betonbauteil sind dafür zu bemessen, dass die im Bruchzustand des Spanngliedes auftretenden Lasten mit 1,1-facher Sicherheit ( $F_d = 1,1 F_{pk}$ ) übertragen werden. Dabei ist rechnerisch nachzuweisen, dass die Beanspruchung in den Kontaktflächen zwischen Ankerkörper und Ankerplatte sowie Ankerplatte und Beton gleichmäßig ist. Die Kontaktfläche muss der Ankerkörperfläche unter Abzug der Fläche der Durchgangsgasse entsprechen.

Die Aufnahme und Weiterleitung der aus Umlenkungen entstehenden Kräfte im Bauwerksbeton sind nachzuweisen. Hierbei sind insbesondere die auftretenden Spaltzugkräfte durch geeignete Querbewehrung aufzunehmen.

Die Festigkeit des vorhandenen Betons ist erforderlichenfalls durch Bauwerksuntersuchungen nachzuweisen.

Die zulässigen Vorspannkräfte sind Abschnitt 3.1.2, Tabelle 1 zu entnehmen.

#### 3.1.9.2 Auf Stahlkonstruktionen aufgesetzte Verankerung

Die aufgesetzte Verankerung auf Stahlkonstruktionen erfolgt mit Ankerkörpern nach den Anlage 3.

Die Stahlkonstruktion ist dafür zu bemessen, dass die im Bruchzustand des Spanngliedes auftretenden Lasten mit 1,1-facher Sicherheit ( $F_d = 1,1 F_{pk}$ ) übertragen werden. Dabei ist rechnerisch nachzuweisen, dass die Beanspruchung in der Kontaktfläche zwischen Ankerkörper und Unterkonstruktion gleichmäßig ist. Die Kontaktfläche muss der Ankerkörperfläche unter Abzug der Fläche der Durchgangsgasse entsprechen.

Die Angaben zu den Trompeten in der Anlage 3 gelten für diese Verankerung nicht. Die Trompeten - deren Anschluss an die Stahlkonstruktion sowie die Aufnahme und Weiterleitung der Umlenkkräfte - sind statisch nachzuweisen. Dabei sind auch die Festlegungen nach Abschnitt 3.1.4 zu beachten.

Die zulässigen Vorspannkräfte sind Abschnitt 3.1.2, Tabelle 1 zu entnehmen.

### 3.1.10 Schlupf an den Verankerungen

Der Einfluss des Schlupfes an den Verankerungen (siehe Abschnitt 3.2.2.7) muss bei der statischen Berechnung bzw. bei der Bestimmung der Spannwege berücksichtigt werden.

### 3.1.11 Ertragene Schwingbreite der Spannung

Mit den an den Endverankerungen, den Kopplungen und den Umlenksätteln im Rahmen des Zulassungsverfahrens durchgeführten Ermüdungsversuchen wurde bei der Oberspannung von  $0,65 f_{pk}$  eine Schwingbreite von  $35 \text{ N/mm}^2$  bei  $2 \cdot 10^6$  Lastspielen nachgewiesen.

### 3.1.12 Durchführung der Spannglieder durch Bauteile

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

### 3.1.13 Schutz der Spannglieder

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

Spannglieder im Innern von Hohlkästen können vor Korrosion als ausreichend geschützt angesehen werden.

Bei Anwendung außerhalb von Hohlkästen, insbesondere bei korrosionsfördernder Umgebung, ist die Anwendbarkeit zu prüfen.

### 3.1.14 Längen der Übergangsröhrchen und Einbindelänge der Schutzhüllen 2

Die erforderlichen Längen der Übergangsröhrchen und die erforderliche Einbindelänge von Schutzhülle 2 in das an die Trompete angeschlossene Umlenkstück sind unter Berücksichtigung aller möglichen Einflüsse insbesondere von Temperaturdifferenzen während des Bauzustandes, Bewegungen beim Vorspannen und Bautoleranzen festzulegen, damit die minimalen Einbindelängen beider Schutzhüllen im Endzustand (siehe Abschnitt 2.1.7) sichergestellt sind. Diese Festlegung ist durch den Hersteller oder in Abstimmung mit ihm zu treffen.

## 3.2 Bestimmungen für die Ausführung

### 3.2.1 Anforderungen und Verantwortlichkeiten

Für die Aufgaben und Verantwortlichkeiten der ausführenden Spezialfirma gelten die "DIBt Grundsätze für die Anwendung von Spannverfahren".

### 3.2.2 Ausführung

#### 3.2.2.1 Allgemeines

Neben den für Spannverfahren relevanten Anforderungen nach DIN EN 13670 in Verbindung mit DIN 1045-3 gelten die "DIBt-Grundsätze für die Anwendung von Spannverfahren".

Ausführende Spezialfirmen müssen für die Anwendung dieses Spannverfahrens durch den Hersteller auf der Grundlage der allgemeinen Verfahrensbeschreibung nach Abschnitt 2.3.2.1 umfassend geschult und autorisiert sein.

### 3.2.2.2 Schweißen an den Verankerungen

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

- a) Verschweißung der Endgänge der Wendel zu einem geschlossenen Ring.
- b) Zur Sicherung der zentrischen Lage darf der Endring an die Ankerplatte durch Schweißen angeheftet werden.
- c) Anschweißen der im Querschnitt rechteckigen oder quadratischen Trompete an die Ankerplatte.

Nach der Montage der Spannglieder dürfen an den Verankerungen keine Schweißarbeiten mehr vorgenommen werden.

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

Alle Trompeten und Umlenksättel sind sauber und glatt auszuführen und sind so zu befestigen, dass sie beim Betonieren nicht verschoben werden können.

Die Festlegungen nach den Abschnitten 2.1.6 und 2.1.8 sind zu beachten.

Die konischen Bohrungen der Ankerkörper müssen beim Einbau sauber und rostfrei und mit der Korrosionsschutzmasse der Monolitze versehen werden. Die zentrische Lage der Wendel und der Zusatzbewehrung kann durch Heftschweißen an die Ankerplatte erfolgen bzw. ist durch Halterungen zu sichern, die gegen die Trompete abgestützt sind. Ankerplatte und Ankerkörper müssen senkrecht zur Spanngliedachse liegen.

Die Montage der Spannglieder muss wie in Anlage 7, Abschnitt 5 beschrieben erfolgen. Die Markierung der Schutzhüllen 2 (siehe Anlage 7, Abschnitt 5.2.3) ist dauerhaft in einem zu protokollierenden Abstand aufzubringen, damit jederzeit die erforderlichen Einbindelängen der Schutzhüllen (siehe Abschnitt 2.1.7) kontrolliert werden können. Bei der Kontrolle kann davon ausgegangen werden, dass die Schutzhüllen sich nicht gegenseitig verschieben. Abschließend sind im Endzustand nach dem Vorspannen und der Erhärtung des Einpressmörtels die Einbindelängen zu kontrollieren.

Der Beginn der Montagearbeiten der Verankerungen (siehe Anlage 7, Abschnitt 5) auf der Baustelle ist der bauüberwachenden Behörde bzw. dem von ihr mit der Bauüberwachung Beauftragten 48 Stunden vorher anzuzeigen.

### 3.2.2.4 Verhinderung von Querschwingungen der Spannglieder

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

Bei Hohlkastenbrücken sind die Spannglieder in Abständen von höchstens 35 m an den Brückenstegen zu befestigen. Außerhalb von Hohlkästen sind kleinere Befestigungsabstände erforderlich. Die Befestigungen sind so auszubilden, dass das Spannglied nicht beschädigt wird und Längsbewegungen des Spanngliedes nicht behindert werden.

### 3.2.2.5 Aufbringen der Vorspannung

Die Mindestbetonfestigkeit nach Abschnitt 3.1.5 ist zu beachten.

Für jeden Umlenksattel und am Spannanker ist der Anteil der beim Vorspannen auftretenden äußere Gleitung (Bewegung der Schutzhülle 2) und innere Gleitung (Differenz des erreichten Spannwegs am Spannanker und der Bewegung der Schutzhülle 2) festzustellen (Markierungen auf der Schutzhülle 2 nach Abschnitt 3.2.2.3) und in das Spannprotokoll zu übernehmen. Der Anteil an innerer Gleitung (Vorspannen, Nachspannen und evtl. Ablassen der Vorspannkraft) ist Anlage 7 Abschnitt 4.2 zu entnehmen. Der Anteil der äußeren Gleitung muss mindestens 75 % des Dehnweges am Spannanker betragen. Bei Einhaltung dieser Bedingungen ist eine Beschränkung des Spannweges nicht erforderlich.

Nach Aufbringen von ca. 30 % der Vorspannkraft ist an jedem Umlenksattel jedes Spanngliedband in einem definierten Abstand zum Umlenksattel mit einer Markierung zu versehen, mit deren Hilfe die Bewegung der Schutzhülle 2 der einzelnen Bänder zum Umlenksattel beim weiteren Vorspannen eindeutig bestimmt werden kann. Die Differenz des berechneten Dehnwegs der Spannstahlritze am Sattel und der Bewegung der Schutzhülle 2 ist die innere Gleitung. Der Anteil an innerer Gleitung aus Vorspannen, Nachspannen und evtl. Ablassen der Vorspannkraft darf in Abhängigkeit vom Umlenkradius und der Anzahl der Bänder den Wert nach Anlage 7, Abschnitt 4.2 nicht überschreiten.

Bei wechselseitigem Anliegen der Bänder in den Verankerungs- und Umlenkbereichen (zweisinnig umgelenkte Spannglieder) mit Umlenkradien  $R_y < 10$  m dürfen diese bandweise bis maximal 30 % der vorgesehenen Spannkraft vorgespannt werden.

Bei einseitigem Anliegen der Bänder in den Verankerungs- und Umlenkbereichen (einsinnig umgelenkte Spannglieder) dürfen diese bandweise mit 100 % der vorgesehenen Spannkraft vorgespannt werden. Es ist mit dem Band zu beginnen, bei dem infolge seiner Lage zu den Umlenksätteln die größte Reibung zu überwinden ist. Anschließend werden nacheinander die unmittelbar daneben liegenden Bänder vorgespannt. Verschiebungen der bereits vorgespannten Bänder sind dabei zu verhindern. Dies ist an jedem Umlenksattel durch die aufgebrachten Markierungen (siehe zweiter Absatz und Abschnitt 3.2.2.3) zu kontrollieren.

Ein Nachspannen der Spannglieder, verbunden mit dem Lösen der Keile und unter Wiederverwendung der Keile, ist zugelassen. Die beim vorausgegangenen Anspannen sich ergebenden Keildruckstellen auf der Litze müssen nach dem Nachspannen bzw. dem Verankern um mindestens 15 mm in den Keilen nach außen verschoben liegen. Bei Spannweiten  $< 15$  mm dürfen daher die Keile nicht mehr gelöst werden. Es sind dann Unterlegscheiben zu verwenden.

Vorstehendes gilt auch bei späteren Kontrollen oder Änderungen der Spannkraft. Auf Abschnitt 3.1.4 wird hingewiesen.

Wie beim Vorspannen sind Markierungen auf der Schutzhülle 2 nach Abschnitt 3.2.2.3 aufzubringen und ihre Ausgangslage einzumessen. Die Wege der Schutzhülle 2 sind zu messen und mit den rechnerisch ermittelten Wegen der Spannglieder zu vergleichen (jede Umlenkstelle und Spannanker). Der Anteil an innerer Gleitung beim Spannen darf maximal 20 % des Dehnweges und maximal 20 cm (Abweichungen hierzu siehe Anlage 7, Abschnitt 4.2) betragen (der kleinere Wert ist maßgebend). Dabei müssen die Wege aus dem Vorspannvorgang mitberücksichtigt werden. Wird an einer Stelle des Spanngliedes der maximale Anteil an innerer Gleitung erreicht, darf das Spannglied nicht weiter nachgespannt werden. Wurde der maximale Anteil an innerer Gleitung bereits beim Vorspannen erreicht, so ist das Nachspannen nicht zulässig.

Bei der Anwendung des Spannverfahrens im Brückenbau sind die Verankerungsbereiche nach dem Vorspannen stets mit Einpressmörtel zu verpressen.

Bei Sonderanwendungen ist das Verpressen vor dem Vorspannen möglich, wenn sichergestellt ist, dass nur innere Gleitung beim Vorspannen auftritt (der zweite Absatz dieses Abschnitts entfällt dann). Dabei darf erst nach ausreichendem Erhärten des Einpressmörtels vorgespannt werden. Ein Nachspannen ist in diesem Fall nur möglich, wenn beim Vorspannen nicht bereits der gesamte zulässige Anteil an innerer Gleitung aufgetreten ist.

Der erforderliche Überstand der Litzen hinter den Verankerungen hängt von der Spannpresse ab, die auf der Baustelle verwendet wird. Alle Litzen eines Spanngliedes müssen gleichzeitig gespannt werden. Das kann durch zentral gesteuerte Einzelpressen oder Bandpressen oder durch Bündelpressen erfolgen. Wenn das gleichzeitige Spannen aller Litzen nicht möglich ist, ist beim bandweisen Vorspannen sicher zu stellen, dass die innere Gleitung nach Anlage 7, Abschnitt 4.2 in keinem der Bänder überschritten wird und die Bänder in ihrer planmäßigen Lage verbleiben.

### 3.2.2.6 Unplanmäßiges Anliegen des Spannglieds und freies Abheben an Austrittspunkten

Ein unplanmäßiges Anliegen des Spannglieds am Bauwerk ist unzulässig.

An Austrittspunkten von Verankerungen und Umlenkstellen muss sich das Spannglied frei abheben (es darf kein unplanmäßiges Anliegen (kein Knick) auftreten). Das freie Abheben ist nach dem Straffen an allen Austrittspunkten zu kontrollieren.

### 3.2.2.7 Verkeilkraft, Schlupf und Keilsicherung

Die Keile der Spannanker sind durch eine Spannpresse mit Verkeileinrichtung mit einer Kraft von 25 kN je Litze nach dem Spannen zu verkeilen. An den Spannankern ist mit einem Schlupf von 5 mm zu rechnen.

Die Keile der Festanker sind mit  $1,1 P_{m0(x)}$  ( $P_{m0(x)}$  nach Abschnitt 3.2) vorzuverkeilen. Mit einem Schlupf ist an diesen Verankerungen nicht zu rechnen. Auf das Vorverkeilen am Festanker mit  $1,1 P_{m0,max}$  darf verzichtet werden, wenn die rechnerische Spannkraft mindestens 70 %  $P_{m0,max}$  nach Abschnitt 3.2 beträgt. An den nicht vorverkeilten Festankern ist bei der Festlegung der Spannwege ein Schlupf von 6 mm zu berücksichtigen.

Die Keile nicht vorverkeilter Festanker sind mittels eines Rohres, dessen Innendurchmesser höchstens 18 mm und Wanddicke mindestens 5 mm beträgt, in die Lochscheiben einzuschlagen. Nach dem Spannen ist der gleichmäßige Einzug der Keile zu kontrollieren.

### 3.2.2.8 Einpressen

#### 3.2.2.8.1 Korrosionsschutzmasse

Die Korrosionsschutzmassen sind falls erforderlich im erwärmten Zustand in die dafür vorgesehenen Bereiche an den Verankerungen einzupressen. Auf eine vollständige Verfüllung ist zu achten. Dies ist durch Volumenvergleich und nachträgliches Abklopfen zu kontrollieren.

#### 3.2.2.8.2 Einpressmörtel

Die an den Verankerungen dafür vorgesehenen Bereiche sind vollständig mit Einpressmörtel nach DIN EN 447 zu verpressen. Für das Einpressverfahren gilt DIN EN 446.

### 3.3 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt, Wartung

Die Auswechselbarkeit der Spannglieder ist vom Spanverfahren her gegeben (siehe Beschreibung, Anlage 7, Abschnitt 10).

Die Bedingungen, unter denen Spannglieder ausgetauscht werden können, die Anzahl der Spannglieder, die gleichzeitig ausgetauscht werden dürfen, sowie die bauseitigen Vorkehrungen sind im Einzelfall schon bei der Bauwerksplanung vorzusehen und festzulegen.

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

Folgende Normen werden in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung in Bezug genommen:

DIN EN 1992-1-1:2011-01	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004+AC:2010
DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1992-2:2010-12	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 2: Betonbrücken – Bemessungs- und Konstruktionsregeln; Deutsche Fassung EN 1992-2:2005+AC:2008

**Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung**

**Nr. Z-13.3-110**

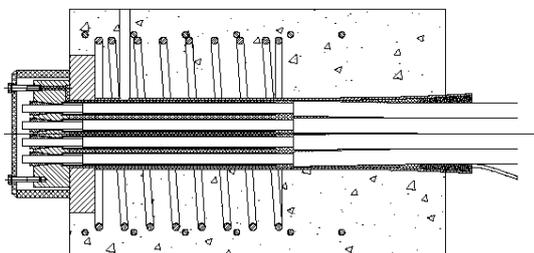
**Seite 17 von 17 | 2. März 2018**

DIN EN 1992-2/NA:2013-04	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 2: Betonbrücken - Bemessung und Konstruktionsregeln
DIN EN 1993-1-1:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005+AC:2009
DIN EN 1993-1-1/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
DIN EN 1993-1-8:2010-12	Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen; Deutsche Fassung EN 1993-1-8:2005+AC:2009
DIN EN 1993-1-8/NA:2010-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten- Teil 1-8: Bemessung von Anschlüssen
DIN EN 13670:2011-03	Ausführung von Tragwerken aus Beton; Deutsche Fassung EN 13670:2009
DIN 1045-3:2012-03	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3: Bauausführung Anwendungsregeln zu DIN EN 13670
DIN EN 446:1996-07	Einpreßmörtel für Spannglieder - Einpreßverfahren
DIN EN 447:1996-07	Einpreßmörtel für Spannglieder - Anforderungen für übliche Einpreßmörtel
DIN EN 10204:2005-01	Metallische Erzeugnisse - Arten von Prüfbescheinigungen; Deutsche Fassung EN 10204:2004
DIN EN ISO 12944-4:1998-07	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme -Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung (ISO 12944-4:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-4:1998
DIN EN ISO 12944-5:2008-1	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme -Teil 5: Beschichtungssysteme (ISO12944-5:2007); Deutsche Fassung EN ISO 12944-5:2007
DIN EN ISO 12944-7:1998-07	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme -Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten (ISO 12944-7:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-7:1998

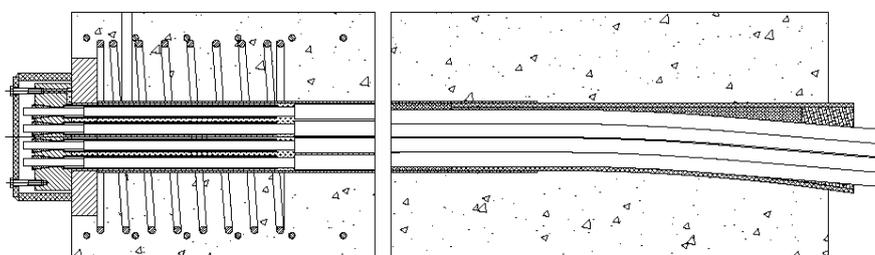
Dr.-Ing. Lars Eckfeldt  
Referatsleiter

Beglaubigt

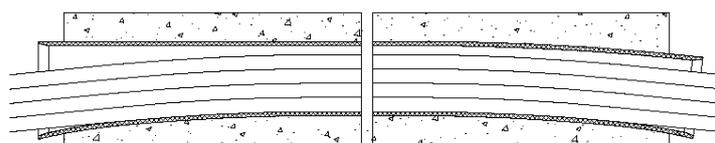
### Spann- und Festanker ohne Umlenkung



### Spann- und Festanker mit Umlenkung



### Umlenksattel



### Bandformen / Spannglieder, Ankerkörper

Spannglieder



Ankerkörper Beton



elektronische Kopie der abZ des dibt: Z-13.3-110

Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung

Spann- und Festanker, Umlenksattel, Bandformen, Ankerkörper

Anlage 1

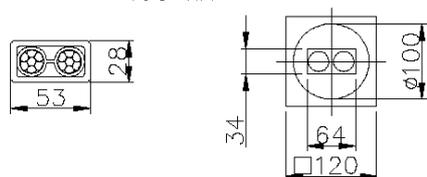
Vorspannkraft in kN

$$P_{m(s)} = P_{m(s)max}$$

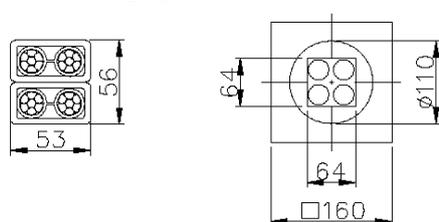
D ... Doppelschutzhülle

K ... Kompaktierte Litze

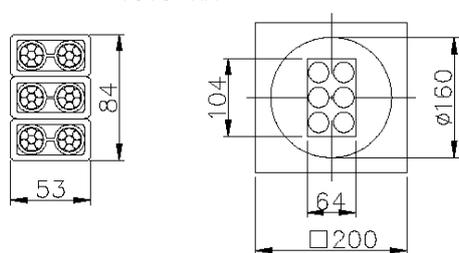
VT-CMM 1x02-165 KD  
 438 kN



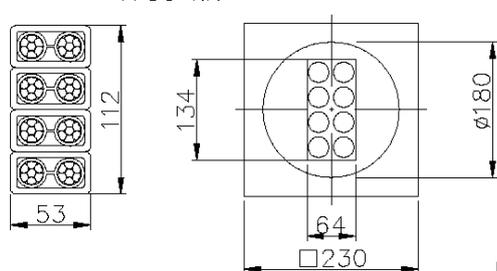
VT-CMM 2x02-165 KD  
 875 kN



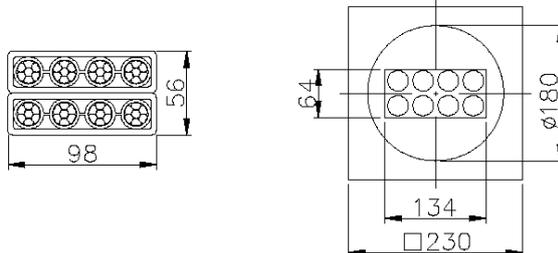
VT-CMM 3x02-165 KD  
 1313 kN



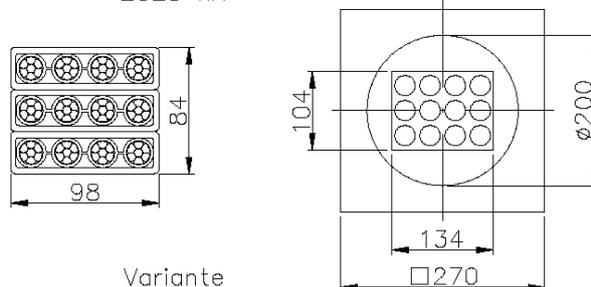
VT-CMM 4x02-165 KD  
 1750 kN



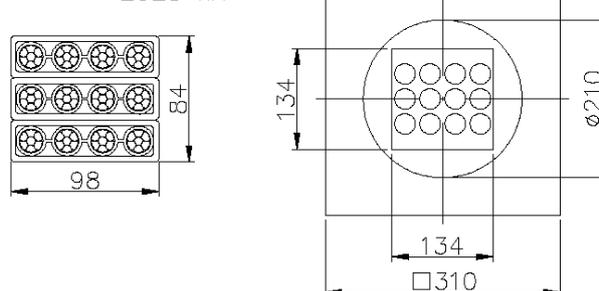
VT-CMM 2x04-165 KD  
 1750 kN



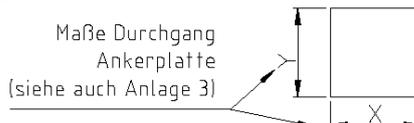
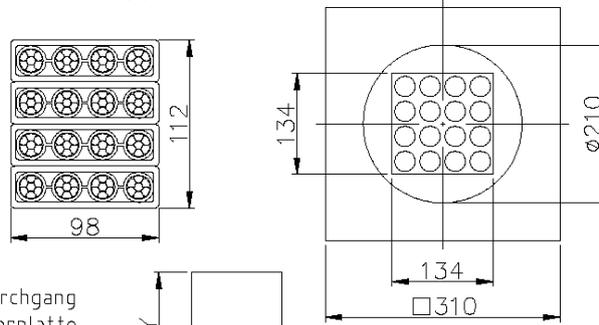
VT-CMM 3x04-165 KD  
 2625 kN



Variante  
 VT-CMM 3x04-165 KD  
 2625 kN



VT-CMM 4x04-165 KD  
 3501 kN



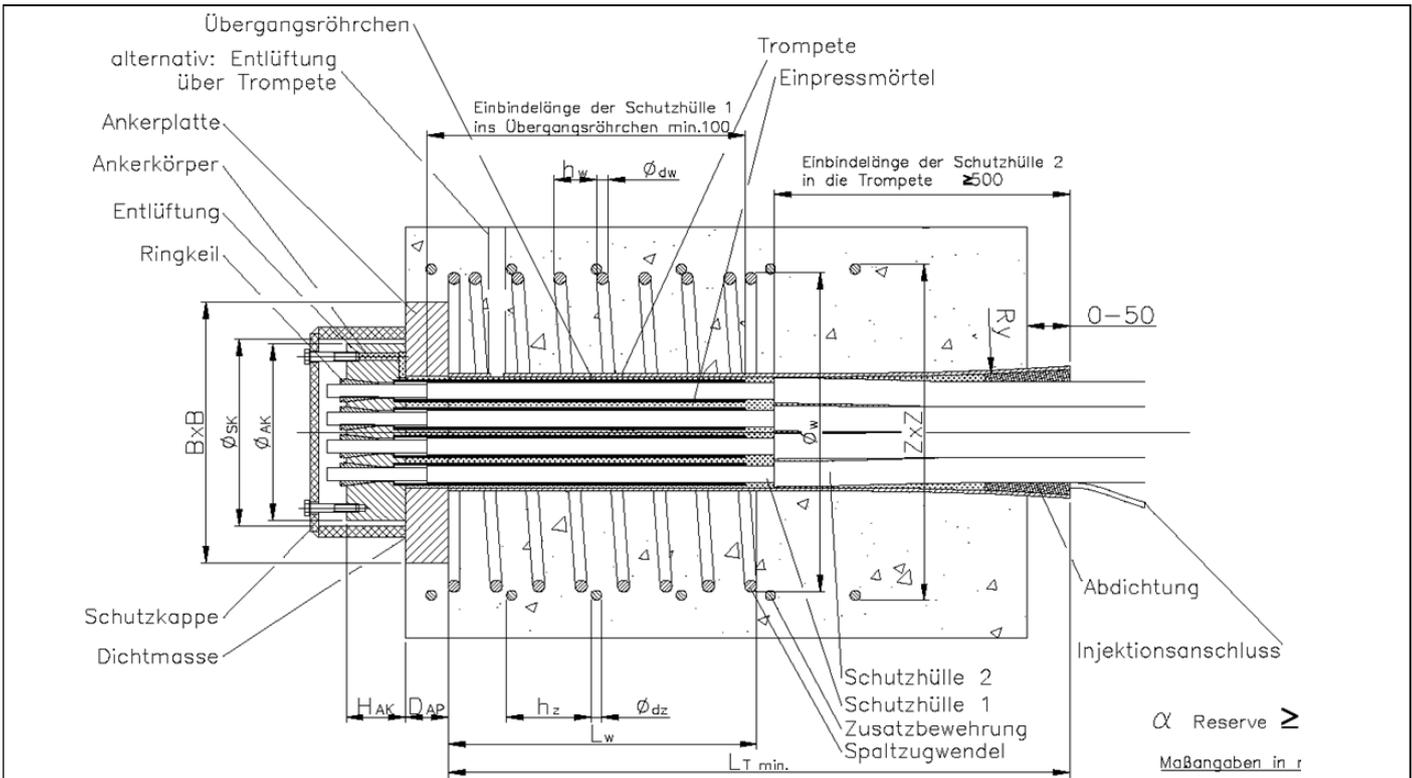
Maßangaben in mm

Alle dargestellten Bandlagen können stehend (90° gedreht) verwendet werden.  
 Dabei sind die Krümmungsradien nach Abschnitt 3.4 und Anlage 6 zu beachten.

Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung

Einbetonierte Verankerung  
 Vorspannkraft, Spannglieder, Bandtypen, Ankerkörper

Anlage 2



**Abmessungen der Verankerungen und Bänder**

Bandtypen		1x02	2x02	3x02	4x02	2x04	3x04	3x04 Variante	4x04
Vorspannkraft $P_{m0(x)} = P_{m0,max}$		<b>438 kN</b>	<b>875 kN</b>	<b>1313 kN</b>	<b>1750 kN</b>	<b>1750 kN</b>	<b>2625 kN</b>	<b>2625 kN</b>	<b>3501 kN</b>
Ankerplatte									
Seitenlänge	B x B	120	160	200	230	230	270	310	310
Dicke	$D_{AP}$	15	20	25	30	30	40	50	50
Durchgang	Y x X	34x64	64x64	64x104	134x64	64x134	104x134	134x134	134x134
Ankerkörper									
Durchmesser	$\varnothing_{AK}$	100	110	160	180	180	200	210	210
Höhe	$H_{AK}$	60	60	60	60	60	70	70	70
Bandabmessungen	a x b	28x53	53x56	53x84	112x53	56x98	84x98	112x98	112x98
Trompete									
Wandstärke	HDPE/S235JR	6/3	6/3	8/3	8/3	8/3	8/3	8/3	8/3
min. Länge <sup>1)</sup>	$L_{T min}^{1)}$	712	724	756	812	1285	1295	1508	1306

1) Angaben sind Anhaltswerte, bei der Planung sind die Festlegungen nach Abschnitt 2.1.6 der Besonderen Bestimmungen zu berücksichtigen.

Schutzkappe innen	$\varnothing_{SK}$	110	120	170	190	190	210	220	220
-------------------	--------------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Wendel- und Zusatzbewehrung**

Betonfestigkeiten $f_{cmj, cube}$		34	40	34	40	34	40	34	40	34	40	34	40	34	40		
Wendel	BSt 500S																
Außen	min $\varnothing_w$	-	-	220	190	280	250	320	260	320	260	380	330	440	380	440	380
Draht	min $\varnothing_{dw}$	-	-	12	12	12	10	12	12	12	12	14	14	14	14	14	14
Ganghöhe	max $h_w$	-	-	40	40	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Länge	min $L_w$	-	-	240	240	300	300	300	300	300	300	300	300	350	350	350	350
Zusatzbewehrung	BSt 500S																
Anzahl	$n_z$	5	5	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6
Durchmesser	min $\varnothing_{dz}$	10	10	8	10	12	10	14	10	14	10	14	12	12	12	12	12
Abstand	max $h_z$	40	50	60	60	80	100	100	100	100	100	100	70	70	70	70	70
Grösse	min ZxZ	160	140	230	200	290	240	330	270	330	270	400	350	460	400	460	400

**Minimale Achs- und Randabstände**

Randabstand	min R	110	100	145	130	160	145	175	150	195	165	230	200	260	230	260	230
Achsabstand	min A	180	160	250	220	280	250	310	260	350	290	410	370	480	420	480	420

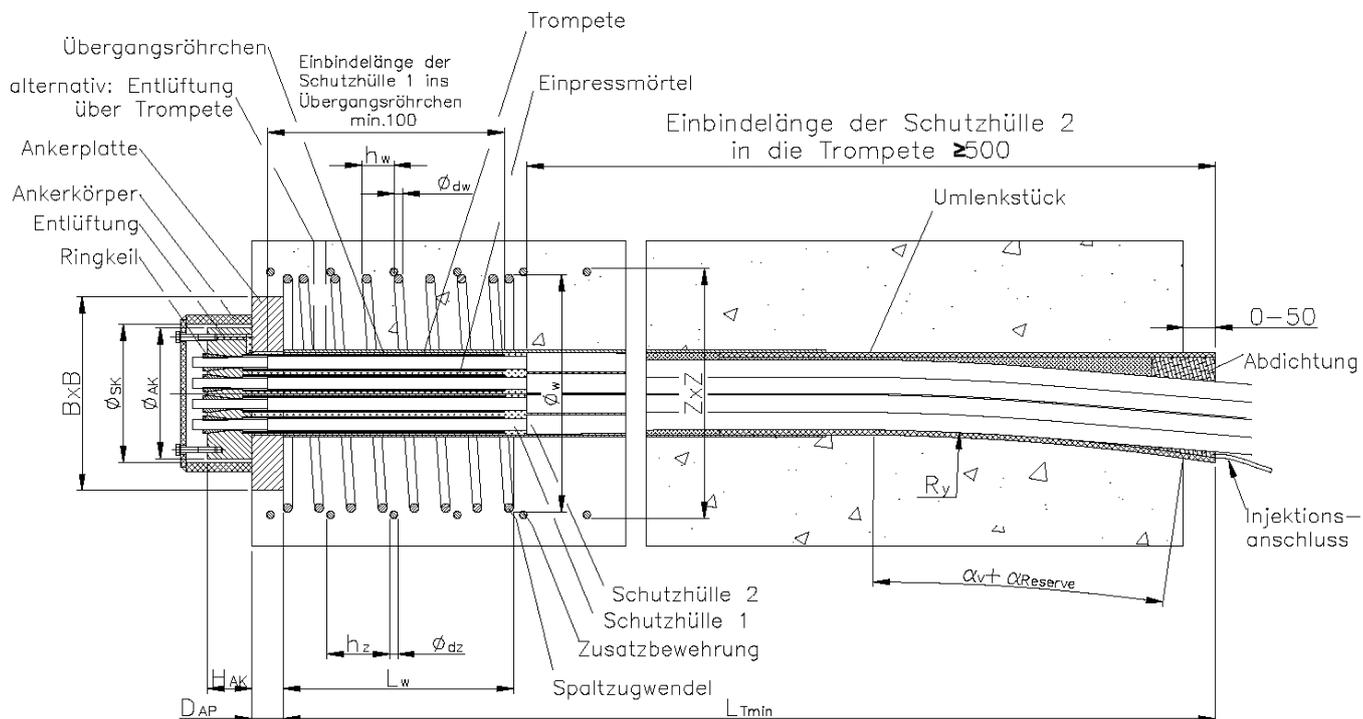
Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung

Einbetonierte Verankerung  
 Abmessungen, Wendel und Zusatzbewehrung

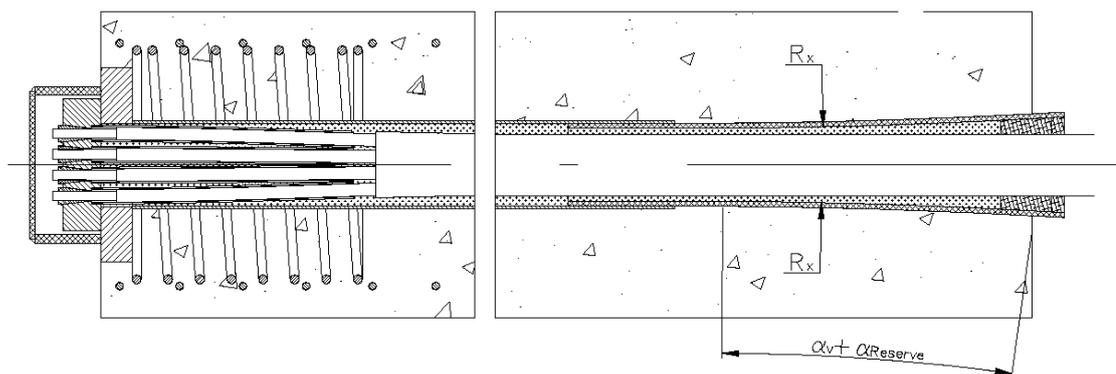
Anlage 3

elektronische Kopie der abz des dibt: z-13.3-110

Vertikalschnitt



Horizontalschnitt



$\alpha_{Reserve} \geq 3^\circ$   
 Maßangaben in mm

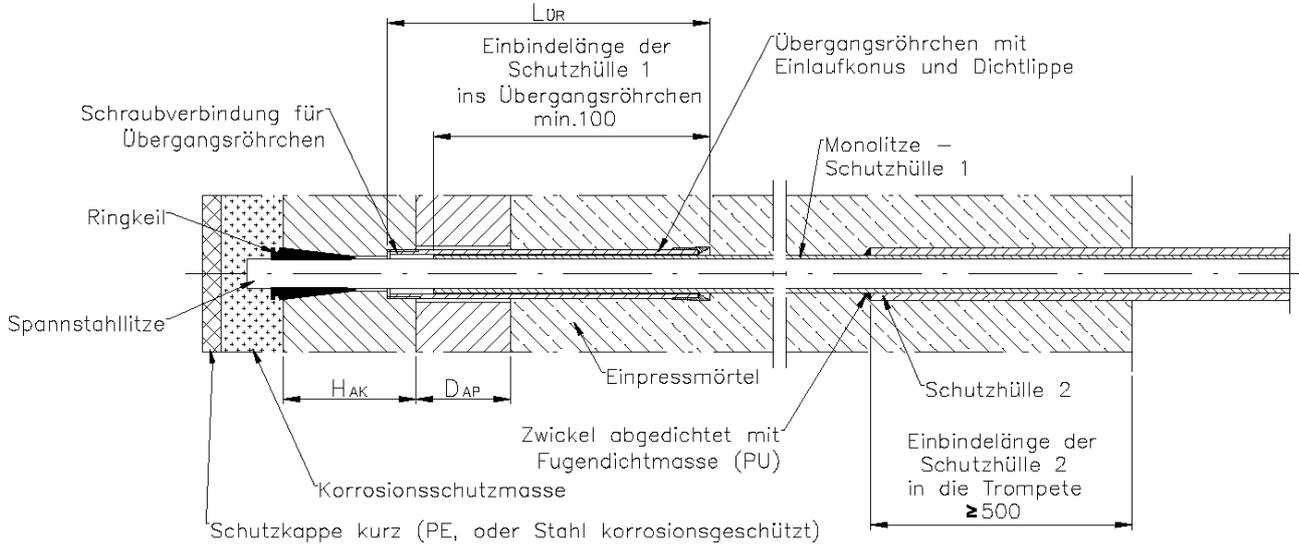
Lizenzspanverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung

Längsschnitt

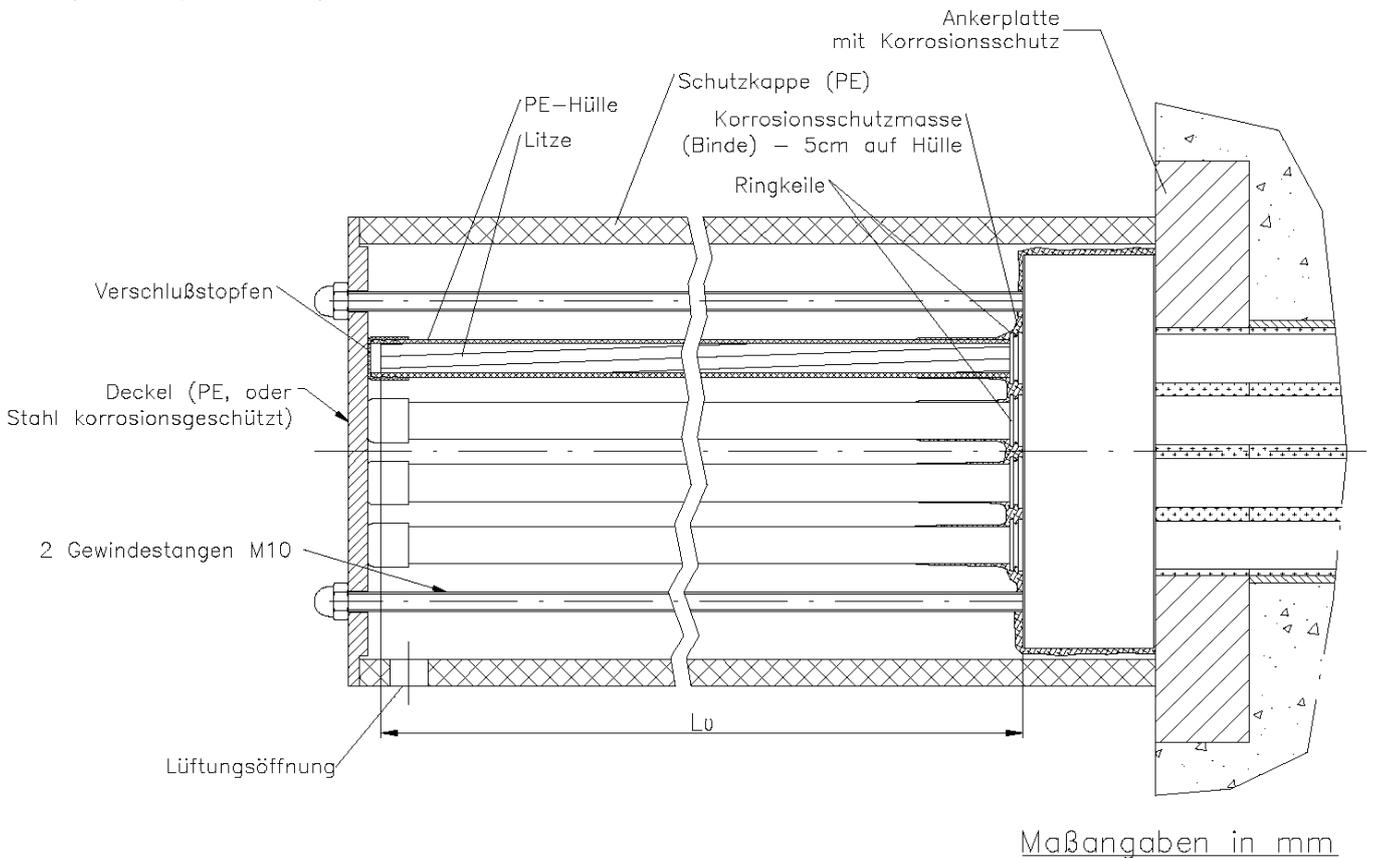
Anlage 4

elektronische Kopie der abt des dibt: z-13.3-110

Ausbildung des Korrosionsschutzes im Bereich Monolithe – Übergangsröhrchen (kurze Litzenüberstände nicht nachspannbar)



Ausbildung des Korrosionsschutzes bei langen (nachspannbar) und kurzen Litzenüberständen

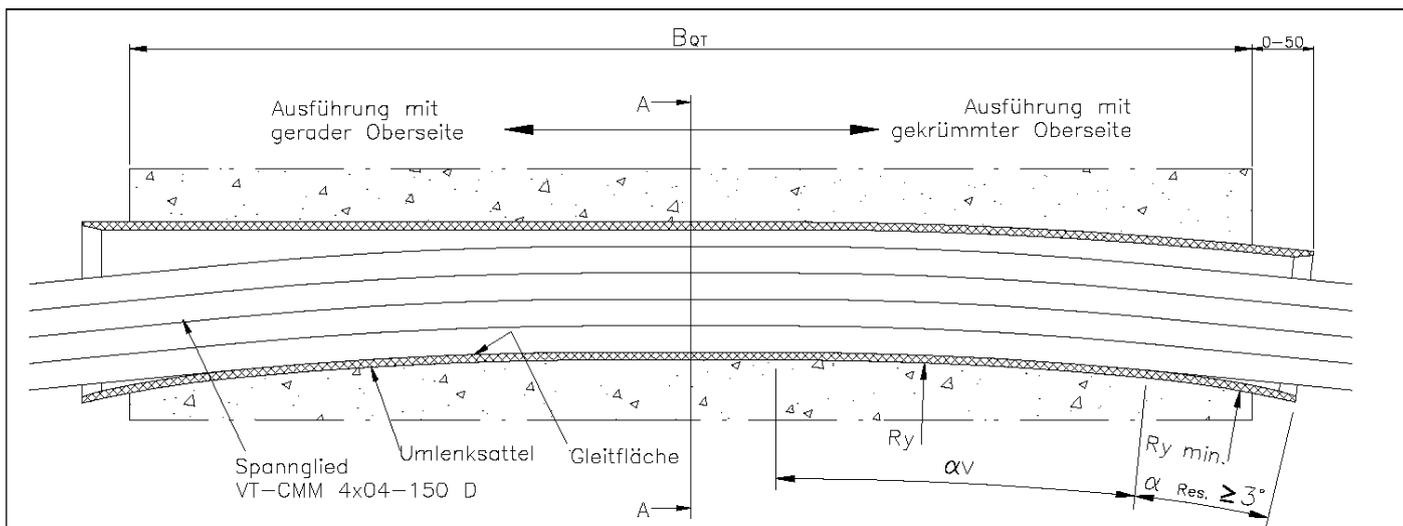


elektronische kopie der abz des dibt: z-13.3-110

Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung

Detail Korrosionsschutz

Anlage 5

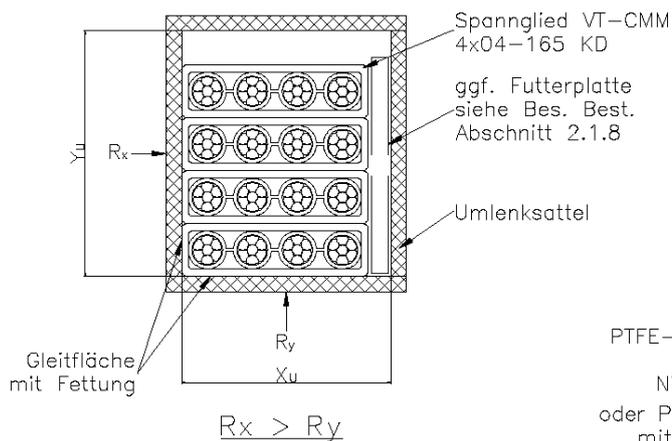


Schnitt A-A  
(Umlenksattel Kunststoff)

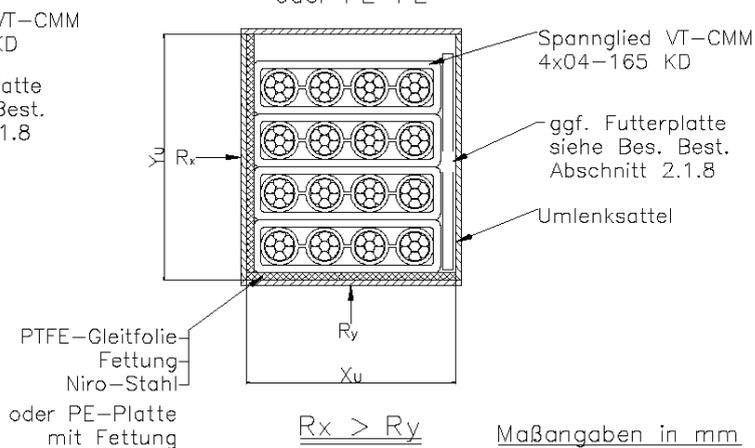
Gleitung: PE auf PE

Schnitt A-A  
(Umlenksattel Stahl)

Gleitung: PTFE-Niro  
oder PE-PE



$R_x > R_y$



$R_x > R_y$

Maßangaben in mm

Tabelle 1									
Abmessungen Umlenksattel									
Anzahl der Bänder		1x02	2x02	3x02	4x02	1x04	2x04	3x04	4x04
min. Breite (innen)	$X_U$	70	70	70	70	110	110	110	110
min. Höhe (innen)	$Y_U$	40	70	100	130	40	70	100	130
Wandstärke PE / S235JR		6/3	6/3	8/3	8/3	6/3	8/3	8/3	8/3

## 1 Spann Stahl

Als Spann Stahl werden allgemein bauaufsichtlich zugelassene 7-drähtige, kompaktierte Spannstahl Litzen  $\varnothing$  15,2 mm, St 1600/1820, Nennquerschnitt 165 mm<sup>2</sup>, verwendet.

## 2 Spannglieder

### 2.1 Beschreibung der Spannglieder

Die VT-CMM Lizenzspannglieder Typ KD (doppelt ummantelt) sind für externe Vorspannung verwendbar. Sie bestehen aus 2 und 4 nebeneinander liegenden Spannstahl Litzen, die werksmäßig mit Korrosionsschutzmasse Schutzhülle Typ 1A, bestehend aus einem mindestens 1,8 mm dicken PE-Mantel und Schutzhülle 2, bestehend aus einem mindestens 3 mm dicken PE-Mantel umgeben sind. Bei der Schutzhülle 1 sind die PE-Mäntel der einzelnen Litzen durch Stege miteinander verbunden. Hierdurch erhalten die Spannglieder die Form eines flachen Bandes. Um die aus 2 oder 4 Litzen bestehenden, einfach ummantelten Bänder wird ein zweiter, rechteckiger Mantel (Schutzhülle 2) aufgebracht.

### 2.2 Herstellung der Spannglieder

Die doppelt ummantelten Spannglieder VT-CMM Typ D werden im Werk, in einem Doppel-Extrusionsverfahren hergestellt. Im ersten Extrusionsvorgang wird die Korrosionsschutzmasse auf die Litzen aufgetragen diese mit Schutzhülle Typ 1A umhüllt. Die Schutzhülle Typ 1A besteht aus einem mindestens 1,8 mm dicken PE-Mantel. Im zweiten Extrusionsvorgang wird die äußere, mindestens 3 mm dicke Schutzhülle 2 aus dem gleichen Material aufgebracht. Die Spannglieder werden als Mehrfachlängen oder als Einzellängen auf Haspeln gewickelt. Das Ablängen auf die erforderliche Länge geschieht entweder auf der Baustelle oder bereits im Werk. Erfolgt das Ablängen der Spannglieder im Werk, so können die unter Einhaltung des minimalen Krümmungsradius (entsprechend Abschnitt 2.2.2 der Zulassung) gewickelten Spannglieder auch körperlos transportiert werden. Die Spannglieder sind in diesem Fall liegend zu transportieren. Der Wickel- und Abwickelvorgang erfolgt nicht körperlos.

## 3 Verankerung

### 3.1 Spannanker und Festanker

Die Verankerung der Spannglieder erfolgt mit Ankerplatten, Ankerkörpern mit konischen Bohrungen parallel zur Spanngliedachse und mit Hilfe 3-teiliger Ringkeile (siehe Anlage 8).

Der Übergangsbereich zwischen den Spannbändern und der Verankerung wird wie folgt ausgebildet (siehe Anlagen 3 bis 5):

An der inneren Seite der Ankerplatte wird eine rechteckige oder quadratische Trompete aus Stahl angeschweißt und korrosionsschutzgeschützt. Die Länge des Rohres beträgt mindestens 40 cm und kann mittels übergreifend eingestecktem PE-Umlenkstück bis auf Querträgerdicke verlängert werden.

In die Ankerkörper werden ebenfalls innenseitig PE-Übergangsröhrchen eingeschraubt, deren Länge je nach vorgesehener Spannbandbewegung ermittelt wird (siehe Anlage 7, Abschnitt 5.2.2), an Festankern aber mindestens 30 cm beträgt.

Die Spannbänder werden an den Ankereinlaufstellen je nach vorgesehener Spannbandbewegung auf entsprechende Länge von den PE-Schutzhüllen befreit und zwar so, dass die Schutzhülle 1 nach dem Vorspannen höchstens bis an den Ankerkörper reicht und mindestens 100 mm in das Übergangsröhrchen einmündet. Die Schutzhülle 2 muss im gespannten Zustand mindestens 50 cm in das an die Trompete angeschlossene Umlenkstück einbinden (siehe Anlage 5 und Anlage 7).

Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung

Anlagenbeschreibung

Anlage 7  
 Seite 1/6

Nach dem Vorspannen wird der Raum innerhalb der Trompeten und der angeschlossenen Umlenkstücken mit Einpressmörtel verfüllt, wobei die Enden der angeschlossenen Umlenkstücken vorab abgedichtet werden (s. Anlagen 3 und 4).

Die Litzenüberstände, Keilzwischenräume sowie eventuelle Spalt-Hohlräume innerhalb der Ankerkörperbohrungen und Übergangsröhrchen werden mit einer Hilfsvorrichtung mit Korrosionsschutzmasse verpresst. Danach werden auf die Litzenüberstände PE-Hüllen aufgeschoben deren Enden knapp über die Litzenenden ragen und mit Kunststoffstopfen verschlossen, die ihrerseits von einer PE- oder Stahlabdeckkappe, mittels Gewindestangen befestigt, angedrückt werden (siehe Anlage 5 unten). Die Länge der Litzenüberstände wird im Einvernehmen mit dem Bauherrn so festgelegt, dass gegebenenfalls Spannkraftkorrekturen vorgenommen werden können.

Es dürfen keine Knicke des Spanngliedes innerhalb der Trompete und am Trompetenende entstehen (Abschnitt 2.1.6 der Besonderen Bestimmungen). Damit Abweichungen von der planmäßigen Spanngliedlage nicht zu Knicken führen, ist an jedem Trompetenende eine Umlenkreserve von mindestens 3° mit dem Mindestradius nach Anlage 7, Abschnitt 4.2, vorzusehen.

#### 4 Umlenkung

##### 4.1 Ausführungsformen der Umlenkstellen

An Umlenkstellen werden die Spannbänder in Umlenkkästen aus verzinktem korrosionsschutztem Stahl oder PE-Kunststoff geführt. Die Seiten der Umlenkkästen sind der Geometrie der Spanngliedführung angepasst. Die Kästen werden einbetoniert. Es sind folgende Ausführungen möglich:

korrosionsschutzter Stahl	$t \geq 3 \text{ mm}$
PE-Kunststoff	$t \geq 5 \text{ mm}$

Es dürfen keine Knicke des Spanngliedes an den Sattelenden entstehen. Damit Abweichungen von der planmäßigen Spanngliedlage nicht zu Knicken führen, ist an jedem Sattelende zusätzlich zur planmäßigen Umlenkung eine Umlenkreserve von mindestens 3° mit dem Mindestradius nach Anlage 7, Abschnitt 4.2, vorzusehen.

Die Spannbänder werden bevorzugt mittels vorwiegend "äußerer Gleitung" über die Umlenksattelflächen bewegt. Die äußere Gleitung wird durch Schmierung der Umlenkflächen des Sattels bzw. der Gleitflächen der Bänder bewirkt.

Es gibt zwei Möglichkeiten für die Sattelausbildung:

a) Sättel mit Gleitfuge sind wie folgt aufgebaut:

Zwischen dem unteren Spannbänder und dem Umlenksattel aus verzinktem Stahl wird eine 2 mm dicke PTFE-Folie (Polytetrafluorethylen) und ein mindestens 2,0 mm dickes, gefettetes, nichtrostendes Stahlblech eingelegt. Die Gleitung erfolgt zwischen Folie und Blech. Weiterhin ist es möglich, in den Umlenksattel aus verzinktem Stahl eine mindestens 4 mm dicke PE-Kunststoffplatte einzulegen oder einen PE-Kunststoffsattel zu verwenden. In beiden Fällen dient nur eine Fettschicht als Gleitfuge.

b) Sättel ohne besondere Maßnahmen für die Gleitfuge

Es dürfen Umlenksättel aus PE-Kunststoff oder verzinktem Stahl verwendet werden.

##### 4.2 Krümmungsradien

Die Bänder verhalten sich aufgrund ihrer Geometrie anders bei der Biegung um die x-Achse (breite Seite) als bei der Biegung um die y-Achse (schmale Seite) (siehe Anlage 6).

Bei Umlenkung um die breite Seite der Bänder (um die x-Achse) darf der Umlenkradius  $R_y$  bei 4 übereinanderliegenden Bänder den Werte  $R_{y,\min} = 5 \text{ m}$  nicht unterschreiten.

elektronische Kopie der abz des dibt: z-13.3-110

Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung	Anlage 7 Seite 2/6
Technische Beschreibung des Spannverfahrens	

Für andere Stapelfaktoren (z. B. bei drei übereinanderliegenden Bändern  $n = 3$ ) kann der Wert für  $R_{y,\min}(n)$  wie folgt ermittelt werden:

$$R_{y,\min}(n) \geq \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} R_{y,\min} * n/4 \\ 3,6\text{m} \end{array} \right\}$$

Beispiel - Bandtyp 3x4 ( $n = 3$ )

$$R_{y,\min}(3) \geq 5.0 \text{ m} * 3 / 4 = 3,75 \text{ m}$$

An Sätteln mit einem Umlenkradius  $R_{y,\min}(n)$  darf die innere Gleitung 20 cm nicht überschreiten.

Bei Umlenkung um die schmale Seite der Bänder (um die y-Achse) darf der Umlenkradius  $R_x$  sowohl für Bänder mit 4 als auch mit 2 Litzen den Wert von 10 m nicht unterschreiten unabhängig davon, wie groß der Umlenkradius um die breite Seite ist.

Der Wert der zulässigen inneren Gleitung darf nach der folgenden Beziehung vergrößert werden, wenn größere Umlenkadien als  $R_{y,\min}(n)$  gewählt werden.

$$\Delta l_i(R_y) = \Delta l_i(R_{y,\min}) * \frac{4 R_y}{n R_{y,\min}} \text{ wobei}$$

$\Delta l_i(R_{y,\min})$  ist der maximale Wert der inneren Gleitung bei dem minimalen Umlenkradius  $R_{y,\min}$  und 4 übereinanderliegenden Bändern

$\Delta l_i$  ist der maximale Wert der inneren Gleitung bei dem aktuellen Radius  $R_y$  der Umlenkung und der aktuellen Anzahl  $n$  der übereinanderliegenden Bänder,

$R_y$  ist der aktuelle Umlenkradius und muss mindestens 3,6 m betragen,

$n$  ist die aktuelle Anzahl der an der Umlenkstelle übereinanderliegenden Bänder

Für das Vorspannsystem VT CMM beträgt der Wert  $\Delta l_i(R_{y,\min})$  20 cm.

Der maximale Wert für die äußere Gleitung ist nicht begrenzt.

Die tatsächliche Bewegung des Spanngliedes am Sattel ist in den meisten Fällen eine Kombination von innerer und äußerer Gleitung. Das Verhältnis von äußerer zu innerer Gleitung hängt von den Reibungsverhältnissen am Sattel ab. Dieses kann durch Säuberung, Fetten oder der Anwendung von *speziell dafür vorgesehenen Systemen mit geringer Gleitung verbessert werden.*

### 4.3 Reibungskennwerte

4.3.1 Bei Umlenksätteln nach Ausführung 4.1a) erfolgt die Bewegung ausschließlich zwischen Gleitfolie und Blech. Die Reibung ist weitgehend unabhängig von der Auflagerpressung und daher auch unabhängig von der Anzahl der übereinanderliegenden Spannbänder. Der Reibungsbeiwert beträgt  $\mu = 0,06$ .

4.3.2 Bei Umlenksätteln nach Ausführung 4.1b) ist, bei gleichzeitigem Spannen aller Spannbänder, der Reibungsbeiwert nach folgender Tabelle anzusetzen:

Anzahl der übereinanderliegenden Spannbänder $n$	Reibungsbeiwert $\mu$
1	0,06
2	0,08
3	0,10
4	0,12

Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung

Technische Beschreibung des Spannverfahrens

Anlage 7  
 Seite 3/6

## 5 Montage

### 5.1 Allgemeines

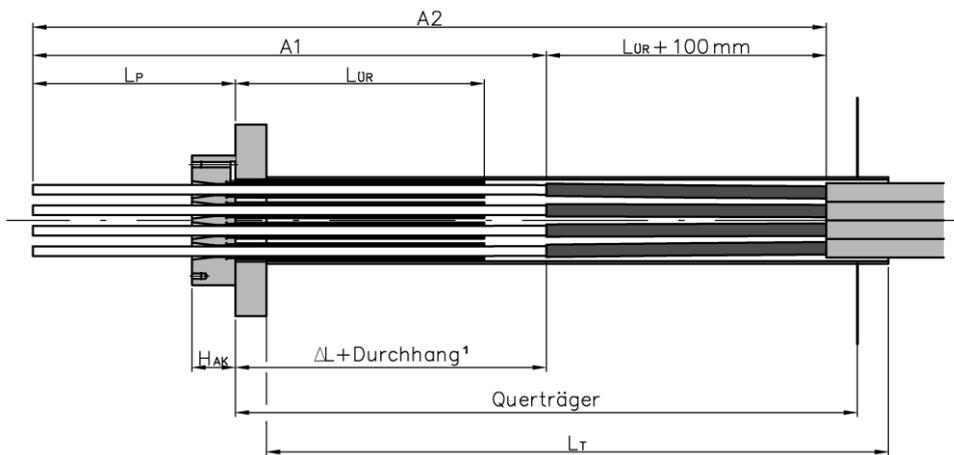
Die Spannbänder werden bei der Herstellung auf Haspeln gewickelt und entweder im Werk oder auf der Baustelle abgelängt. Abhängig von der Länge werden sie mit oder ohne Haspeln transportiert. Der Mindestdurchmesser beträgt 1,10 m.

### 5.2 Montagefolge

#### 5.2.1 Einbau der Spannbänder

Die Spannbänder werden mit einer Zugwinde in die vorgesehene Lage eingezogen. Die Umlenk- und Verankerungsröhre sind unmittelbar vorher gründlich zu reinigen, damit die "äußere Gleitung" der Spannbänder beim Vorspannen nicht behindert wird. Zur Vermeidung von Beschädigungen sind zum Einziehen Gleitbleche, Kunststoffrohre, Rollen u. ä. vorgesehen. Die Spannbänder werden in den Verankerungen, Sätteln und auf Unterstützungen ausgerichtet. Bei Umlenksätteln nach Variante a) (siehe Anlage 8, Abschnitt 4.1) sind vor dem Einziehen der Spannbänder die Gleiteinrichtungen (PTFE Gleitfolie und gefettetes Blech aus nichtrostendem Stahl) einzubauen.

#### 5.2.2 Entfernen der Schutzhüllen im Verankerungsbereich



#### Zustand am Spannanker vor dem Spannen

Spannankerseitig:

Entfernen der Schutzhülle 2 auf eine Länge von

$$A_2 = L_P + \Delta L + \text{Durchhang}^1 + L_{ÜR} + 100 \text{ mm}$$

$$L_P = \text{Litzenüberstand für Pressenansatz}$$

$$L_T = \text{Trompetenlänge } (L_T \geq L_{ÜR} + 600 \text{ mm})$$

$$\Delta L = \text{Dehnweg laut Statik}$$

$$L_{ÜR} = \text{Länge der Übergangsröhrchen } (\geq 300 \text{ mm}, \geq \Delta L + 100 \text{ mm})$$

Entfernen der Schutzhülle 1 auf die Länge von

$$A_1 = L_P + \Delta L + \text{Durchhang}^1$$

Auftrennen der Stege der Schutzhülle 1 vom Spannliegende bis Schutzhülle 2

<sup>1</sup> Auf die Berücksichtigung des Durchhangs kann verzichtet werden, wenn das Spannglied vor dem Ablängen der Schutzhüllen zwischen den Umlenkungen und Verankerungen so unterstützt wird, dass es nahezu die Geometrie des Endzustandes besitzt (kein girlandenartiger Durchhang).

Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung

Technische Beschreibung des Spannverfahrens

Anlage 7  
 Seite 4/6

Festankerseitig:

$$A_2 = A_1 + L_{ÜR}$$

$$A_1 = H_{AK} + \sim 30 \text{ mm}$$

$$L_{ÜR} = \text{Länge der Übergangsröhrchen} (\geq 300 \text{ mm})$$

### 5.2.3 Markieren und Ausrichten der Spannbänder

Bei mehrlagigen Bändern wird darauf geachtet, dass die Bänder möglichst genau übereinanderliegen. An den Spann- und Festankern ist die Schutzhülle 2 spanngliedseitig nahe der Stelle des Austritts aus den Trompeten in einem definierten Abstand vom Ende der Schutzhülle 1 zu markieren. An jedem Umlenksattel ist jedes Spanngliedband in einem definierten Abstand zum Umlenksattel mit einer Markierung zu versehen, mit deren Hilfe die Bewegung der Schutzhülle 2 der einzelnen Bänder zum Umlenksattel beim weiteren Vorspannen eindeutig bestimmt werden kann. Die Lage der Bänder in den Sätteln und Trompeten wird nach Aufbringen einer Vorlast von ca. 10 % der Spannkraft nochmals kontrolliert und gegebenenfalls mit Klemmen gesichert.

## 6 Vorspannen

Das Vorspannen erfolgt im Allgemeinen durch gleichzeitiges Spannen der Litzen aller Bänder. Die Bandbewegungen werden an einzelnen Umlenksätteln und jedenfalls an den Ankereinlauftrompeten nach dem Spannvorgang gemessen und protokolliert.

Bei den Umlenksätteln mit nicht eindeutiger seitlicher Anlage der Spannbänder werden zur Lage-sicherung beim Vorspannen Klemmschellen verwendet und nach dem Vorspannen die seitlichen Spalt-räume mit PE-Futterplatten zumindest an einer Einlaufseite auf Dauer gesichert.

## 7 Verfüllen der Trompeten und angeschlossenen Umlenkstücken

In die Trompete wird der Injektionsanschluss eingebaut und die Spalträume am Spanngliedeinlauf abgedichtet. Der Innenraum der Trompete mit angeschlossenen Umlenkstück wird mit Einpressmörtel nach DIN EN 477:1996-07 verfüllt.

Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung

Technische Beschreibung des Spannverfahrens

Anlage 7  
 Seite 5/6

**8 Korrosionsschutz**

Die nach dem Einpressen noch vorhandenen Hohlräume im Bereich der Ankerkörper (Spalte zwischen den Teilen eines Keils, zwischen Ankerkörper und Ankerplatte, Litze und Übergangrohr bzw. Schutzhülle 1 und Übergangrohr) werden mittels einer Spezialvorrichtung mit Korrosionsschutzmasse (siehe Anlage 5) verpresst, wobei die Litzenüberstände gleichzeitig umhüllt werden. Das Volumen der verfüllten Korrosionsschutzmasse muss dem Volumen der zu verfüllenden Hohlräume entsprechen.

Die freien Ankerkörperflächen werden mit einer Korrosionsschutzmasse oder -binde abgedeckt. Danach werden auf die Litzenüberstände PE-Röhrchen aufgeschoben. Vor dem Überschieben sind die PE Röhrchen am Ende zum Ankerkörper mit einem 8-10 cm breitem Densoband zu umwickeln. Davon werden mindestens 5 cm Breite des Densobandes um das PE-Röhrchen gewickelt. Der verbleibende Überstand des Densobandes über das PE-Röhrchenende ist als Hutkrempe ausgebildet. Nach dem Überschieben ist die Hutkrempe am Ringkörper anzudrücken. Am luftseitigen Ende wird das PE Röhrchen mit Stöpseln abgeschlossen und Schutzkappen mittels Gewindestangen an den Ankerkörpern befestigt. Bei langen Kappen werden diese gegen Abkippen mit Unterstützungs- oder Abhängevorrichtungen gesichert (s. Anlage 5, unten).

**9 Unterstützungen**

Bei freien Spanngliedlängen > 35 m werden die Spannglieder im Abstand von 35 m mittels Haltevorrichtungen am Tragwerk befestigt, um Eigenschwingungen zu dämpfen (siehe Abschnitt 4.2.4 der besonderen Bestimmungen).

**10 Spannkraftkontrolle und Spanngliedaustausch**

Im Einvernehmen mit dem Bauherrn kann der Litzenüberstand so festgelegt werden, dass mit Berücksichtigung der Pressenlänge Spannkraftkontrollen oder -korrekturen vorgenommen werden können. Für ein komplettes Entspannen muss die gesamte anteilige Dehnlänge plus des für die Spannpressen erforderlichen Litzenüberstands verbleiben.

Ohne Litzenüberstand kann der Spanngliedaustausch mittels mechanischem oder thermischem Trennen in der freien Spanngliedlänge erfolgen.

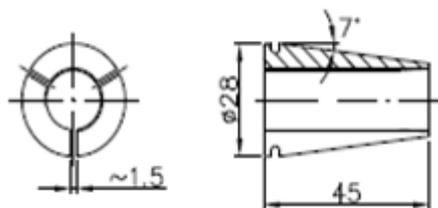
elektronische Kopie der abz des dibt: z-13.3-110

Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung	Anlage 7 Seite 6/6
Technische Beschreibung des Spannverfahrens	

Bezeichnung	Material	Norm
<b>Verankerungen</b>		
Ankerplatte	Baustahl *	DIN EN 10 025-2:2005-04
Ankerkörper	Vergütungsstahl *	DIN EN 10 083-2:2006-10
Ringkeil	beim DIBt hinterlegt	
Schutzkappe (korrosionsgeschützt)	PE oder Baustahl	DIN EN ISO 1872-1:1999-10 DIN EN 10 025-2:2005-04
Übergangsröhrchen	PE oder PP	DIN EN ISO 1872-1:1999-10 DIN EN ISO 1873-1:1995-12
Trompetenrohr (korrosionsgeschützt)	PE oder Baustahl	DIN EN ISO 1872-1:1999-10 DIN EN 10 025-2:2005-04
Abdichtung am Trompetenende	PU-Schaum, Fugendichtmasse *	
Injektionsmörtel	Einpressmörtel	DIN EN 447:1996-07
<b>Spannglied</b>		
Schutzhülle 1	PE *	DIN EN ISO 1872-1:1999-10
Schutzhülle 2	PE *	DIN EN ISO 1872-1:1999-10
Korrosionsschutzmasse	beim DIBt hinterlegt	
<b>Korrosionsschutz Verankerungen</b>		
Korrosionsschutzmasse	beim DIBt hinterlegt	
Korrosionsschutzbinde	beim DIBt hinterlegt	
<b>Umlenkung mit Gleiteinrichtung</b>		
Umlenksattel (korrosionsgeschützt)	PE oder Baustahl	DIN EN ISO 1872-1:1999-10 DIN EN 10 025-2:2005-04
Gleitfolie	PTFE	DIN EN ISO 13000-1:2006-02
Gleitblech	Niroblech	DIN EN 10 088-7:2012-01
Gleitplatte	PE	DIN EN ISO 1872-1:1999-10
Gleitmittel	beim DIBt hinterlegt	DIN 51502
Futterplatten, Umlenkplatten	PE	DIN EN ISO 1872-1:1999-10

\*) Materialspezifikationen beim DIBt hinterlegt

Ringkeil Typ F oder Typ H:



Alle Maßangaben in mm.

Litzenspannverfahren VT-CMM KD für externe Vorspannung

Materialeigenschaften

Anlage 8