

# Allgemeine Bauartgenehmigung

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

**Zulassungs- und Genehmigungsstelle  
für Bauprodukte und Bauarten**

Datum:

12.03.2024

Geschäftszeichen:

I 15-1.13.3-13/23

**Nummer:**

**Z-13.3-143**

**Geltungsdauer**

vom: **16. April 2024**

bis: **16. April 2029**

**Antragsteller:**

**BBR VT International Ltd**  
Ringstrasse 2  
8603 SCHWERZENBACH/ZÜRICH  
SCHWEIZ

**Gegenstand dieses Bescheides:**

**Litzenspannverfahren VT-CMM D/KD für Windenergieanlagen**

Der oben genannte Regelungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich genehmigt.  
Dieser Bescheid umfasst sieben Seiten und fünf Anlagen mit acht Seiten.  
Der Gegenstand ist erstmals am 9. September 2014 zugelassen worden.

DIBt

## I ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen Bauartgenehmigung ist die Anwendbarkeit des Regelungsgegenstandes 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 Dem Anwender des Regelungsgegenstandes sind, unbeschadet weitergehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", Kopien dieses Bescheides zur Verfügung zu stellen. Zudem ist der Anwender des Regelungsgegenstandes darauf hinzuweisen, dass dieser Bescheid an der Anwendungsstelle 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 im Genehmigungsverfahren zum Regelungsgegenstand gemachten Angaben und vorgelegten Dokumente. Eine Änderung dieser Genehmigungsgrundlagen wird von diesem Bescheid nicht erfasst und ist dem Deutschen Institut für Bautechnik unverzüglich offenzulegen.

## II BESONDERE BESTIMMUNGEN

### 1 Regelungsgegenstand und Anwendungsbereich

#### 1.1 Regelungsgegenstand

Regelungsgegenstand ist die Anwendung von Spannverfahren für externe Vorspannung von Türmen für Windenergieanlagen unter Verwendung von Spanngliedern mit nur einer PE-Schutzhülle (Typ 1A oder Typ 1B) in den Spanngliedgrößen 2x04, 3x04 und 4x04 gemäß den folgenden allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen:

Z-13.3-78, Litzenspannverfahren VT-CMM D für externe Vorspannung nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

Z-13.3-110, Litzenspannverfahren VT CMM KD für externe Vorspannung nach DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

#### 1.2 Anwendungsbereich

Die Spannverfahren dürfen zur Vorspannung von Türmen für Windenergieanlagen (WEA) aus Normalbeton gemäß der DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen verwendet werden. Die vorgespannten Türme bestehen aus einer unterschiedlichen Anzahl von Betonsegmenten oder Betonierabschnitten mit einer Höhe  $\geq 2\text{m}$ . Die Entwurfslebensdauer darf 25 Jahre nicht überschreiten.

Die Bemessung der Türme erfolgt nach der Richtlinie für Windenergieanlagen und DIN EN 1992-1-1 in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA.

Die Spannglieder sind im Turminneren anzuordnen. Im Bereich der Spannglieder sind Temperaturen  $\leq 40^\circ$  zulässig. Die Spanngliedlänge beträgt maximal 150 m.

Die Spannglieder mit PE-Schutzhülle Typ 1A können für alle Turmtypen verwendet werden, bei denen die Spannglieder planmäßig nicht oder mittels Umlenkstrukturen umgelenkt werden.

Die Spannglieder mit PE-Schutzhülle Typ 1B können für alle Turmtypen verwendet werden, bei denen die Spannglieder an der Turmwand anliegend umgelenkt werden oder bei denen sowohl die Umlenkung an der Turmwand als auch an planmäßig angeordneten Umlenkstrukturen erfolgt.

### 2 Bestimmungen für Planung, Bemessung und Ausführung

#### 2.1 Allgemeines

Es gelten, wenn nicht nachfolgend etwas anderes bestimmt ist, die Besonderen Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-13.3-78 oder Z-13.3-110.

Die zeichnerischen Darstellungen in den Anlagen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-13.3-78 oder Z-13.3-110 sind generell für Spannglieder mit zwei Schutzhüllen dargestellt. Diese gelten prinzipiell auch für die Ausführung mit Spanngliedern mit einer Schutzhülle gemäß dieser Bauartgenehmigung und werden ergänzt um die Zeichnungen in den Anlagen 1 bis 4 dieser Bauartgenehmigung.

Zusätzlich gilt für die Planung und Bemessung von Windenergieanlagen die Richtlinie für Windenergieanlagen des Deutschen Instituts für Bautechnik.

#### 2.2 Planung

##### 2.2.1 Spann Stahl und Bänder

Die Bandabmessung der Spannbänder Typ 1A und Typ 1B mit einer Schutzhülle sowie die Übersicht der Spannglieder und Ankerkörper ist Anlage 1 bis 4 dieser Bauartgenehmigung zu entnehmen.

## 2.2.2 Verankerungen

Auf die Umlenkreserve am Ende der Aussparungsrohre der Verankerungen darf verzichtet werden, wenn im Zuge des Einbaus der Aussparungsrohre durch entsprechende Maßnahmen sichergestellt werden kann, dass Abweichungen der Spanngliedachse von der planmäßigen Lage ausgeschlossen werden können. In diesem Fall werden die Spannglieder am Austritt aus dem Aussparungsrohr nicht umgelenkt. Die Einhaltung dieser Bedingungen muss vor dem Spannvorgang überprüft werden.

Ist eine unplanmäßige Umlenkung am Austritt aus dem Aussparungsrohr nicht auszuschließen, ist ein Reservewinkel von  $\alpha \geq 2^\circ$  zu berücksichtigen.

Dieses Vorhaltemaß kann konstruktiv oder durch das Einlegen einer PE-Umlenkplatte (gleichwertig zu den in den Zulassungen Z-13.3-78 und Z-13.3-110 verwendeten Umlenksätteln) in das Aussparungsrohr unter Einhaltung der Mindestkrümmungsradien des Spanngliedes berücksichtigt werden.

Ist zusätzlich eine planmäßige Umlenkung am Austritt aus dem Aussparungsrohr vorgesehen, so gelten die Mindesttrompetenlängen nach Anlage 3 sowie die Anlagen 4, 5 und 8 der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-13.3-78 oder Z-13.3-110. In diesem Fall wird auf die Länge der Umlenkung am Festanker zuzüglich 200 mm, am Spannanker zuzüglich 500 mm die Schutzhülle 2 aus HDPE auf die einzelnen Bänder aufgebracht. Das Spanngliedpaket erhält dann in diesem Umlenkbereich die Außenabmessungen entsprechend der doppelt ummantelten Spannglieder gemäß der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-13.3-78 oder Z-13.3-110.

## 2.2.3 Umlenksättel

Bei Umlenkungen des Spanngliedes mit  $\alpha > 1^\circ$  sind Umlenkstrukturen (gleichwertig zu den in den Zulassungen Z-13.3-78 und Z-13.3-110 verwendeten Umlenksätteln) zu verwenden, an deren Enden zusätzliche Reserveumlenkungen von  $\alpha \geq 2^\circ$  vorzusehen sind.

Auf der Länge der Umlenkung zuzüglich 2 x 500 mm wird die Schutzhülle 2 aus HDPE auf die einzelnen Bänder aufgebracht. Dadurch erhält das Spanngliedpaket in diesem Umlenkbereich die Außenabmessungen entsprechend der doppelt ummantelten Spannglieder gemäß der Z-13.3-78 und Z-13.3-110.

## 2.2.4 Kopplungen

Kopplungen kommen nicht zur Anwendung.

## 2.2.5 Korrosionsschutz der freiliegenden Stahlteile

Die nicht ausreichend durch Betonüberdeckung (mindestens 5 cm) oder Korrosionsschutzmasse geschützten Flächen aller stählernen Teile sind mit einem Schutzsystem nach DIN EN ISO 12944-5 gegen Korrosion zu schützen.

Dabei ist zu beachten, dass das entsprechende Schutzsystem so ausgewählt wird, dass mindestens eine Korrosivitätskategorie C5 nach DIN EN ISO 12944-2 gewährleistet wird. Bei Stahlteilen der Verankerung, welche im Inneren einer abgeschlossenen Konstruktion liegen darf die Korrosivitätskategorie C3 nach DIN EN ISO 12944-2 zugrunde gelegt werden, wenn der Angriff von korrosiven Stoffen ausgeschlossen werden kann. Bei der Planung des Korrosionsschutzsystems ist die Schutzdauer in Hinblick auf die Nutzungsdauer der baulichen Anlage und das Instandhaltungskonzept zu berücksichtigen.

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

## 2.2.6 Beschreibung des Spannverfahrens und Zeichnungen

Der Aufbau der Spannglieder, die Ausbildung der Verankerungen und des Korrosionsschutzes müssen der Beschreibung in der Anlage 5 dieser Zulassung entsprechen sowie den Zeichnungen in den Anlagen 1 bis 8 der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-13.3-78 oder Z-13.3-110, ergänzt um die Zeichnungen in den Anlagen 1 bis 4 dieser Bauartgenehmigung.

## 2.3 Bemessung

### 2.3.1 Dehnungsbehinderung des Spanngliedes

Die Spannkraftverluste im Spannglied können in der Regel in der statischen Berechnung mit den auf Anlage 5 Abschnitt 4.3 dieser Bauartgenehmigung angegebenen Reibungsbeiwerten ermittelt werden.

### 2.3.2 Krümmungsradius der Spannglieder und Umlenkung der Spannglieder

Spannglieder dürfen ohne besondere Umlenkkonstruktionen punktförmig mit einem Umlenkwinkel  $\alpha \leq 1,0^\circ$  unabhängig von den Regeln bezüglich der Mindestradien an der Betonwand anliegend umgelenkt werden.

Im Winkel  $\alpha$  sind Imperfektionen sowie Zusatzwinkel infolge Fugenversatz an Fertigteilstößen bei Türmen in Segmentbauweise oder Schalungsversatz bei Türmen in Ortbetonbauweise zu berücksichtigen.

Ein Nachweis der Spannstahlrandspannungen in den Umlenkpunkten an der Turmwand muss nicht geführt werden.

An den Umlenkpunkten ist die Aufnahme der Umlenkkräfte durch das Bauteil statisch nachzuweisen.

### 2.3.3 Anliegen des Spannglieds und freies Abheben an Austrittspunkten

Spannglieder dürfen kontinuierlich oder punktuell an der Turminnenwand anliegen, wenn durch geeignete Schalung glatte Innenflächen sichergestellt werden. Dieses Anliegen stellt kein unplanmäßiges Anliegen am Bauwerk im Sinne des Abschnitts 4.2.6 der Zulassungen Z-13.3-78 und Z.13.3-110 dar. Die Abhebekontrolle an Austrittspunkten kann damit entfallen.

An Fugen (Segmentfugen bei Fertigteiltürmen oder Arbeitsfugen bei Ortbetonbauweise) darf ein maximaler Versatz von  $\pm 4,0$  mm (z.B. Bauwerkstoleranzen) auftreten. Diese Fugen dürfen keine Grate, Betonnasen, Austritt von Schlempe oder erhabene Gesteinskörner aufweisen.

Sollte der Versatz unplanmäßig größer als 4 mm sein, muss rechnerisch nachgewiesen werden, dass der gesamte Umlenkwinkel aus planmäßiger und unplanmäßiger Umlenkung  $\alpha \leq 1,0^\circ$  ist.

Bei Betonfertigteilen ist die maßgebende Segmentkante bzw. bei Ortbetonbauweise ist die maßgebende Arbeitsfuge mit einer Abfasung (mindestens  $30^\circ$  Neigung in Wandebene) zu versehen, so dass im Fall eines Fugenversatzes die Spannglieder über keine scharfe Kante gezogen werden. Die maßgebende Kante bzw. Fuge ist:

- Beim Spannen von unten die obere Segmentkante bzw. Arbeitsfuge.
- Beim Spannen von oben die untere Segmentkante bzw. Arbeitsfuge.

An Kontaktstellen der Spannglieder mit der Turmwand ohne Anordnung spezieller Umlenkelemente ist sicherzustellen, dass im Betriebszustand Relativverschiebungen zwischen Spannglied und Turmwand nicht auftreten. Hierzu ist im Rahmen der Tragwerksplanung der Nachweis für einen repräsentativen Betriebslastfall zu führen.

### 2.3.4 Nachweis gegen Ermüdung

Es darf unter Ansatz von  $\Delta\sigma_{Rsk} = 35$  MPa ein expliziter Betriebsfestigkeitsnachweis nach DIN EN 1992-1-1, Abschnitt 6.8.4 unter Ansatz einer Wöhlerlinie mit Spannungsexponent  $k_1 = 5$ , Spannungsexponent  $k_2 = 9$ ,  $N^* = 10^6$ ,  $\Delta\sigma_{Rsk} = 35$  MPa geführt werden.

### 2.3.5 Verhinderung von Querschwingungen der Spannglieder

Querschwingungen der Spannglieder sind durch rechnerische Nachweise zu betrachten. Gegebenenfalls auftretende kritische Querschwingungen der Spannglieder sind durch konstruktive Maßnahmen zu vermeiden.

## 3 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung

### 3.1 Allgemeines

Es gelten, wenn nicht nachfolgend etwas anderes bestimmt ist, die Besonderen Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-13.3-78 oder Z-13.3-110.

### 3.2 Einbau der Spannglieder

Die Montage der Spannglieder erfolgt gemäß der Beschreibung in Anlage 5 dieser Zulassung.

### 3.3 Aufbringen der Vorspannung

Bei an der Turmwand anliegend umgelenkten Spanngliedern mit einem Umlenkwinkel von anliegend  $\alpha \leq 1^\circ$  wird eine innere Gleitung von 100 % angestrebt. Bei planmäßig nicht umgelenkten Spanngliedern ist der Anteil an innerer Gleitung nicht begrenzt.

Nach dem Spannvorgang ist visuell zu prüfen, dass an der Verbindung Hüllrohr Grundkörper des Ankers keine Korrosionsschutzmasse ausgetreten ist.

### 3.4 Einpressen

Das Verfüllen der Verankerungen mit Einpressmörtel entsprechend Absatz 4.2.8.2 der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-13.3-78 und Z-13.3-110 nach dem Vorspannen entfällt.

### 3.5 Übereinstimmung

Durch die Bauausführende Firma ist eine Erklärung der Übereinstimmung mit dieser allgemeinen Bauartgenehmigung gemäß §§ 16 a Abs. 5, 21 Abs. 2, 22 MBO abzugeben.

Der maximale Versatz an den Fugen (entsprechend Abschnitt 2.3.3) ist mit unter 4 mm zu bestätigen oder explizit mit der Angabe des Ortes und der Größe des Versatzes zu dokumentieren.

## 4 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt und Wartung

Es ist grundsätzlich in Absprache mit dem Prüfenieur und gemäß DIBt-Richtlinie für Windenergieanlagen eine regelmäßige Kontrolle der Spannglieder vorzusehen. Dabei ist das Spannsystem auf Funktionalität zu untersuchen und festzustellen, dass keine Korrosionsschutzmasse (insbesondere am Spannanker und an den Umlenkstellen) austritt.

Sollte der Versatz an den Fugen (Abschnitt 2.3.3) größer als 8 mm sein, ist an jeder entsprechenden Stelle eine regelmäßige handnahe Inspektion erforderlich. Dabei ist festzustellen und zu dokumentieren, ob Korrosionsschutzmasse ausgetreten ist und ob der Litzenmantel beschädigt ist.

Außer zu Kontroll- und Wartungszwecken der Spannglieder darf sich keine Person unmittelbar unter- bzw. oberhalb der Verankerungen aufhalten. Kontrolle und Wartung sind durch geschultes Personal unter Berücksichtigung des Zustandes der Vorspannung durchzuführen.

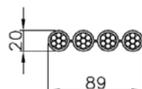
Folgende Normen und Richtlinien werden in der allgemeinen Bauartgenehmigung in Bezug genommen:

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/A1:2015-03	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/A1:2014
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 1992-1-1/NA/A1:2015-12	Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Änderung A1
DIN EN ISO 12944-2:1998-07	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen (ISO 12944-2:1998); Deutsche Fassung EN ISO 12944-2:1998
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 12944-5:2020-03	Beschichtungsstoffe - Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme - Teil 5: Beschichtungssysteme (ISO 12944-5:2019); Deutsche Fassung EN ISO 12944-5:2019
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
Richtlinie für Windenergieanlagen	Richtlinie für Windenergieanlagen, Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Fassung Oktober 2012, Schriften des Deutschen Instituts für Bautechnik, Reihe B, Heft 8 in Verbindung mit den zugehörigen Anlagen der Musterliste der Technischen Baubestimmungen.

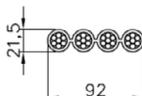
Dr.-Ing. Lars Eckfeldt  
Referatsleiter

Beglaubigt  
Knischewski

Band Typ 1A



Band Typ 1B



Spannglieder

2x04



3x04

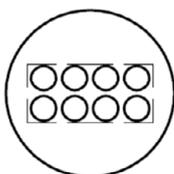


4x04

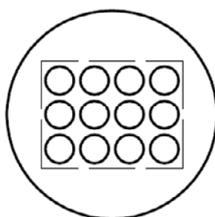


Ankerkörper auf Beton / Stahlbau

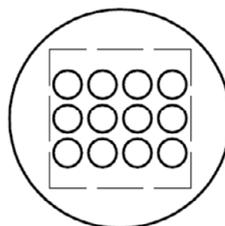
2x04



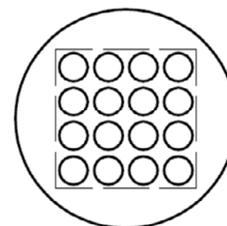
3x04



3x04  
(Variante)

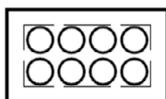


4x04

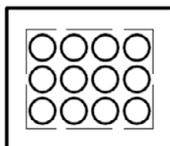


Ankerkörper auf Stahlbau

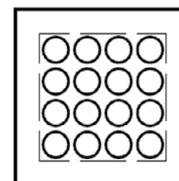
2x04



3x04



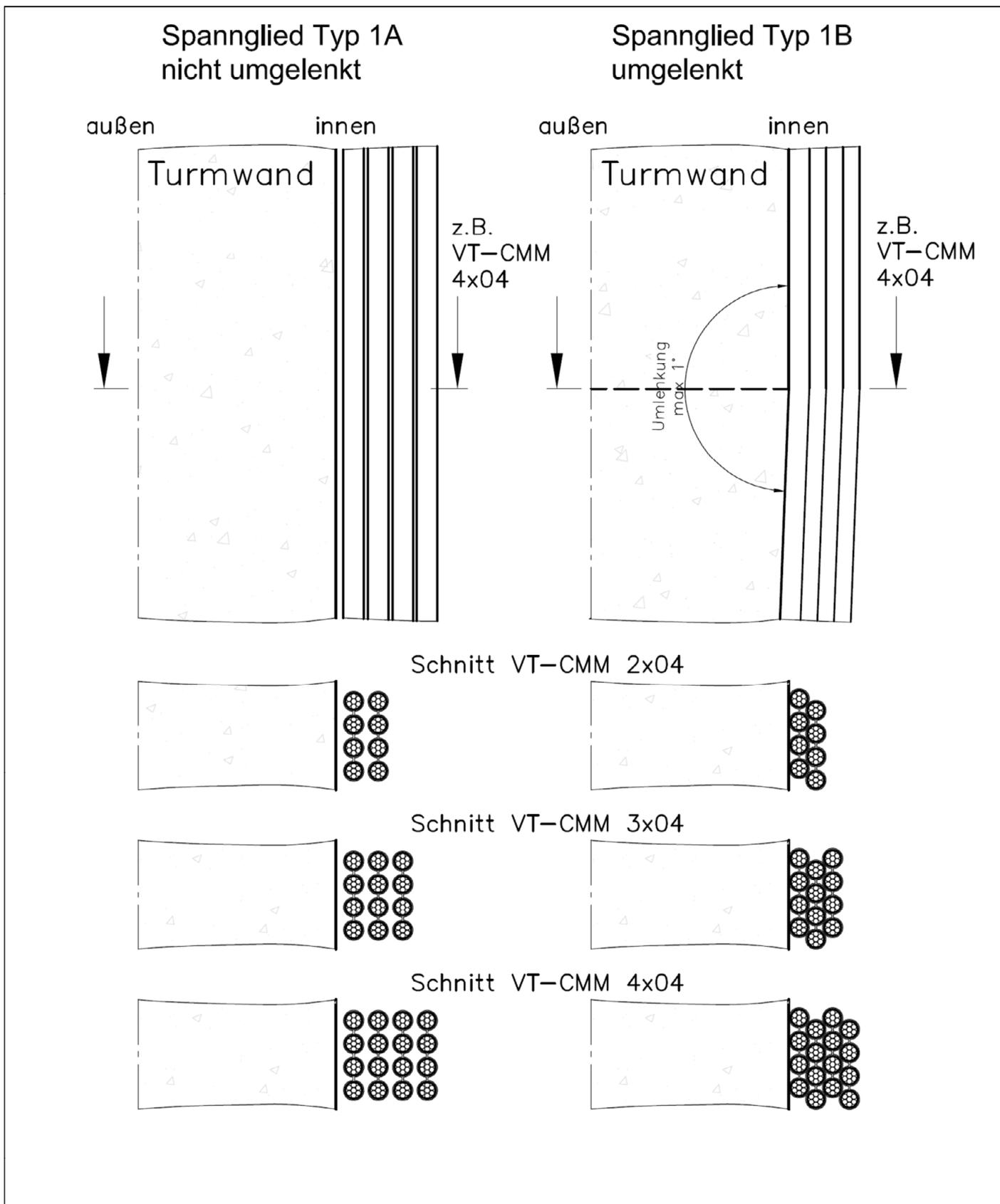
4x04



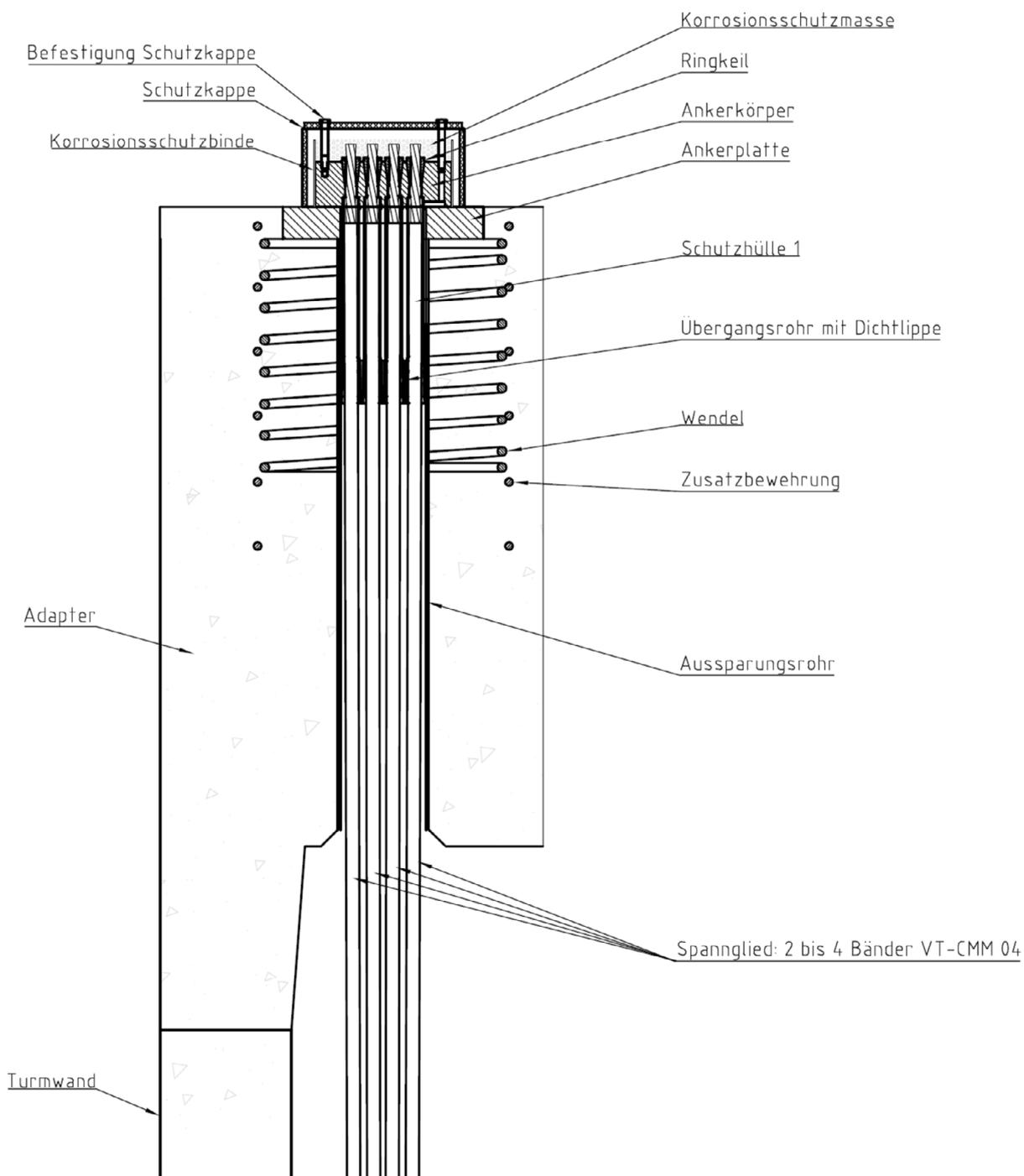
Lizenzspannverfahren VT-CMM D/KD für Windenergieanlagen

Bandformen, Spannglieder, Ankerkörper

Anlage 1



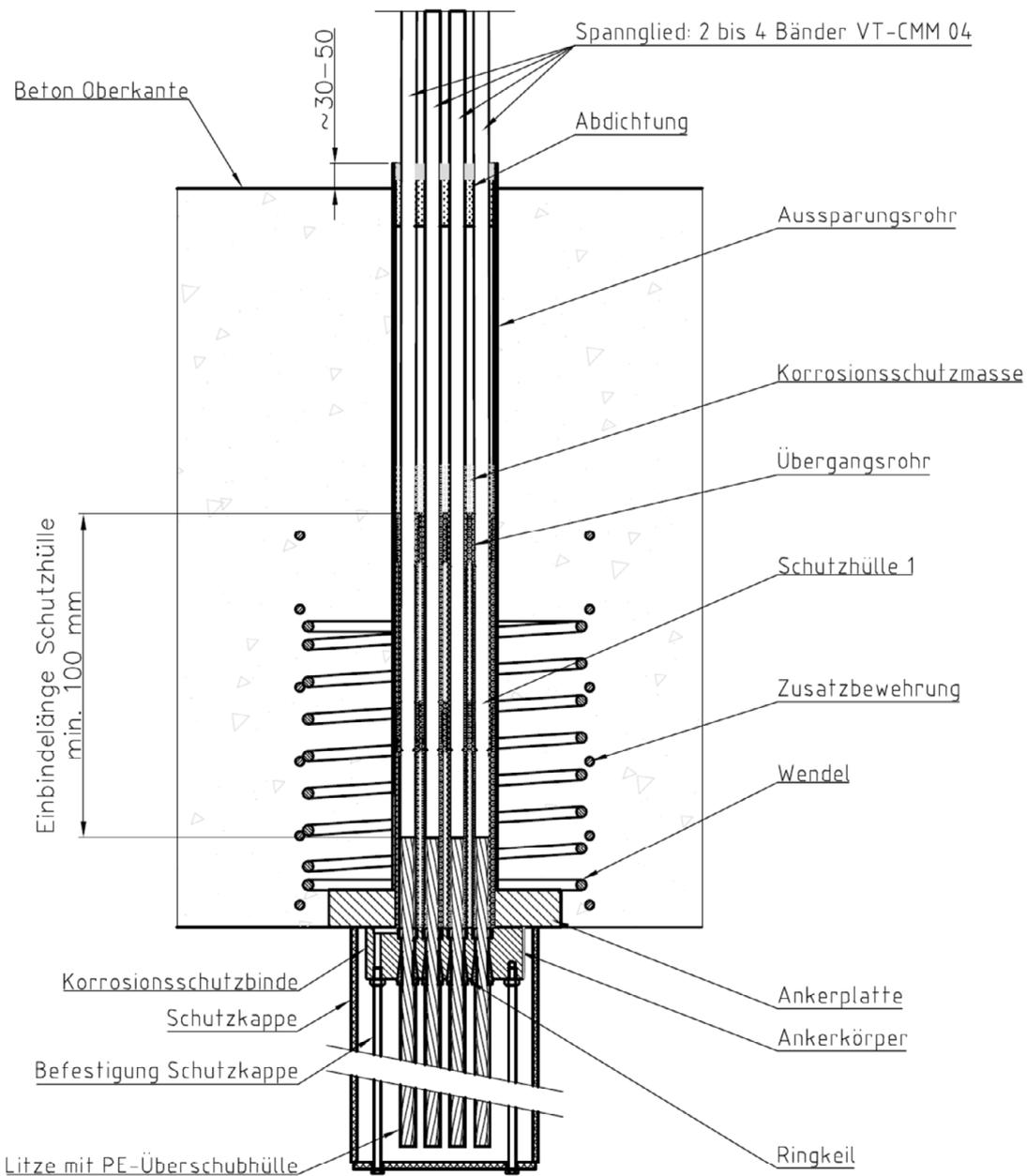
Lizenzspannverfahren VT-CMM D/KD für Windenergieanlagen	Anlage 2
Spanngliedführung, Spanngliedgrößen	



Litzenspannverfahren VT-CMM D/KD für Windenergieanlagen

Obere Verankerung mit kurzem Litzensüberstand

Anlage 3



Litzenspannverfahren VT-CMM D/KD für Windenergieanlagen

Untere Verankerung mit langem Litzenüberstand

Anlage 4

## 1 Spann Stahl

Als Spann Stahl werden allgemein bauaufsichtlich zugelassene 7-drähtige Spannstahl Litzen St 1570/1770,  $\varnothing$  15,7 mm, Nennquerschnitt 150 mm<sup>2</sup> oder kompaktierte 7-drähtige Spannstahl Litzen St 1600/1820,  $\varnothing$  15,2 mm, Nennquerschnitt 165 mm<sup>2</sup> verwendet.

## 2 Spannglieder

### 2.1 Beschreibung der Spannglieder

Die VT-CMM Litzenspannglieder mit einer PE-Schutzhülle (Typ 1A oder Typ 1B) sind für externe Vorspannung von Türmen für Windenergieanlagen verwendbar. Sie bestehen aus 4 nebeneinander liegenden Spannstahl Litzen, die werksmäßig mit Korrosionsschutzmasse und Schutzhülle Typ 1A, bestehend aus einem mindestens 1,8 mm dicken PE-Mantel, oder Schutzhülle Typ 1B, bestehend aus einem mindestens 2,5 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.

Werden die Spannglieder ohne Anordnung von Umlenkstrukturen an der Turmwand anliegend umgelenkt, so müssen hierfür Spannglieder mit Schutzhülle Typ 1B verwendet werden. Andernfalls können Spannglieder mit Schutzhülle Typ 1A verwendet werden.

### 2.2 Herstellung der Spannglieder

Die einfach ummantelten Spannglieder VT-CMM werden im Werk in einem Extrusionsverfahren hergestellt. Bei diesem Extrusionsvorgang wird zunächst die Korrosionsschutzmasse auf die Litzen aufgetragen und anschließend mit Schutzhülle Typ 1A oder Typ 1B umhüllt. Nach dem Aufextrudieren der Umhüllung werden die Spannglieder als Mehrfach- oder als Einzellängen auf Haspeln gewickelt. Das Ablängen auf die erforderliche Spanngliedlänge geschieht entweder auf der Baustelle oder bereits im Herstellwerk. Erfolgt das Ablängen der Spannglieder bereits im Herstellwerk, so können die unter Einhaltung des minimalen Krümmungsradius (entsprechend Abschnitt 2.2.2 der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-13.3-78 oder Z-13.3-110) 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 und Ankerkörpern mit konischen Bohrungen parallel zur Spanngliedachse und mit Hilfe 3-teiliger Ringkeile.

An der inneren Seite der Ankerplatte wird ein rechteckiges oder quadratisches Aussparungsrohr aus Stahl angeschweißt und korrosionsgeschützt. Die Länge des Rohres beträgt mindestens 40 cm und kann mittels übergreifend eingestecktem PE-Rohr oder PE-Umlenkstück verlängert werden.

In die Ankerkörper werden innenseitig Übergangsröhrchen eingeschraubt, deren Länge am Festanker mindestens 30 cm betragen und am Spannanker mindestens 60 cm.

Die Spannbänder werden an den Ankereinlaufstellen in Einzellitzen aufgetrennt und die Einzellitzen auf entsprechender Länge von der PE-Schutzhülle befreit, so dass die Schutzhülle 1 nach dem Vorspannen höchstens bis an den Ankerkörper reicht und mindestens 100 mm in das Übergangsröhrchen einmündet.

Litzenspannverfahren VT-CMM D/KD für Windenergieanlagen

Anlagenbeschreibung

Anlage 5  
 Seite 1/4

Nach dem Vorspannen wird an der unteren Verankerung der Raum innerhalb der Trompete bis mindestens 100 mm über das Ende der Übergangsröhrchen mit Korrosionsschutzmasse verfüllt. Das Ende des Aussparungsrohres wird im Nachgang mit PU-Schaum abgedichtet und zu dessen Schutz mit einer dünnen Schicht Dichtmasse bestrichen. Die Keilzwischenräume sowie eventuelle Spalt-Hohlräume innerhalb der Ankerkörperbohrungen und der Übergangsröhrchen werden mit Korrosionsschutzmasse verfüllt.

An der oberen Verankerung erfolgt die spanngliedseitige Abdichtung der Litzen innerhalb des Übergangsröhrchens durch die in den Übergangsröhrchen vorhandene Dichtlippe. Ist die obere Verankerung der Festanker und bereits werksseitig montiert, so werden die Keilzwischenräume sowie eventuelle Spalt-Hohlräume innerhalb der Ankerkörperbohrungen und der Übergangsröhrchen ebenfalls werksseitig mit Korrosionsschutzmasse verfüllt. Ist die obere Verankerung der Spannanker, so werden auch bei werksseitiger Montage der Verankerung die Keilzwischenräume sowie eventuelle Spalt-Hohlräume innerhalb der Ankerkörperbohrungen und der Übergangsröhrchen nachträglich nach dem Vorspannen mit Korrosionsschutzmasse verfüllt. Nach dem Vorspannen wird der verbleibende Raum innerhalb des Aussparungsrohres nicht weiter verfüllt und das Trompetenende bleibt offen.

Auf die Litzenüberstände des Spannankers werden PE-Hüllen aufgeschoben, deren Enden knapp über die Litzenenden ragen und mit Kunststoffstopfen verschlossen werden. Die Kunststoffstopfen werden von einer HDPE- oder Stahlabdeckkappe, die mittels Gewindestangen befestigt wird, angedrückt. (siehe Anlage 4). Die Länge der Litzenüberstände wird im Einvernehmen mit dem Bauherrn so festgelegt, dass gegebenenfalls Spannkraftkorrekturen vorgenommen werden können.

Die Litzenüberstände am Festanker ragen nur 1-2 cm über den Keil hinaus und werden durch Korrosionsschutzmasse komplett bedeckt. Der Ankerkopf wird mit einer Abdeckkappe aus Stahl oder HDPE abgeschlossen.

Es dürfen keine Knicke des Spanngliedes innerhalb des Aussparungsrohres und am Ende des Aussparungsrohres entstehen. Damit Abweichungen von der planmäßigen Spanngliedlage nicht zu Knicken führen, ist an jedem Ende des Aussparungsrohres eine Umlenkreserve von mindestens  $\alpha \geq 2^\circ$  mit dem Mindestradius nach Anlage 7 und 9, Abschnitt 4.2 der abZ 13.3.78 oder 13.3.110 vorzusehen.

Auf die Umlenkreserve von  $2^\circ$  am Aussparungsrohrende der Verankerungen darf verzichtet werden, wenn im Zuge des Einbaus der Aussparungsrohre durch entsprechende Maßnahmen Abweichungen der Spanngliedachse von der planmäßigen Lage ausgeschlossen werden können.

## 4 Spannglieder mit Umlenkung

### 4.1 Umlenkung der Spannglieder an der Turmwand

Die Fugen zwischen einzelnen Segmenten bei Fertigteiltürmen bzw. zwischen einzelnen Bauabschnitten bei Ortbetontürmen dürfen einen maximalen Fugenversatz von +/- 4 mm aufweisen. Die Fugen dürfen keine Grate, Betonnasen, erhabene Gesteinskörner oder keinen Austritt von Schlempe aufweisen.

Bei Türmen in Segmentbauweise muss bei einem Fugenversatz die den Fugenversatz bildende Betonringinnenkante eine Abfasung ( $30^\circ$  Neigung in Wandebene) erhalten, so dass auch bei einem Fugenversatz zwischen zwei Fertigteilringen die Spannglieder an keiner scharfen Kante anliegen. Bei Ortbetontürmen müssen diese Fugen entsprechend geschliffen oder ebenfalls abgefast werden.

### 4.2 Ausführungsformen der Umlenkstelle bei Umlenkung der Spannglieder in Umlenksätteln mit $\alpha > 1^\circ$

Es gelten die Regelungen nach Anlage 9 Abschnitt 4.1 der abZ Z-13.3-78 oder Anlage 8 Abschnitt 4.1 der abZ Z-13.3-110.

Litzenspannverfahren VT-CMM D/KD für Windenergieanlagen

Technische Beschreibung

Anlage 5  
Seite 2/4

**4.3 Reibungskennwerte**

4.3.1 Spannglieder mit Umlenkung  $\alpha \leq 1^\circ$  an der Turmwand

Der Reibungskennwert ist unabhängig von der Anzahl der übereinanderliegenden Bänder rechnerisch mit  $\mu = 0,06$  anzusetzen.

4.3.2 Spannglieder mit Umlenkung  $\alpha > 1^\circ$  und Anordnung von Umlenkstellen

Es kommen Spannglieder mit bereichsweise angebrachter Schutzhülle 2 zum Einsatz.

Es gelten die Regelungen nach Anlage 9 Abschnitt 4.3.1 und 4.3.2 der abZ Z-13.3-78 oder Anlage 8 Abschnitt 4.3.1 und 4.3.2 der abZ Z-13.3-110.

**5 Montage**

**5.1 Allgemeines**

Das Ablängen der Spannbänder bzw. der Spannglieder 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 abZ 13.3-78 oder 13.3-110) gewickelten Spannglieder auch körperlos transportiert werden. Die Spannglieder sind in diesem Fall liegend zu transportieren. Der Wickel- und Abwickelvorgang erfolgt nicht körperlos.

**5.2 Montagefolge**

5.2.1 Einbau der Spannbänder

Die Spannbänder werden von der Turmoberseite mit einer geeigneten Abwickleinheit in den Turm abgelassen oder mittels einer Winde und Umlenkrollen von unten in den Turm eingezogen. Zur Vermeidung von Beschädigungen der Schutzhülle sind zum Einziehen Gleitbleche, Kunststoffrohre, Rollen u. ä. zur Führung vorgesehen. Der Ankerkörper der oberen Verankerung wird bei werkseitig montierter Verankerung auf der oberen Ankerplatte abgesetzt oder vor Ort auf die eingezogen Litzen aufgeschoben. An der unteren Verankerung werden die Spannbänder in die Aussparung eingefädelt, ausgerichtet und der Ankerkörper montiert.

Werden die Spannglieder planmäßig mit  $\alpha > 1^\circ$  umgelenkt und Umlenkstrukturen angeordnet, so wird in den entsprechenden Bereichen der Umlenkung die Schutzhülle 2 auf die Spannbänder aufgeschoben.

5.2.2 Ausrichten der Spannbänder

Bei mehrlagigen Bändern wird vor dem Vorspannen darauf geachtet, dass die Bänder nicht verdreht sind. Die Spanngliedführung sowie die Lage der Bänder untereinander ist Anlage 2 zu entnehmen.

**6 Vorspannen**

Das Vorspannen erfolgt im Allgemeinen durch gleichzeitiges Spannen der Litzen aller Bänder. Ein bandweises oder litzenweises Vorspannen ist bei an der Turmwand anliegend umgelenkten Spanngliedern sowie bei planmäßig nicht umgelenkten Spanngliedern genehmigt. Hierbei muss mit dem der Turmwand am nächsten liegenden Band begonnen werden. Erfolgt die Umlenkung der Spannglieder an der Turmwand, so wird beim Spannvorgang eine innere Gleitung von 100 % angestrebt. Sollte ein Anteil an äußerer Gleitung auftreten, so ist sicherzustellen, dass der PE - Mantel am Festanker auch nach dem Spannvorgang noch innerhalb der Übergangsröhrchen bzw. innerhalb des durch die Dichtlippe abgegrenzten Bereiches liegt. Am Spannanker ist zusätzlich sicherzustellen, dass der PE-Mantel nicht am Ankerkörper aufgestaucht wird. Erfolgt die Umlenkung der Spannglieder in Umlenkstellen, so gelten die Randbedingungen bzgl. des Anteils an innerer und äußerer Gleitung nach der abZ 13.3-78 oder 13.3-110. Zur Kontrolle wird vor dem Spannen eine Markierung im definierten Abstand von der Ausmündungstrompete der Verankerung angebracht und dieser Abstand nach dem Spannvorgang nachgemessen. Die Differenz gibt den Anteil der äußeren Gleitung bzw. der Mantelbewegung in diesem Bereich an.

Litzenspannverfahren VT-CMM D/KD für Windenergieanlagen	Anlage 5 Seite 3/4
Technische Beschreibung	

## 7 Verfüllen der Aussparungsrohre

Die Aussparungsrohre der unteren Verankerung werden nach dem Vorspannen bis min. 100 mm über das Ende der Übergangsröhrchen mit Korrosionsschutzmasse verfüllt.

## 8 Korrosionsschutz

Die nach dem Vorspannen am Spannanker sowie am vor Ort montierten Festanker noch vorhandenen Hohlräume im Bereich der Ankerkörper werden mit Korrosionsschutzmasse verfüllt.

Am Spannanker werden auf die Litzenüberstände PE-Röhrchen aufgeschoben. Am luftseitigen Ende wird das PE-Röhrchen mit Stöpseln abgeschlossen und Schutzkappen mittels Gewindestangen an den Ankerkörpern befestigt. Die freien Ankerkörperflächen werden mit Korrosionsschutzmasse oder -binde abgedeckt.

Bei oben angeordnetem Festanker wird der Ankerkörper mit einer Fettbandage umwickelt, die ca. 3-4 cm über den Ankerkörper übersteht. Diese 3-4 cm überstehende Schalung wird mit Korrosionsschutzmasse aufgefüllt, wodurch die kurzen Litzenüberstände vollständig bedeckt werden. Die Schutzkappe aus HDPE oder Stahl wird mittels Schrauben an den Ankerkörpern befestigt.

Bei unten angeordnetem Festanker werden die freien Ankerkörperflächen mit Korrosionsschutzmasse oder -binde abgedeckt und eine mit Korrosionsschutzmasse gefüllte Schutzkappe montiert.

## 9 Spannkraftkontrolle und Spanngliedaustausch

Im Einvernehmen mit dem Bauherrn kann der Litzenüberstand so festgelegt werden, dass Spannkraftkontrollen oder -korrekturen vorgenommen werden können. Für ein komplettes Entspannen muss die gesamte anteilige Dehnlänge zuzüglich der Länge des für die Spannpresse erforderlichen Litzenüberstandes verbleiben.

Ohne Litzenüberstand kann der Spanngliedaustausch nach geeigneten Sicherheitsvorkehrungen mittels mechanischem oder thermischem Trennen der Spannglieder in der freien Länge erfolgen.

Litzenspannverfahren VT-CMM D/KD für Windenergieanlagen

Technische Beschreibung

Anlage 5  
Seite 4/4