

Bundesanstalt für Straßenwesen

**Zusätzliche Technische
Vertragsbedingungen und Richtlinien
für Ingenieurbauten**

ZTV-ING

**Teil 4
Stahlbau, Stahlverbundbau**

**Abschnitt 4
Brückenseile**

Notifiziert gemäß der Richtlinie (EU) 2015/1535 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. September 2015 über ein Informationsverfahren auf dem Gebiet der technischen Vorschriften und der Vorschriften für die Dienste der Informationsgesellschaft (ABl. 241 vom 17.9.2015, S. 1.).

Inhalt	Seite	3	Besondere Anforderungen an LBS 7
1 Allgemeines	3	3.1	Grundsätzliches 7
1.1 Grundsätzliches	3	3.2	Begriffsbestimmungen..... 7
1.2 Begriffsbestimmungen	3	3.3	Werkstoffe und Konstruktion
1.3 Werkstoffe und Konstruktion.....	3	3.3.1	Eigenschaften der Schrägeillitzen
1.4 Qualitätssicherung	4	3.3.2	Anforderungen an die Konstruktion.....
1.4.1 Qualitätsplan	4	3.4	Qualitätssicherung..... 8
1.4.2 Prüfungen	4	3.4.1	Qualitätsplan..... 8
1.4.3 Arbeits- und Spannanweisung.....	4	3.4.2	Prüfungen
1.4.4 Anforderungen an das Personal	5	3.4.3	Arbeits- und Spannanweisung
1.4.5 Überwachung und Dokumentation	5	3.4.4	Anforderungen an das Personal.....
1.4.6 Prüfhandbuch.....	5	3.4.5	Überwachung und Dokumentation
1.5 Hinweise zur Leistungsbeschreibung	6	3.4.6	Prüfhandbuch
2 Besondere Anforderungen an VVS	6		Anhang A Hinweise zur Überwachung und Prüfung von Seilen im Rahmen der Bauwerksprüfung..... 10
2.1 Grundsätzliches	6		Anhang B Nebenangebote für LBS ohne allge- meine bauaufsichtliche Zulassung.... 13
2.2 Begriffsbestimmungen	6		
2.3 Werkstoffe und Konstruktion.....	6		
2.3.1 Eigenschaften der Drähte	6		
2.3.2 Eigenschaften von Stahlguss und Stahl ...	6		
2.3.3 Anforderung an die Konstruktion	6		
2.4 Qualitätssicherung	6		
2.4.1 Qualitätsplan	6		
2.4.2 Prüfungen	6		
2.4.3 Arbeits- und Spannanweisung.....	7		
2.4.4 Anforderungen an das Personal	7		
2.4.5 Überwachung und Dokumentation	7		

1 Allgemeines

1.1 Grundsätzliches

(1) Der Teil 4 Abschnitt 4 gilt nur in Verbindung mit dem Teil 1 Allgemeines.

(2) Brückenseile können als Vollverschlossene Seile (VVS) oder Litzenbündelseile (LBS) ausgeführt werden.

(3) Bei Konstruktionen mit Brückenseilen dürfen mit der Ausführungsplanung und der Ausführung nur Auftragnehmer mit einschlägigen Erfahrungen beauftragt werden.

(4) *Bei Konstruktionen mit Brückenseilen dürfen mit bauüberwachenden Aufgaben nur technische Fachkräfte mit einschlägigen Erfahrungen beauftragt werden.*

(5) Die Nutzungsdauer der Brückenseile muss der des Gesamtbauwerks entsprechen.

(6) Die Umlenkung von Seilen ist beim Neubau von Schrägseilbrücken für den Straßenverkehr nicht zulässig.

(7) Die Bemessung von Brückenseilen erfolgt nach DIN EN 1993-1-11.

(8) Bei der Tragwerksberechnung sind die Auswirkungen der Vorspannung und eventuelle Umlagerungen aus Schwinden und Kriechen sowie die wesentlichen Änderungen des Steifigkeitsverhältnisses der Seile zum Überbau und Pylon im Gebrauchs- und rechnerischen Bruchzustand zu berücksichtigen.

(9) Bei Betonüberbauten sind die Seilkräfte so einzustellen, dass der Überbau möglichst zwangsfrei ist.

1.2 Begriffsbestimmungen

(1) Vollverschlossene Seile (VVS)

Zugglied bestehend aus Runddrähten und mindestens zwei Lagen Z-Profildrähten in vollverschlossener Konstruktion mit beidseitiger Verankerung.

(2) Kabel

Gebündelte, eng beieinanderliegende Gruppe von VVS. Diese Bauweise ist beim Neubau von Schrägseilbrücken für den Straßenverkehr nicht mehr zulässig.

(3) Schrägseillitze

Verzinkte, gewachste und PE-ummantelte Spannstahlmitze aus sieben glatten Einzeldrähten.

(4) Litzenbündelseile (LBS)

Zugglied bestehend aus parallelen Schrägseillitzen mit Verrohrung und beidseitiger Verankerung.

(5) Freie Länge

Bereich des Brückenseils zwischen Pylon und Überbau außerhalb der Verankerungen.

(6) Korrosionsschutzsystem

Kombination von Maßnahmen zur Vermeidung von Korrosion.

(7) Verankerung

Gesamtheit der Komponenten zur Eintragung der Zugkraft des Seils in das Bauwerk. Es wird zwischen Spannankern mit der Möglichkeit zum Spannen, Nachspannen und Ablassen der Seilkraft und Festankern unterschieden.

(8) Stützmutter

Bestandteil der Verankerung, zur Lastübertragung in die Brückenkonstruktion und zum Einstellen der Seilkraft.

(9) Führung

Vorrichtung zur Begrenzung der Biegespannungen an den Verankerungen mit oder ohne dämpfende Eigenschaften.

(10) Dämpfer

Vorrichtung zur Dämpfung von Schwingungen.

(11) Seilkopplung

Element zur Verbindung von Seilen untereinander, um Schwingungen zu reduzieren.

(12) Austauschbarkeit

Möglichkeit, das gesamte Seil oder im Fall von LBS zusätzlich auch einzelne Schrägseillitzen zu ersetzen.

1.3 Werkstoffe und Konstruktion

(1) Die Regelungen für die Werkstoffe sind für VVS der Nr. 2 bzw. für LBS der Nr. 3 zu entnehmen.

(2) Bauteile oder einzelne Teile davon, bei denen der Korrosionsschutz nicht erneuerbar ist, müssen entweder austauschbar sein oder einen Korrosionsschutz mit einer Schutzdauer erhalten, die mindestens der Nutzungsdauer der Brücke entspricht. Die Austauschbarkeit solcher Bauteile im Betrieb ist nachzuweisen.

(3) Es ist sicherzustellen, dass die Drehwinkel an der Verankerung ein für die Seile verträgliches Maß nicht überschreiten. Falls erforderlich sind konstruktive Maßnahmen zur Beschränkung der Drehwinkel vorzusehen.

(4) Die Verankerungspunkte müssen für die regelmäßige Bauwerksprüfung und die Wartung zugänglich sein. Durch geeignete Maßnahmen ist dafür zu sorgen, dass sich insbesondere an den

untenliegenden Verankerungen kein Wasser ansammeln kann.

(5) Die Verankerung der Seile ist so auszuführen, dass während der gesamten Nutzungsdauer keine korrosiven Stoffe und schädlichen Chemikalien eindringen können.

(6) Die Festlegung der Seillängen muss in der statischen Berechnung erfolgen. Die Bezugstemperatur beträgt 10 °C.

(7) Die Möglichkeit des Nachspanns und Ablassens der Seilkraft im fertig gestellten Bauwerk muss gegeben sein.

(8) Die Zugänglichkeit der Seile muss auf ihrer gesamten freien Länge für die Bauwerksprüfung und eventuelle Instandsetzungsarbeiten gewährleistet sein.

(9) Zum Blitzschutz der Schrägeile in Betonkonstruktionen sind die Verankerungen im Pylon mit einem Ableiter zu verbinden.

(10) *Sofern das Auftreten von unzulässigen Schwingungen nicht durch rechnerischen Nachweis ausgeschlossen werden kann, müssen die Schrägeile den nachträglichen Einbau von Dämpfungselementen, Abspannungen oder Seilkopplungen ermöglichen. Entsprechende Anschlussstellen sind vorzusehen. Falls erforderlich sind Messungen zur Entscheidung über den Einsatz von Schwingungsdämpfern durchzuführen und auszuwerten. Bei Schwingungsamplituden bis $f = L_{\text{Seil}} / 1700$ ist sowohl hinsichtlich der optischen Wirkung als auch der Ermüdungsbeanspruchung der Einbau von Dämpfern nicht notwendig.*

1.4 Qualitätssicherung

1.4.1 Qualitätsplan

(1) Vor Beginn der Fertigung ist dem Auftraggeber ein vom Auftragnehmer aufgestellter projektspezifischer Qualitätsplan zur Genehmigung vorzulegen.

(2) Der Qualitätsplan muss sämtliche für die Seile einer Brücke auszuführenden Qualitätssicherungsmaßnahmen enthalten. Er beinhaltet auch den Korrosionsschutz der Seile gemäß Abschnitt 5. Qualitätssicherungsmaßnahmen sind insbesondere:

- die Prüfungen und Kontrollen im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung,
- die Arbeits- und Spannanweisung einschließlich der Formblätter für die Dokumentation und
- das Prüfhandbuch.

(3) Die jeweils Verantwortlichen für die einzelnen Qualitätssicherungsmaßnahmen sind im Qualitätsplan anzugeben.

(4) Die Lieferanten für die Seile und die zum Seil gehörenden Komponenten sind im Qualitätsplan anzugeben.

(5) Die Werkstoffe, die technischen Regeln für die Fertigung, z.B. Normen oder Technische Lieferbedingungen und die erforderlichen Prüfbescheinigungen sind für alle Komponenten der Seile anzugeben.

(6) Die Einhaltung aller Qualitätssicherungsmaßnahmen ist zu dokumentieren und die Dokumentation dem Auftraggeber zu übergeben.

(7) Der Qualitätsplan ist im Laufe des Projektes vom Auftragnehmer fortzuschreiben.

(8) *Die Einhaltung des Qualitätsplans ist vom Auftraggeber durch fachlich qualifiziertes Personal zu prüfen und zu dokumentieren.*

1.4.2 Prüfungen

(1) Bei allen Prüfungen sind Art und Umfang, das Regelwerk für die Durchführung, das Kriterium zum Bestehen der Prüfung und die erforderliche Prüfbescheinigung anzugeben.

(2) Bei Prüfungen, die der Fremdüberwachung unterliegen, ist die fremdüberwachende Stelle im Qualitätsplan anzugeben.

(3) Abnahmeprüfzeugnisse 3.2 nach DIN EN 10204 dürfen nur von einer vom Auftraggeber anerkannten fremdüberwachenden Stelle ausgestellt werden.

1.4.3 Arbeits- und Spannanweisung

(1) Für jedes Bauvorhaben ist eine detaillierte Anweisung zur Montage und zum Spannen der Seile zu erstellen.

(2) Das Spannen der Seile darf nur mit kalibrierten Spannpressen erfolgen. Entsprechende Kalibriernachweise sind dem Auftraggeber vor dem Spannen vorzulegen.

(3) Für jede Baustelle ist ein verantwortlicher Fachbauleiter und dessen Stellvertreter für die Montage und das Spannen zu benennen.

(4) Die Arbeits- und Spannanweisung muss dem ausführenden Personal vom verantwortlichen Fachbauleiter vor Beginn der Arbeiten erläutert werden. Sie muss bei der Ausführung der Arbeiten an den Seilen einsehbar auf der Baustelle vorhanden sein.

(5) Folgende Angaben müssen mindestens in der Arbeits- und Spannanweisung enthalten sein:

- Allgemeine Angaben über das Bauwerk und die verwendeten Seile,
- Angabe aller bei der Montage zu beachtenden Ausführungsunterlagen einschließlich der Ar-

beitsanweisung für den Korrosionsschutz nach Abschnitt 5,

- Verweise auf die erforderliche Entnahme von Materialproben während der Montage,
- Angabe der erforderlichen Kontrollmessungen zur Überprüfung der Bauwerksgeometrie vor, während und nach dem Einbau der Seile,
- Beschreibung des Vorgehens zur Korrektur von unzulässigen Abweichungen der Lage der Verankerungen,
- Angabe der erforderlichen Messungen zur Überprüfung der Seilkräfte und der Seilschwingungen während und nach dem Seileinbau,
- Beschreibung der Spannarbeiten einschließlich eines Musters für die Spannprotokolle, in denen mindestens die Angabe der Spannkräfte, –wege und –stufen sowie deren Soll-Ist-Vergleich enthalten ist und
- Beschreibung von temporären Maßnahmen zum Schutz der Seile vor Witterungseinflüssen und Beschädigungen während der Bauzeit.

1.4.4 Anforderungen an das Personal

Die Technische Abteilung des Seil-Lieferanten muss über einen Ingenieur mit mindestens fünf Jahren Berufserfahrung mit Brückenseilen verfügen. Maßgebende technische Fachkräfte sollten mindestens drei Jahre Berufserfahrung mit Brückenseilen besitzen.

1.4.5 Überwachung und Dokumentation

(1) Der Beginn der Seilherstellung ist dem Auftraggeber mindestens 14 Tage im Voraus anzuzeigen.

(2) *Die Seilherstellung wird durch den Auftraggeber oder eine von ihm beauftragte Stelle überwacht.*

(3) *Die Dokumentation dieser Überwachung ist dem Bauwerksbuch hinzuzufügen.*

(4) Während der Ausführung sind mindestens folgende Unterlagen auf der Baustelle vorzuhalten und zu beachten:

- die Lieferscheine mit mindestens der Angabe der Auftragsnummer, Typenbezeichnung, Zeichnungsnummer und gelieferte Menge sowie des Lieferdatums und der Chargennummern bzw. Seilnummern,
- die Kalibriernachweise für die Spanngeräte,
- die Ausführungspläne,
- die Arbeits- und Spannanweisungen,
- die Spannprotokolle,

—der Qualitätsplan des Seilherstellers zu Transport, Lagerung und Montage der Seile und

—ggf. die Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen.

(5) Die Dokumentationen der Fertigungsüberwachung einschließlich aller Prüfzeugnisse müssen dem Auftraggeber vor dem jeweiligen Einbau der Komponenten des Seils vorgelegt werden.

(6) Die Montage und das Spannen der Seile sind zu dokumentieren. Dabei sind die sich mit dem Einbau sowie dem Spannen ergebenden Bauzustände im Hinblick auf die Einhaltung der geometrischen Vorgaben, der Entwicklung der Seilkräfte sowie der konstruktiven Randbedingungen einschließlich der Toleranzen zu überwachen.

(7) *Zur Beurteilung des Schwingungsverhaltens der Brückenseile kann ein baubegleitendes Messprogramm mit Soll-Ist-Vergleichen notwendig sein.*

(8) *Die maßgeblichen Referenzdaten des Tragwerks und aller Seile im Hinblick auf zukünftige Prüfungen sind bei der ersten Hauptprüfung nach DIN 1076 zu ermitteln (Nullmessung). Abweichungen vom Soll sind in das Bauwerksbuch aufzunehmen.*

1.4.6 Prüfhandbuch

(1) Alle zur Prüfung und Wartung der Seile erforderlichen Maßnahmen und deren Häufigkeit müssen in einem Prüfhandbuch dokumentiert werden.

(2) Das Prüfhandbuch ist vom Auftragnehmer in Abstimmung mit dem Lieferanten der Seile und dem Auftraggeber zu erstellen. Es ist rechtzeitig vor der 1. Hauptprüfung an den Auftraggeber zu übergeben. Es muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- die allgemeinen Angaben über das Bauwerk und die Seile,
- den Zeitrahmen der Bauwerksprüfungen,
- Art und Umfang der Prüfungen und Überwachungen im Rahmen der Bauwerksprüfung nach DIN 1076 in Anlehnung an die entsprechende Prüfmatrix gemäß Anhang A,
- Art und Umfang der Dokumentation von Prüfungen und Überwachungen,
- die Wartungsarbeiten an den Seilen und ihren Komponenten,
- die Angaben zur Öffnung und zum Verschließen von Abdeckungen und Dichtungen zum Zweck der Prüfung und
- die Angaben zum Betrieb vorhandener oder beizustellender Gerüste und Befahrgeräte.

(3) Das Prüfhandbuch ist Bestandteil des Qualitätsplans und somit ebenfalls in den Planlauf zur

Genehmigung durch den Auftraggeber einzu-
bringen.

(4) Die Dokumentation der durchzuführenden
Prüfungen und Überwachungen muss mindestens
die folgenden Informationen beinhalten:

- Datum der Prüfung und Namen der Prüfer,
- Beschreibung der durchgeführten Prüfungen
und Bezeichnung der untersuchten Seile,
- während der Prüfung gesammelte Daten, fest-
gestellte Schäden und Fotos der Schäden,
- verwendete Hilfsmittel und Methoden und
- Randbedingungen der Prüfung, z.B. Witte-
rungsbedingungen, Bauwerkstemperatur, Ver-
kehrsverhältnisse.

1.5 Hinweise zur Leistungs- beschreibung

(1) *Solange für LBS keine allgemeine bauauf-
sichtliche Zulassung vorliegt, sind Schrägseile in
der Leistungsbeschreibung als VVS vorzusehen.
Bei grundsätzlicher Eignung von LBS kann, ab-
weichend von Nr. 3.1 den Bietern die Möglichkeit
gegeben werden, entsprechende Nebenangebote
abzugeben*

(2) Bei Nebenangeboten für LBS ohne allgemeine
bausaufsichtliche Zulassungen ist Anhang B zu
beachten.

2 Besondere Anforderungen an VVS

2.1 Grundsätzliches

Es dürfen nur VVS verwendet werden, die den
Anforderungen der TL/TP VVS entsprechen.

2.2 Begriffsbestimmungen

(1) Seilverfüllmittel

Viskos eingestellte Stoffe für die Verfüllung der
Drahtzwischenräume im VVS.

(2) Vergussmittel

Zinklegierung für das Vergießen von VVS in den
Verankerungen.

(3) Vergusshülse

Teil der Verankerung für den Seilverguss.

(4) Seilverguss

Vergießen der Vergusshülse zur Übertragung der
Zugkräfte aus den Drähten in die Verankerung mit
einem Vergussmittel.

2.3 Werkstoffe und Konstruktion

2.3.1 Eigenschaften der Drähte

Die Nennzugfestigkeit der Drähte darf 1570 N/mm²
nicht überschreiten.

2.3.2 Eigenschaften von Stahlguss und Stahl

Streckgrenze und Zugfestigkeit sind bei der Be-
messung mit den dickenabhängigen Mindestwer-
ten gemäß den technischen Lieferbedingungen
anzusetzen.

2.3.3 Anforderung an die Konstruktion

(1) Das Bauwerk ist so zu konstruieren, dass der
Austausch der VVS möglich ist.

(2) Der Verankerungsbereich muss so ausgebil-
det werden, dass der Seileinlaufbereich (Verguss-
hülse und Seilverguss) zugänglich und kontrollier-
bar bleibt. Darum darf die Auflagerung nicht auf
der Kopffläche der Vergusshülse erfolgen. Dies
kann z.B. durch Hammerseilköpfe oder zylindri-
sche Seilköpfe mit Stützmutter erreicht werden.

2.4 Qualitätssicherung

2.4.1 Qualitätsplan

(1) Bei der Erstellung des Qualitätsplans für VVS
sind neben den allgemeinen Anforderungen ge-
mäß Nr. 1.4.1 die folgenden Aspekte besonders
zu beachten:

- die Produktion der Seile einschließlich Ausliefe-
rung an die Baustelle und
- die Korrosionsschutzbeschichtung der Seile auf
der freien Länge.

(2) Die projektspezifischen Ausführungsunterla-
gen für die Werksfertigung sind anzugeben. In
ihnen müssen mindestens die Materialbezeich-
nungen, Seillänge, Seildurchmesser, Seilaufbau,
Schlaglänge der Außendrahtlage und Ausbildung
der Endverankerungen enthalten sein.

2.4.2 Prüfungen

(1) Der Qualitätsplan muss mindestens die Über-
wachungsanforderungen der TL/TP VVS, des
Abschnitts 5 enthalten.

(2) An mindestens einem Probestück je Seildurchmesser und Originalverankerung sind Zugversuche nach TL/TP VVS durchzuführen.

(3) Zur Prüfung des Ermüdungswiderstands sind Dauerschwingversuche gemäß TL/TP VVS durchzuführen.

(4) *Die notwendige Anzahl der durchzuführenden Versuche nach (2) und (3) ist in der Leistungsbeschreibung anzugeben und als eigene Position ins Leistungsverzeichnis aufzunehmen. Sie richtet sich nach den bauwerksspezifischen Gegebenheiten. In der Regel ist für jeden Seildurchmesser ein Versuch durchzuführen. Unter Berücksichtigung des gesamten Lieferumfangs kann die Anzahl geändert werden.*

(5) *Dauerschwingversuche können entfallen, wenn entsprechende Versuche unter vergleichbaren Bedingungen bereits mit hinreichenden Ergebnissen durchgeführt wurden. Die Gleichwertigkeit ist vor Auftragsvergabe zu belegen.*

(6) *In der Leistungsbeschreibung ist anzugeben, ob Nebenangebote bezüglich der Reduzierung von Prüfungen gemäß (4) und (5) zugelassen werden.*

2.4.3 Arbeits- und Spannanweisung

Die Arbeits- und Spannanweisung für den Einbau der VVS muss zusätzlich zu den Anforderungen nach Nr. 1.4.3 mindestens folgende Angaben enthalten:

- a) eine Beschreibung des VVS und seiner Einzelteile, z.B. Verankerung, Seilkopplung, Dämpfer,
- b) eine detaillierte Beschreibung der Seilmontage unter Berücksichtigung des Korrosionsschutzes nach Abschnitt 5 einschließlich aller notwendigen Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden am Seil während des Einbaus und
- c) die Vorgehensweise beim Auftreten von Unregelmäßigkeiten wie z.B.:
 - Drahtbrüche,
 - Herausspringen von Drähten aus dem Seilverband,
 - Schäden am werksseitigen Korrosionsschutz und
 - Austritt von Seilverfüllmittel.

2.4.4 Anforderungen an das Personal

(1) Der Fachbauleiter für die Seilmontage muss über eine mehrjährige Baustellenerfahrung mit der Montage von seilverspannten Konstruktionen verfügen.

(2) Das Personal der einbauenden Firma muss über Erfahrung mit dem einzubauenden VVS ver-

fügen oder durch den Lieferanten des VVS bzw. den Fachbauleiter geschult werden.

(3) Unregelmäßigkeiten am Seil dürfen nur unter Anleitung eines qualifizierten Mitarbeiters des Seilherstellers beseitigt werden.

2.4.5 Überwachung und Dokumentation

(1) In Ergänzung zu den allgemein gültigen Vorgaben nach Nr. 1.4.5 sind die bauart- bzw. projektspezifischen Auflagen aus den TL/TP VVS zu beachten.

(2) Die später nicht mehr ohne Weiteres zugänglichen Komponenten der VVS, z.B. im Bereich der Verankerungen, innerhalb von Ein- und Durchführungen und an nicht demontierbaren Schellen sind im Zuge der Bauausführung gemäß Qualitätsplan zu überwachen, zu prüfen und abzunehmen.

(3) Die Dokumentation für das Bauwerksbuch umfasst unter anderem:

- die Aufzeichnungen der projektspezifischen Produktionsprotokolle für Seile und Verguss-hülsen gemäß TL/TP VVS,
- die Arbeits- und die Spannanweisung,
- die Auswertung von Messungen,
- die Aufzeichnungen über Transport-, Lagerungs- und Einbaubedingungen, evtl. festgestellte Abweichungen vom Soll und außergewöhnliche Ereignisse wie z.B. Reparaturen,
- die Ergebnisse der Abnahmen,
- den Korrosionsschutzplan nach Abschnitt 5 und
- die Dokumentation der Korrosionsschutzarbeiten nach Abschnitt 5.

3 Besondere Anforderungen an LBS

3.1 Grundsätzliches

Es dürfen nur LBS verwendet werden, die über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung verfügen. Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für LBS besteht aus einer Zulassung für das Schrägseilssystem und einer Zulassung für die Schrägseillitze.

3.2 Begriffsbestimmungen

(1) Verrohrung

Ummantelung des gesamten Schrägseillitzenbündels zum Schutz gegen mechanische und klimatische Einflüsse, bestehend u.a. aus dem Hüllrohr.

(2) Bündelungselement

Bauteil zur Bündelung der Schrägseillitzen am Beginn des Verankerungsbereichs.

(3) Abstandhalter

Vorrichtung zur Zentrierung der Schrägseillitzen an der Verankerung oder in der Verrohrung.

3.3 Werkstoffe und Konstruktion

3.3.1 Eigenschaften der Schrägseillitzen

(1) Es dürfen nur folgende Schrägseillitzen zum Einsatz kommen mit:

Nenndurchmesser	$d = 15,7 \text{ mm}$,
Nennquerschnittsfläche	$A = 150 \text{ mm}^2$,
Nennzugfestigkeit	$f_{u,k} = 1770 \text{ N/mm}^2$.

(2) Der E-Modul kann, sofern in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung kein anderer Wert festgelegt ist, mit 195.000 N/mm^2 angesetzt werden.

3.3.2 Anforderungen an die Konstruktion

(1) Das Bauwerk ist so zu konstruieren, dass der Austausch einzelner Schrägseillitzen und eines gesamten LBS ausführbar ist. Die LBS müssen litzeweise oder als Gesamtbündel spannbar sein.

(2) Die LBS müssen auf der gesamten freien Länge von einer Verrohrung umgeben sein, die geeignet ist, allen Witterungseinflüssen und den einwirkenden Belastungen zu widerstehen.

(3) Zur Reduzierung regen-winderregter Schwingungen muss die Verrohrung mit einer geeigneten Oberflächenstrukturierung, z.B. einer Wendel, versehen sein.

(4) Um Wasseransammlungen in der Verrohrung zu vermeiden, sind an den Verankerungen geeignete Entwässerungsmöglichkeiten vorzusehen.

3.4 Qualitätssicherung

3.4.1 Qualitätsplan

Bei der Erstellung des Qualitätsplans für LBS sind neben den allgemeinen Anforderungen gemäß Nr. 1.4.1 die folgenden Aspekte besonders zu beachten:

- Produktion der Schrägseillitzen einschließlich Auslieferung der Coils an die Baustelle,
- Produktion der sonstigen Komponenten für die LBS und
- Zusammenbau der Komponenten zum LBS.

3.4.2 Prüfungen

Der Qualitätsplan muss mindestens die Überwachungsanforderungen der Zulassungen für die Schrägseillitzen und für das LBS, des Abschnitts 5 und des Bauvertrages enthalten.

3.4.3 Arbeits- und Spannanweisung

Die Arbeits- und Spannanweisung für den Einbau der LBS muss zusätzlich zu den Anforderungen nach 1.4.3 mindestens folgende Angaben enthalten:

- Beschreibung des LBS und seiner Einzelteile, z.B. Schrägseillitzen, Verankerung, Verrohrung, Führung, Bündelungselemente, Seilkopplung, Dämpfer, Entwässerung,
- Beschreibung der Arbeiten auf der Baustelle zur Fertigung der LBS und
- Vorgehensweise beim Auftreten von Unregelmäßigkeiten wie z.B. Schäden an den Schrägseillitzen oder Schäden am werksseitigen Korrosionsschutz.

3.4.4 Anforderungen an das Personal

(1) Der Fachbauleiter muss über eine mehrjährige Baustellenerfahrung mit Vorspannarbeiten oder mit LBS verfügen. Ferner ist ein Facharbeiter, der eine mindestens zweijährige Erfahrung mit externen Spanngliedern oder LBS besitzt, zu benennen. Sie müssen mit dem anzuwendenden LBS gut vertraut oder entsprechend eingewiesen und bei allen wesentlichen Arbeiten auf der Baustelle anwesend sein.

(2) Schweißarbeiten an Kunststoffteilen, wie z.B. an der Verrohrung, dürfen nur von Personal ausgeführt werden, das über die Qualifikation für Kunststoffschweißung entsprechend DVS 2212-1 verfügt.

(3) Fehlstellen am Korrosionsschutz der Schrägseillitzen oder Unregelmäßigkeiten an den sonstigen Seilkomponenten dürfen nur unter Anleitung eines qualifizierten Mitarbeiters des Seillieferanten behoben werden.

3.4.5 Überwachung und Dokumentation

(1) In Ergänzung zu den allgemein gültigen Vorgaben nach Nr. 1.4.5 sind die bauart- bzw. projektspezifischen Auflagen aus den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen und dem Bauvertrag zu beachten.

(2) Die später nicht mehr ohne Weiteres zugänglichen Komponenten des LBS im Bereich der Verankerungen und innerhalb der Verrohrung sind bereits im Zuge der Bauausführung gemäß Qualitätsplan zu überwachen, zu prüfen und abzunehmen.

(3) Die Dokumentation aller Schrägseilkomponenten gemäß Qualitätsplan umfasst unter anderem

- die Aufzeichnungen der projektspezifischen Produktionsprotokolle,
- die Arbeits- und Spannanweisung,
- die Auswertung von Messungen,
- die Aufzeichnungen über Transport-, Lagerungs- und Einbaubedingungen, evtl. festgestellter Abweichungen vom Soll und außergewöhnliche Ereignisse wie z.B. Reparaturen und
- die Ergebnisse der Abnahmen.

3.4.6 Prüfhandbuch

Ergänzend zu Nr. 1.4.6 sind die Auflagen aus der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zu beachten.

Anhang A

Hinweise zur Überwachung und Prüfung von Seilen im Rahmen der Bauwerksprüfung

A 1 Allgemeines

(1) Während der Nutzungsdauer des Tragwerks müssen die Seile in regelmäßigen Abständen entsprechend DIN 1076 geprüft und überwacht werden.

(2) Das Prüfprogramm der Einfachen Prüfung (EP) und der Hauptprüfung (HP) ist anhand der Tabellen A 4.4.1 für VVS und A 4.4.2 für LBS projektspezifisch festzulegen.

(3) Das Prüfprogramm der Sonderprüfung (SP) ist dem speziellen Anlass anzupassen.

(4) Sofern bei Prüfungen und Wartungsmaßnahmen Eingriffe in konstruktive Komponenten der Seile oder der Brücke notwendig sind, sind die jeweiligen Arbeiten von qualifiziertem Personal vorzunehmen.

(5) Zusätzlich zu den nach DIN 1076 erforderlichen Untersuchungen sind bei der 1. HP die folgenden Kontrollmessungen durchzuführen:

—Überprüfung der Ausrichtung und Lage der Verankerungen im Überbau und in den Pylonen und

—Kontrolle der tatsächlichen Seilkräfte über Ermittlung der Eigenfrequenzen.

(6) Nach Seilaustausch, umfangreichen Umbauten oder Instandsetzungsarbeiten ist eine HP oder SP durchzuführen.

(7) In Abhängigkeit von den Prüfergebnissen ist die Prüfmatrix anzupassen.

(8) Bei HP und SP sind Abdeckungen, Manschetten, Dichtungen und reversible Dichtstoffe zu entfernen und nach der Prüfung wieder sachgerecht anzubringen.

A 2 VVS

Die EP, die HP und die SP sollen die in Tabelle 4.4.1 genannten Untersuchungen umfassen, sind jedoch nicht auf diese beschränkt.

A 3 LBS

Die EP, die HP und die SP sollen die in Tabelle 4.4.2 genannten Untersuchungen umfassen, sind jedoch nicht auf diese beschränkt.

Tabelle A 4.4.1: Prüfmatrix für VVS (der Prüfumfang wird projektspezifisch festgelegt)

Anlage zum Prüfhandbuch; Prüfmatrix für VVS			Prüfung und Überwachung nach DIN 1076		
lfd Nr.	Prüfverfahren	Prüfmittel (Beispiele)	einfache Prüfung (EP)	Hauptprüfung (HP)	Sonderprüfung (SP)
1	visuelle Prüfung der freien Länge und Verankerungen sowie der Kopplungen und Dämpfer	optisch (Fernglas)	X		
2	handnahe Prüfung der VVS und des Korrosionsschutzes (Gesamtlänge, nach Demontage von Abdeckungen, Manschetten)	Zugangssystem, Inaugenscheinnahme, Kamerabefahrung		X	
3	Prüfung von Seilschwingungen	optisch und haptisch		X	
4	Seilschwingungen mit Frequenzmessung zur Seilkraftbestimmung	Frequenzmessgerät		X	
5	Magnetinduktive Seilprüfung	Prüfgerät zur Streufeld-/Flussmessung		X	
6	Schichtdickenmessung Korrosionsschutz der Seile (Stichproben über die Gesamtlänge, nach Demontage von Abdeckungen, Manschetten)	Schichtdickenmessgerät		X	
7	visuelle Prüfung der Verankerungen und Hilfseinrichtungen (Dämpfer, Führungselemente, Manschetten, Abdichtungen)	optisch an zugänglichen Stellen ohne Hilfsmittel, haptisch		X	
8	visuelle Prüfung der Verankerungen und Klemmen nach Demontage von Abdeckungen	optisch, Endoskop, Zugangssystem		X	
9	Vermessung Überbau und Pylon (Gradienten)	geodätische Messgeräte		X	
10	Ultraschallprüfung der äußeren Drahtlage im Verankerungsbereich und in den Führungselementen nach Demontage von Abdeckungen an Überbau und Pylon	Ultraschallprüfgerät, Zugangssystem			X
11	ggf. weitere/andere Prüfverfahren	gemäß Prüfanweisung	X	X	X

Tabelle A 4.4.2: Prüfmatrix für LBS (der Prüfumfang wird projektspezifisch festgelegt)

Anlage zum Prüfhandbuch; Prüfmatrix für LBS			Prüfung und Überwachung nach DIN 1076		
lfd Nr.	Prüfverfahren	Prüfmittel (Beispiele)	einfache Prüfung (EP)	Hauptprüfung (HP)	Sonderprüfung (SP)
1	visuelle Prüfung der freien Länge und Verankerungen sowie der Kopplungen und Dämpfer	optisch (Fernglas)	X		
2	Besichtigung der Verankerung und der Verrohrung am Überbau und am Pylon	Zugangssystem, Inaugenscheinnahme, Werkzeug		X	
3	Kondenswasserprüfung durch Entwässerungsrohr	Zugangssystem, Endoskop		X	
4	Dämpferanschluss (PE-Einlage)	Zugangssystem, Werkzeug		X	
5	Vermessung Überbau und Pylon (Gradienten)	geodätische Messgeräte		X	
6	handnahe Prüfung der Verrohrung	Zugangssystem, Inaugenscheinnahme, Kamerabefahrung		X	
7	Seilschwingungen mit Frequenzmessung zur Seilkraftbestimmung	Frequenzmessgerät		X	
8	Magnetinduktive Seilprüfung	Prüfgerät zur Streufeld- / Flussmessung		X	
9	Prüfung der Verankerungskörper	Öffnung der Ankerabdeckungen		X	
10	Lift-off-Messung (Spannanker)	Zugangssystem, Monopresse, Hydraulikpumpe			X
11	Ultraschallprüfung der Litzendrähte im Bereich der Verankerung im Überbau und Pylon	Ultraschallprüfgerät, Zugangssystem, Prüfbehelfe			X
12	endoskopische Besichtigung der Bauteile im Bündelungselement	Zugangssystem, Endoskop			X
13	Litzenaustausch mit Ausbau der Bündelungselemente	Zugangssystem, Monopresse, Hydraulikpumpe			X
14	ggf. weitere/andere Prüfverfahren	gemäß Prüfanweisung	X	X	X

Anhang B

Nebenangebote für LBS ohne allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

B 1 Mindestanforderungen an Nebenangebote

(1) Für die zur Ausführung kommenden LBS ist eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich.

(2) Zur Erlangung der Zustimmung im Einzelfall muss vom Auftragnehmer nachgewiesen werden, dass die zur Ausführung kommenden LBS alle Anforderungen dieses Anhangs und die für die Brücke gültigen Bemessungsvorschriften erfüllen.

(3) Im Besonderen ist ein Programm zur Prüfung und Überwachung aufzustellen, das mindestens den Zulassungsgrundsätzen des DIBt für LBS entspricht.

(4) Wesentliche Grundlage für die Erteilung der Zustimmung im Einzelfall ist ein Sachverständigengutachten des DIBt. Das Gutachten des DIBt basiert auf vom Auftragnehmer zu erbringenden Eignungsprüfungen, der geplanten Fertigungsüberwachung und ggf. weiteren zu erstellenden technischen Unterlagen.

(5) Art und Umfang der Eignungsprüfungen und der geplanten Fertigungsüberwachung sowie der zu erstellenden technischen Unterlagen richten sich nach den Zulassungsgrundsätzen des DIBt für LBS und Schrägseillitzen.

(6) Die Beauftragung des DIBt erfolgt durch den Auftraggeber. Die Kosten für die Erstellung des Gutachtens sowie für Versuchsdurchführung und Überwachung sind durch den Auftragnehmer zu tragen und im Nebenangebot auszuweisen.

(7) Die Eignungsprüfungen und Fremdüberwachung des Produkts dürfen nur durch vom Auftraggeber und dem DIBt anerkannte Überwachungsstellen erfolgen.

(8) Bereits durchgeführte Eignungsversuche an LBS aus anderen Bauvorhaben können in Abstimmung mit dem Auftraggeber und dem DIBt die Versuche für die Zustimmung im Einzelfall ganz oder teilweise ersetzen. Die Versuche müssen in allen Punkten mindestens den Anforderungen der Zulassungsgrundsätze des DIBt für LBS entsprechen. Mit dem Angebot muss dazu eine zusammenfassende Versuchsdokumentation vorgelegt werden.

menfassende Versuchsdokumentation vorgelegt werden.

(9) Der Hersteller der LBS muss im Besitz einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für externe Litzenspannverfahren oder einer entsprechenden Europäischen Technischen Bewertung und der zugehörigen deutschen Anwendungszulassung sein.

(10) Die Auswirkung der veränderten Steifigkeiten der LBS gegenüber dem Hauptangebot auf die Massen des Überbaues, der Pylone und des Unterbaues ist mit dem Angebot nachvollziehbar darzulegen und im Nebenangebot zu berücksichtigen.

B 2 Vorzulegende Unterlagen

Mit dem Nebenangebot sind mindestens die nachfolgend aufgeführten Unterlagen bzw. Angaben vorzulegen:

- Unterlagen gemäß C.1,
- Hersteller und Fertigungsstätten der Schrägseillitzen und der LBS,
- Zulassungsbescheid für externe Litzenspannverfahren,
- Querschnitt und Festigkeit der Schrägseillitzen,
- Verankerungskonstruktionen (Festanker und Spannanker),
- Korrosionsschutz für Schrägseillitzen und LBS-Verankerungen,
- Beschreibung der Verrohrung (Material, Durchmesser, Stöße, Wendelung und Art der Farbgebung) mit Anschlüssen am Pylon und am Überbau,
- Konstruktion von Führungen und Bündelungselementen,
- Ausbildung von Kopplungen oder externen Schwingungsdämpfern,
- prinzipielle Montagebeschreibung mit Angaben zum Spannvorgang und zum Nachspannen
- Konzept zur Bauwerksprüfung und Erhaltung der LBS,
- Konzept zum Austausch der Schrägseillitzen und der LBS,
- zeichnerische Darstellung der Verankerung im Bauwerk und eventueller Durchdringungspunkte mit dem Überbau und Pylon und
- Terminplan für die Erlangung der Zustimmung im Einzelfall.

B 3 Wertung von Nebenangeboten

(1) Der Terminplan muss so gestaltet sein, dass für die Durchführung der Prüfungen und die Erarbeitung der Zustimmung im Einzelfall ausreichend Zeit zur Verfügung steht.

(2) Der erfolgreiche Nachweis der mit dem Nebenangebot dargelegten Eigenschaften liegt in der Verantwortung des Auftragnehmers. Sollte dieser Nachweis nicht gelingen, muss der Auftragnehmer geeignete Maßnahmen auf seine Kosten zur Genehmigung durch den Auftraggeber vorlegen.

(3) Sollte die Zustimmung im Einzelfall wegen fehlender oder unzureichender Nachweise nicht erteilt werden können, hat der Auftragnehmer das Bauwerk mit VVS oder zugelassenen LBS zum Angebotspreis seines Nebenangebotes auszuführen.