

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft,
Infrastruktur, Verkehr und Technologie



Technische Lieferbedingungen
für Drahtseile von Seilschwebe- und Standseilbahnen
gemäß BOSeil (TL)

(November 2004)

Diese Vorschriften gelten für Drahtseile für Seilschwebebahnen und Standseilbahnen, die auf Basis der BOSeil genehmigt, gebaut und In-Betrieb genommen wurden.

1. Normen und Begriffe

1.1 Mitgeltende DIN-Normen:

779	Formstahldrähte für verschlossene Drahtseile
2078	Stahldrähte für Drahtseile
3051 T 2	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlage, Seilarten, Begriffe
3051 T 3	Drahtseile aus Stahldrähten; Grundlagen, Berechnung, Faktoren
50049	Bescheinigungen über Werkstoffprüfungen
51201	Prüfung von Drahtseilen
51210 T 1	Prüfung metallischer Werkstoffe; Zugversuch an Drähten
51211	Prüfung metallischer Werkstoffe; Hin- und Herbiegeversuch an Drähten
51212	Prüfung metallischer Werkstoffe; Verwindeversuch an Drähten
51213	Prüfung metallischer Überzüge auf Drähten; Überzüge aus Zinn oder Zink

1.2 Ergänzend zu DIN 3051 gilt für die rechnerischen Bruchkräfte:

1.2.1 Die rechnerische Bruchkraft F_r des Seiles ist die Summe der Produkte aus Nennfestigkeit und zugehörigem Nennquerschnitt aller Drähte.

1.2.2 Die reduzierte rechnerische Bruchkraft F_{rr} ist die rechnerische Bruchkraft von Litzenseilen mit Stahleinlage, vermindert um den Anteil der Stahleinlage.

2. Bestellung

2.1 Für die Bestellung des Seiles sind folgende Angaben zu machen:

Verwendungszweck des Seiles

Nenndurchmesser des Seiles d in mm

Konstruktion des Seiles

Länge des Seiles L in m

Art der Einlage

Oberflächenausführung der Drähte (blank oder verzinkt)

Nennfestigkeit der Drähte in N/mm^2

Schlagart und Schlagrichtung

Spannungsarme Ausführung des Seiles

(auf drehungsarme Ausführung muß gesondert hingewiesen werden)

Art der Verpackung.

2.2 Vom Hersteller sind außer den Angaben aus der Bestellung folgende Einzelheiten zu bestätigen:

Litzendurchmesser, Form der Litzen,

Anzahl und Anordnung der Litzen bzw. Anzahl der Drahtlagen,

Anzahl der Drähte in den Litzen bzw. in den Drahtlagen,

ggf. Schlaglängen der Litzen im Seil und der Drähte in den Drahtlagen (Toleranzen nach Vereinbarung),

Nenndurchmesser der Runddrähte d_D in mm,

Höhe, Form und Querschnittsfläche der Formdrähte,

rechnerische Bruchkraft des Seiles F_r in kN, bzw.

reduzierte rechnerische Bruchkraft des Seiles F_{rr} in kN,

Längenbezogene Masse (Längengewicht) des geschmierten Seiles in kg/m,

Art des Schmiermittels.

2.3 Soweit das elastische Verhalten und das Drehverhalten für Konstruktion, Bau und Betrieb der Bahn von besonderer Bedeutung sind, müssen diese Werte vereinbart werden (z.B. Spannungs-Dehnungsverlauf bei fest verankerten Tragseilen).

3. Anforderungen

3.1 Anforderungen an die Stahldrähte

3.1.1 Gemäß § 9 Abs. 2 BOSeil sind die Drähte vor und nach dem Verseilen zu prüfen.

3.1.2. Gemäß AB 9.1.2 BOSeil sollen für Litzenseile verzinkte Drähte verwendet werden.

3.1.3 Die Nennfestigkeit darf bei Runddrähten nicht größer sein als 2160 N/mm^2 und bei Formdrähten nicht größer als 1860 N/mm^2 . Alle Runddrähte eines Seiles müssen die gleiche Nennfestigkeit haben.

Bei voll verschlossenen Spiralseilen kann die Nennfestigkeit der Formdrähte unter der Nennfestigkeit der Runddrähte liegen.

Die ermittelte Bruchkraft F_e des Seiles muß über der rechnerischen Bruchkraft F_r liegen.

3.1.4 Bei Runddrähten müssen nach dem Verseilen mindestens 90 % der Drähte gleichen Durchmessers die Biegezahlen nach Tabelle 1 und die Verwindezahlen nach Tabelle 2 erreichen.

3.1.5 Bei Formstahldrähten müssen nach dem Verseilen mindestens 90 % der Drähte gleichen Nennmaßes die Biege- und Verwindezahlen nach Tabelle 3 erreichen.

3.1.6 Drahtverbindungen sollen möglichst vermieden werden. Sofern sie erforderlich sind, müssen sie durch Hartlöten oder elektrisches Stumpfschweißen hergestellt sein. Die Schweißstelle ist in ausreichender Länge sorgfältig auszuglühen. Die Drahtabmessungen müssen auch an der Verbindungsstelle erhalten bleiben.

Zwei Drahtverbindungen innerhalb einer Litze oder einer Drahtlage eines verschlossenen Spiralseiles müssen mindestens 10 m auseinanderliegen.

Werden die Formdrähte verschlossener Spiralseile gelötet, so muß ein Lötstellenplan vorgelegt werden.

3.2 Anforderungen an die Seileinlage

3.2.1 Die Seileinlage muß den Litzen des Seiles eine dauerhafte feste Auflage geben.

3.2.2 Fasereinlagen des Seiles sollen aus neuer langfaseriger Naturfaser (Sisal oder Manila) oder Chemiefaser (Polyamid, Polypropylen) bestehen. Naturfasern müssen frei von wasserlöslichen Säuren sein. Die Fasereinlage soll gleichförmig dick und mindestens zweifach und fest verseilt sein.

Die längenbezogene Masse in g/m der entfetteten Fasereinlage nach der Verseilung muß mindestens betragen:

$$G_F = C \cdot d_{\text{Litze}}^2 \cdot \rho$$

In dieser Gleichung bedeuten:

G_F Längenbezogene Masse der entfetteten Fasereinlage nach der Verseilung in g/m,

C Konstruktionsbeiwert, abhängig von der Litzenzahl:

$C = 1,5$ für 6-litzige Seile,

$C = 3,5$ für 8-litzige Seile,

d_{Litze} gemessener Litzendurchmesser in mm

ρ Dichte des Materials der Fasereinlage in g/cm³

$\rho = 1,35$ für Sisal

$\rho = 1,14$ für Polyamid

$\rho = 0,91$ für Polypropylen

Dies gilt auch als erfüllt, wenn die Forderung gemäß 3.4.4 eingehalten wird.

3.2.3 Fasereinlagen müssen mit einem rost- und fäulnisverhindernden Schmiermittel (z.B. Vaseline oder andere Fette) getränkt sein. Wenn das Schmiermittel erwärmt werden muß, darf die Temperatur nicht so hoch sein, daß die Faser geschädigt wird.

Das Schmiermittel muß frei von wasserlöslichen aggressiven Säuren und Salzen, wasserabweisend und unbeschwert (ohne Füllstoffe) sein.

Teerhaltige Schmiermittel dürfen nicht verwendet werden.

3.3 Anforderungen an die Litzen

3.3.1 Der Litzendurchmesser steht in folgendem Verhältnis zum Seilnenndurchmesser:

bei 6-litzigen Seilen:

$$d_{\text{Litze}} \leq 0,32 \times \text{Seilnenndurchmesser}$$

bei 8-litzigen Seilen:

$$d_{\text{Litze}} \leq 0,26 \times \text{Seilnenndurchmesser.}$$

3.3.2 Die Litzen müssen gleichmäßig und fest verseilt sein.

3.3.3 Gemäß AB 9.1.2 BOSeil sind die Litzen in Parallelverseilung in einem Arbeitsgang herzustellen. Die Schlaglänge der Litzen muß bei allen Litzen einer Lage und über die ganze Länge der Litzen gleich groß sein.

3.3.4 Die Litzen müssen beim Verseilen im Verseilpunkt mit einem geeigneten Schmiermittel geschmiert werden.

Das Schmiermittel der Litzen und das Schmiermittel der Fasereinlage müssen identisch oder zumindest miteinander verträglich sein. Sie sind dem Besteller bekanntzugeben, damit ihre Einwirkung auf die Fütterungen der Seilscheiben und der Laufrollen geprüft werden kann.

3.4 Anforderungen an das Seil

3.4.1 Die Schlaglänge des Seiles muß über die ganze Seillänge gleich groß sein. Das Seil darf nicht korkenzieherförmig sein.

3.4.2 Gemäß AB 9.1.2 BOSeil müssen Litzenseile spannungsarm sein.

3.4.3 Der wirkliche Durchmesser des Seiles darf bei 2 % der rechnerischen Bruchkraft den Nenndurchmesser um folgende Werte überschreiten:

Litzenseile mit Fasereinlage:	7 %
Litzenseile mit Stahleinlage:	5 %
vollverschlossene Spiralseile:	3 %

3.4.4 Damit sich die Litzen nicht in unzulässiger Weise berühren, muß bei der Probelastung des Seiles gemäß 4.2.5 bei 50 % der rechnerischen Bruchkraft der Seildurchmesser betragen:

bei 6-litzigen Seilen:

Seil- $\varnothing \geq 3,1 \times$ gemessener Litzendurchmesser

bei 8-litzigen Seilen:

Seil- $\varnothing \geq 3,8 \times$ gemessener Litzendurchmesser

3.4.5 Die wirkliche Bruchkraft F_w darf höchstens 15% kleiner sein, als die ermittelte Bruchkraft F_e . Bei Seilen mit mehr als 200 Drähten und/oder Nennfestigkeiten größer als 1770 N/mm^2 darf dieser Wert 20 % erreichen. Bei verschlossenen Seilen mit Drähten verschiedener Festigkeit kann entsprechend dem Querschnittsanteil interpoliert werden (siehe auch 3.1.3 Abs. 4).

3.4.6 Die längenbezogene Masse des Seiles darf in den Grenzen -3 % bis +5 % von dem bestellten bzw. vom Hersteller des Seiles bestätigten Wert abweichen.

3.4.7 Die bestellte Länge einschließlich der für die Abnahmeprüfung benötigten zusätzlichen Länge des Seiles gilt als Kleinmaß.

3.4.8 Vollverschlossene Spiralseile müssen einen verzinkten Formdraht als Zähl draht aufweisen. Dieser Zähl draht darf eine um ca. 200 N/mm^2 geringere Festigkeit haben.

3.4.9 Vollverschlossene Spiralseile sollen in eingebautem Zustand keine Welligkeit aufweisen, die bezogen auf die Schlaglänge $0,005 \times$ Seildurchmesser $+0,15 \text{ mm}$ übersteigt.

4. Abnahme und Prüfung

4.1 Prüfung der Drähte vor dem Verseilen

Von allen zur Verseilung bereitgestellten Drahringen sind an beiden Enden Probe-
stücke zu entnehmen und zu prüfen. Diese Prüfung wird im allgemeinen vom Her-
steller vorgenommen. Auf Wunsch des Bestellers kann eine Abnahmeprüfung auch
durch eine anerkannte Prüfstelle durchgeführt werden.

Zu prüfen sind: Abmessungen der Drähte, Zugfestigkeit, Biege- und Verwindezah-
len sowie ggf. das Flächengewicht des Zinküberzuges.

Über das Ergebnis der Prüfungen ist ein Werksprüfzeugnis auszustellen.

4.2 Prüfung des Seiles und der Drähte nach dem Verseilen

Das Seil muß von einer von der Aufsichtsbehörde anerkannten Prüfstelle (siehe
AB 9.2.1 BOSeil) abgenommen und geprüft werden. Über die Abnahme und die
Prüfung ist ein Abnahmeprüfzeugnis auszustellen.

4.2.1 Das bereitgestellte Seil ist aufgetrommelt auf seine äußere Beschaffenheit zu be-
sichtigen.

4.2.2 Der Durchmesser des unbelasteten Seiles ist an einer vom Seilende hinreichend
entfernten Stelle zu ermitteln.

4.2.3 Die Konstruktion des Seiles und die sonstigen Bestellangaben sind nachzuprüfen.

4.2.4 Die längenbezogene Masse des Seiles ist durch Wiegen eines Probestückes von
mindestens 1 m Länge zu bestimmen.

4.2.5 Die wirkliche Bruchkraft F_w des Seiles ist durch einen Zugversuch gemäß
DIN 51 201, Abschn. 3.1.3 zu ermitteln.

Bei diesem Versuch ist der Seildurchmesser und die Seildehnung, beginnend bei
2 %, mindestens bis zu 50 % der rechnerischen Bruchkraft festzustellen und in
einem Schaubild aufzutragen. Ferner ist hierbei nachzuweisen, daß die Bedingung
nach 3.4.4 eingehalten ist.

- 4.2.6 Für alle Prüfungen der Drähte mit Ausnahme der Prüfung des Zinküberzuges ist bei Runddrähten der Nenndurchmesser und bei Formdrähten das Nennmaß (Profilhöhe) maßgebend.
- 4.2.7 Die flächenbezogene Masse der Zinkauflage ist an mindestens 20 % aller Drähte gleichen Nenndurchmessers aus dem Seil zu ermitteln. Die anderen Gütewerte der Drähte sind an allen Drähten des Seiles zu ermitteln.
- Ausnahme: Bei Spannseilen, Abspannseilen und bei der Stahleinlage von Litzenseilen, die bei der Ermittlung der rechnerischen Bruchkraft nicht berücksichtigt wird, sind die Gütewerte an mindestens 20 % aller Drähte gleichen Nenndurchmessers zu prüfen.
- 4.2.8 Jedem geprüften Draht sind seine Gütewerte eindeutig zuzuordnen.
- 4.2.9 Die Zugfestigkeit des Drahtes ist aus der beim Zugversuch nach DIN 51 210 Teil 1 ermittelten Bruchkraft zu errechnen.
- 4.2.10 Die Biegezahl ist nach DIN 51 211 bis zum Bruch des Drahtes zu ermitteln.
- 4.2.11 Die Verwindezahl ist nach DIN 51 212 bis zum Bruch des Drahtes zu ermitteln.
- 4.2.12 Der Zinküberzug ist nach DIN 51 213 zu prüfen.
- 4.3 Werden die in diesen Lieferbedingungen genannten Forderungen nicht erfüllt, so ist im Abnahmeprüfzeugnis ausdrücklich Stellung zu nehmen, ob das Seil als Seilbahnseil geeignet ist.

5. Lieferung und Kennzeichnung

- 5.1 Das Seil wird auf einem Rundhaspel ausgeliefert.
Spannseile können auch als Seilringe geliefert werden.
Besondere Wünsche sind mit dem Hersteller zu vereinbaren.
- 5.2 Am Rundhaspel sind deutlich nachstehende Angaben anzubringen:
- Nummer des Rundhaspels
 - Bestell-Nr. des Bestellers
 - Auftrag-Nr. des Herstellers
 - Name des Herstellers
 - Nenn Durchmesser und Länge des Seiles
 - Liefertag
 - Netto- und Bruttogewicht der Lieferung.
- 5.3 Die Richtigkeit der Lieferung wird vom Hersteller durch eine Werksbescheinigung bestätigt.
- Der Werksbescheinigung sind beizufügen:
1. Das bei der Abnahme ausgestellte Abnahmeprüfzeugnis mit dem Schaubild über die Änderung des Seildurchmessers und der Seildehnung.
 2. Das Werkprüfzeugnis der Einzeldrahtprüfung vor dem Verseilen.
 3. Bei verschlossenen Spiralseilen ggf. ein Lötstellenplan.
- Die Werksbescheinigung und die dazu gehörenden Anlagen sind in dreifacher Ausführung zu liefern.

Tabelle 1. Mindestbiegezahlen für Rundstahldrähte aus fabrikneuen Seilen

Draht-nenn-durch-messer mm	Biege-zylinder-durch-messer mm	Mindestbiegezahlen der Drähte bei einer Nennfestigkeit von N/mm ²							
		blank und normalverzinkt				dickverzinkt			
		1570	1770	1960	2160	1570	1771	1960	2160
0,5	2,5	8	7	6	5	5	5	4	4
0,55	3,5	14	13	12	10	10	9	8	7
0,6		12	11	10	8	8	8	7	6
0,65		10	9	8	6	7	6	5	5
0,7		9	8	7	5	6	5	4	4
0,75	5	16	15	14	11	13	11	10	9
0,8		14	13	12	9	12	10	9	8
0,85		13	12	11	8	11	9	8	7
0,9		12	11	10	7	10	8	7	6
0,95		11	10	9	6	9	7	6	5
1		10	9	8	5	8	6	5	4
1,1	7,5	19	18	16	13	14	13	11	9
1,2		17	16	14	11	13	11	9	7
1,3		15	14	12	9	11	9	7	6
1,4		13	12	10	7	9	8	6	5
1,5		11	10	8	5	8	7	5	4
1,6	10	15	14	12	9	11	10	8	7
1,7		13	12	11	8	10	9	7	6
1,8		12	11	10	7	9	8	6	5
1,9		11	10	9	6	8	7	5	4
2		10	9	8	5	7	6	5	4
2,1	15	16	15	14	11	14	12	11	10
2,2		15	14	13	10	13	11	10	9
2,3		14	13	12	9	12	10	9	8
2,4		13	12	11	8	11	9	8	7
2,5		12	11	10	7	10	8	7	6
2,6		11	10	9	7	9	7	6	5
2,7		10	9	8	6	8	6	5	5
2,8		9	8	7	5	7	5	4	4
2,9		8	7	6	4	7	5	4	4
3		8	7	6	4	6	4	3	3
3,1	20	13	12	11	9	10	8	7	6
3,2		12	11	10	8	9	7	6	5
3,3		11	10	9	7	9	7	6	5
3,4		10	9	8	6	8	6	5	4
3,5		9	8	7	5	7	5	4	3
3,6		8	7	6	5	6	4	3	3
3,8		7	6	5	4	5	3	3	2
4		7	6	5	4	4	3	3	2

Für zwischenliegende Nenndurchmesser gilt die Mindestbiegezahl des nächstgrößeren Nenndurchmessers, für zwischenliegende Nennfestigkeiten die Mindestbiegezahl der nächsthöheren Festigkeitsstufe.

Tabelle 2.**Mindestverwindezahlen für Rundstahldrähte aus fabrikneuen Seilen**

Drahtnenn- durchmesser mm	Versuchs- länge mm	Mindestverwindezahlen der Drähte bei einer Nennfestigkeit von N/mm ²							
		blank und normalverzinkt				dickverzinkt			
		1570	1770	1960	2160	1570	1770	1960	2160
0,5 bis 1,0	200 • d	60	56	48	36	40	36	30	25
1,0 bis < 1,3	100 • d	31	29	24	20	19	17	14	11
1,3 bis < 2,3		28	26	21	17	17	14	11	8
2,3 bis < 3,0		26	23	19	15	14	11	8	6
3,0 bis < 3,4		24	21	18	13	9	7	5	3
3,4 bis < 3,6		22	19	16	11	8	6	4	3
3,6 bis < 3,8		20	17	14	9	9	6	4	2
3,8 bis < 4,0		19	15	12	8	8	5	3	2

Für zwischenliegende Nennfestigkeiten gilt die Mindestverwindezahl der nächsthöheren Festigkeitsstufe.

Tabelle 3.**Gütwerte für Formstahldrähte aus fabrikneuen Seilen**

Keildrähte und Taillendrähte

Nennmaß (Profil- höhe) mm	Biege- zylinder- durch- messer mm	Mindestbiegezahlen der Drähte bei einer Nennfestigkeit von N/mm ²			Versuchs- länge mm	Mindestverwindezahlen der Drähte bei einer Nennfestigkeit von N/mm ²		
		1370	1570	1770		1370	1570	1770
3,0	15	8	7	5	360	25	23	20
3,5	20	10	9	7	420	23	21	18
4,0		8	7	5	480	21	19	16
4,5		6	5	4	270	9	8	7
5,0	30	8	7	6	300	8	7	6

Z-Drähte

Nennmaß (Profil- höhe) mm	Biege- zylinder- durch- messer mm	Mindestbiegezahlen der Drähte bei einer Nennfestigkeit von N/mm ²			Versuchs- länge mm	Mindestverwindezahlen der Drähte bei einer Nennfestigkeit von N/mm ²		
		1370	1570	1770		1370	1570	1770
3,0	15	9	8	6	460	30	27	23
3,5	20	7	6	4	270	14	12	9
4,0		8	7	5	310	14	12	9
4,2		7	6	4	320	13	11	8
4,5	30	6	5	3	350	13	11	8
5,0		10	9	8	380	13	11	8
5,5		9	9	7	420	12	10	8
6,0		7	6	5	460	12	10	8

Die Zahlenwerte der Tabellen 1 bis 3 stimmen mit den entsprechenden Werten von DIN 21254, Ö-Norm M 9503 und den EAV-Vorschriften größtenteils überein.