



REPUBLIK ÖSTERREICH  
Bundesministerium für Verkehr

**B E D I N G N I S S E**

betreffend die Herstellung  
und Verwendung von Stahldrahtseilen für  
Seilförderanlagen mit Personenbeförderung

Abschnitt 30  
der Bedingnisse für den Bau und Betrieb  
von Seilförderanlagen mit Personenbeförderung

---

Herausgegeben vom Bundesministerium für Verkehr  
3. Auflage (DSB 80)

*Gescannt und Scanmängel manuell nachbearbeitet 2005, A. Wöß;  
2015-04-17: fehlenden Absatz in 32,73 ergänzt, div. editorielle Richtigstellungen (Umlaute, Schreibweise von °C, sowie in Kapitel Anl. IV und Anl. V); Inhaltsverzeichnis aktualisiert.  
2016-08-09: fehlende Absätze 33,6 bis 33,9 ergänzt; Anlage 1: fehlende M 9541 ergänzt.  
2016-08-10: auf S. 29 erhöhte Umfangskraft U' für Betriebsfall „Betrieb“ auf 1,50 U klargestellt (2x)  
Änderungen zum Original: Rechtschreibung angepasst: v.a. ß→ss, daß→dass, muß→muss); hiebei → hierbei, u.ä.  
Layout modifiziert → weniger Seiten  
Sonstige Änderungen sind nicht beabsichtigt.*

31	ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN .....	4
	31,1 Geltungsbereich.....	4
	31,2 Begriffsbestimmung.....	4
	31,3 Ausführung der Seile.....	5
	31,4 Genehmigung der Seile.....	5
32	SEILKONSTRUKTION .....	5
	32,1 Ausführung.....	5
	32,2 Drahtdurchmesser.....	6
	32,3 Festigkeit des Drahtwerkstoffes.....	6
	32,4 Herstellung und Machart.....	6
	32,5 Einlagen.....	6
	32,6 Grundschrnierzittel.....	7
	32,7 Nachweis der Güteeigenschaften.....	7
33	BEMESSUNG DER SEILE UND DER DIE SEILE BEANSPRUCHENDEN ANLAGETEILE .....	8
	33,1 Allgemeines.....	8
	33,2 Beanspruchung auf Zug.....	8
	33,3 Beanspruchung auf Biegung infolge Querbelastrung.....	9
	33,4 Beanspruchung auf Biegung an vorgegebener Krümmung.....	9
	33,5 Flächenpressung.....	10
	33,6 Bemessung und Sicherheitsnachweis von Tragseilen.....	10
	33,7 Bemessung und Sicherheitsnachweis von bewegenden Seilen.....	11
	33,8 Bemessung und Sicherheitsnachweis von Spannseilen.....	11
	33,9 Berechnungsunterlagen.....	11
34	BEFESTIGUNG, VERBINDUNG UND SANIERUNG .....	12
	34,1 Allgemeines.....	12
	34,2 Tragseile.....	12
	34,3 Bewegende Seile und Spannseile.....	13
	34,4 Spleißverbindungen.....	13
	34,5 Vergussverbindungen.....	14
	34,6 Seilklemmen.....	15
	34,7 Sanierung von Seilschäden.....	15
35	TRANSPORT, LAGERUNG UND EINBAU .....	16
	35,1 Transport.....	16
	35,2 Lagerung.....	16
	35,3 Einbau.....	16
	35,4 Beschädigungen.....	17
36	ÜBERWACHUNG UND WARTUNG IM BETRIEB .....	17
	36,1 Untersuchungsfristen.....	17
	36,2 Untersuchung durch Augenschein.....	17
	36,3 Zerströrungsfreie Untersuchung.....	19
	36,4 Nachlassen der Tragseile.....	19
	36,5 Versetzen von Klemmen der Fahrbetriebsmittel.....	20
	36,6 Nachschmierern der Seile.....	20
	36,7 Wenden von Spannseilen.....	21
	36,8 Ergebnisse der Untersuchungen.....	21
37	ABLEGEN .....	21
	37,1 Allgemeines.....	21
	37,2 Aufliegedauer.....	21
	37,3 Querschnittsverminderung.....	22
Anlage I - NORMEN UND KENNZEICHNUNG.....		24
	A. ÖNORMEN.....	24
	B. Kennzeichnung.....	25
Anlage II - SEILBEMESSUNG.....		26
	A. Tragseile.....	26
	B. Bewegende Seile.....	26
	C. Spannseile.....	29
	D. Hinweise für die Bemessung von Seilen, Scheiben, Rollen, Trommeln, Schuhen etc.....	29
Anlage III - SPLEISSE.....		48
	A. Langspleiße.....	48
	B. Kurzspleiße.....	48

Anlage IV - ERPROBUNG.....	49
A. Drähte.....	49
B. Seile.....	49
C. Werkstoffe laufender Erzeugung.....	51
D. Faserseelen.....	51
E. Schmiermittel.....	52
F. Werkstoff der Fütterung.....	54
G. Vergussmetall.....	54
H. Vergussvorgang.....	55
Anlage V - ZERSTÖRUNGSFREIE UNTERSUCHUNG MITTELS MAGNETINDIKTIVEN VERFAHRENS	57

31 ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

31,1 Geltungsbereich

- 31,11 Die Bedingungen gelten für Stahldrahtseile - im folgenden kurz Drahtseile genannt -, die beim Betrieb von zur Personenbeförderung dienenden Haupt- und Kleinseilbahnen sowie von Materialseilbahnen mit Werksverkehr, erweitertem Werksverkehr oder beschränkt-öffentlichem Verkehr im Sinne des Seilbahngesetzes 1957 (Betriebsseile) und für Seile, die bei diesen Seilbahnen für die Bergung von Personen (Bergeseile aus Stahldraht und Kunststoff) verwendet werden.
- 31,12 Für Materialseilbahnen ohne Personenbeförderung gelten die Bestimmungen der ÖNORM V 4001 (Seilschwebbahnen für Materialtransport, Materialseilbahnen, Bauvorschriften).
- 31,13 Für Seile mit anderem Verwendungszweck (z.B. Dämpfungsseile, Ankerseile) finden diese Bestimmungen sinngemäß Anwendung; für Halteseile gelten die Bestimmungen sinngemäß.
- 31,14 Für Telefonseile gelten die österreichischen Vorschriften für Elektrotechnik.

31,2 Begriffsbestimmung

- 31,21 Unter Betriebsseilen sind zu verstehen: Tragseile, bewegende Seile (Zug- und Gegenseile von Zweiseil- und Standseilbahnen, Förderseile von Einseilbahnen), Spannseile, Hilfsseile, Bremsseile u.ä. Unter Bergeseilen sind zu verstehen: Bergeseile für das Abseilen und Windenseile für die Bergung längs der bewegenden Seile. Halteseile sind Seile in Tragseilausführung zum Halten von Pendelstützen auf Gletschern.
- 31,22 Unter Zweiseilbahnen sind Seilschwebbahnen mit Trag- und bewegenden Seilen zu verstehen; ihre Trag- oder bewegenden Seile können auch mehrseilig ausgeführt sein. Unter Einseilbahnen sind Seilschwebbahnen mit einem einzigen, zu einer geschlossenen Seilschleife gespleißten Förderseil zu verstehen. Unter Standseilbahnen sind Seilförderanlagen zu verstehen, deren Fahrbetriebsmittel auf Schienen laufen und von einem Seil bewegt werden. Ausstellungsbahnen, Seilüberfahren, Seilhängebahnen u.ä. sind Seilförderanlagen außergewöhnlicher Art; es wird von der Behörde von Fall zu Fall zu klären sein, inwieweit die vorliegenden Bestimmungen anzuwenden sind.
- 31,23 Bei Zweiseilbahnen kann bezüglich der Führung der bewegenden Seile zwischen Oberseilführung und Unterseilführung unterschieden werden. Bei ersterer werden die bewegenden Seile auf den Stützen seitlich in Höhe des Tragseiles, bei letzteren in der lotrecht durch die Tragseile gelegten Ebene unterhalb des Tragseiles geführt. Je nach Ablage der bewegenden Seile kann hierbei bei Unterseilführung zwischen hoher Ablage - Ablegen der bewegenden Seile oberhalb der Fahrbetriebsmittel - und tiefer Ablage - Ablegen der bewegenden Seile unterhalb der Fahrbetriebsmittel - unterschieden werden.
- 31,24 Werkstoffe laufender Erzeugung (s. 32,7 und Anlage IV) sind:
- o die weiche Fasereinlage von Litzenseilen einschließlich deren Batschöl und Imprägnierungsmittel o.ä. oder deren harte Einlage (s. 32,5),
  - o die Seilschmiermittel, die bei der Herstellung und bei der Nachschmierung von Seilen - bei Tragseilen auch im Schuhbereich - verwendet werden, einschließlich Schmiermittelzusätze und

- Beigaben zur Erreichung besonderer Eigenschaften und Verdünnungsmittel des Schmiermittels (s. 32,6),
- o die Werkstoffe für Einlagen von Rollen und Scheiben,
- o das Vergussmetall einschließlich dem Entfettungs-, Verzinnungs- und Flussmittel.

### 31,3 Ausführung der Seile

- 31,31 Für die Herstellung, Verwendung, Prüfung und Wartung von Seilen gemäß 31,1 und deren Zubehör, gelten, sofern die Bedingnisse nichts anderes enthalten, die in Anlage I angeführten Normen des österreichischen Normungsinstitutes in der jeweils letzten Fassung.
- 31,32 Über Seile, die nicht 31,31 entsprechen, entscheidet die Behörde unter Berücksichtigung der Sicherheit und des jeweiligen Standes der technischen Entwicklung in jedem Fall gesondert. Dies gilt insbesondere für verschlossene Seile und z.B. Seile, deren Durchmesser und Nennfestigkeit, Machart und Ausführung nicht in den ÖNORMEN angeführt sind.

### 31,4 Genehmigung der Seile

- 31,41 Für die Genehmigung von Seilen im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens sind alle zur Kennzeichnung eines Seiles erforderlichen Angaben gemäß Anlage I bekannt zu geben. Bei Festlegung der Bestelllänge sind außer den erforderlichen Probestücken (s. 32,76) bei Tragseilen das Nachlassen (s. 36,4) und bei bewegenden Seilen das Einspleißen (s. 34,4) sowie eine allfällige Sanierung von Seilschäden (s. 34,7) zu berücksichtigen.
- 31,42 Die Bestellung eines Ersatzseiles unter Beibehaltung der genehmigten Kennzeichnung des Seiles hat das Seilbahnunternehmen der Behörde so rechtzeitig unter Angabe der Seilbezeichnung (s. Anlage I, Abschn. B) anzuzeigen, dass eine Seilgenehmigung noch vor Ablauf der Aufliegedauer des zu ersetzenden Seiles erteilt werden kann.
- 31,43 Bei Bestellung eines Ersatzseiles unter Änderung der genehmigten Kennzeichnung hat das Seilbahnunternehmen die hierdurch bedingten rechnerischen Nachweise der Behörde vorzulegen; die Notwendigkeit der Änderung ist zu begründen.
- 31,44 Die unnötig lange Lagerung eines Ersatzseiles ist zu vermeiden (s. 35,2).

## 32 SEILKONSTRUKTION

### 32,1 Ausführung

- 32,11 Für tragende Drähte ist bei der Herstellung von Betriebsseilen Seildraht für besondere Verwendungszwecke (BV) gemäß ÖNORM M 9503 zu verwenden.
- 32,12 Für nichttragende Drahte sowie für dünne Drahte kann Seildraht für allgemeine Verwendungszwecke (AV) gemäß ÖNORM M 9502 verwendet werden. Unter dünnen Drähten sind solche mit einem Nenndurchmesser unter 0,4 mm zu verstehen; dies wird besonders bei Bergeseilen anzuwenden sein.
- 32,13 Seile sind, wenn dies technisch möglich ist, in drall- und spannungsarmer Ausführung herzustellen; bewegende Seile sind jedenfalls drall- und spannungsarm auszuführen.
- 32,14 Die Oberfläche von Seildraht muss „blank“ (bk) oder „verzinkt gezogen“ (verzinkt kaltverformt - zn k) sein; die Anwendung anderer Überzüge für den blanken Seildraht bedarf der Zustimmung der Eisenbahnbehörde.

### 32,2 Drahtdurchmesser

- 32,21 Bei bewegenden Seilen soll der Drahtnenndurchmesser der Außendrähte nicht kleiner als 1,0 mm und nicht größer als 2,6 mm, bei Spannseilen nicht kleiner als 0,75 mm und nicht größer als 3,1 mm sein.
- 32,22 Bei Litzenspiralseilen soll der Drahtnenndurchmesser nicht kleiner als 2,5 mm sein; er darf jedoch 1,6 mm nicht unterschreiten.
- 32,23 Fülldrähte unter 1,6 mm Nenndurchmesser dürfen bei Tragseilen nicht als tragend berücksichtigt werden.

### 32,3 Festigkeit des Drahtwerkstoffes

- 32,31 Seile sind aus Drahten gleicher Nennfestigkeit herzustellen; die Nennfestigkeit der Runddrahte von verschlossenen Seilen darf um höchstens 25 % größer sein als die der Formdrähte.
- 32,32 Die Nennfestigkeit des Drahtwerkstoffes ist mit Rücksicht auf die Herstellungsmöglichkeit und den Verwendungszweck des Seiles zu wählen. Insbesondere ist jedoch auf die Ausführbarkeit und Betriebssicherheit einer Spleißverbindung bei Seilen mit einer Nennfestigkeit über 1960 N/mm<sup>2</sup> zu achten.
- 32,33 Die Nennfestigkeit des Drahtwerkstoffes darf bei Spannseilen 1770 N/mm<sup>2</sup> nicht übersteigen.

### 32,4 Herstellung und Machart

- 32,41 Tragseile müssen aus einem Stück bestehen; vereinzelt Lötstellen der Drähte sind anzugeben.  
Tragseile können Litzenspiralseile oder verschlossene Seile sein. Verschlossene Seile müssen mindestens zwei und sollen höchstens drei Lagen Formdrähte haben; der Runddrahtkern ist, soweit technisch möglich, in Parallelschlag herzustellen.  
Auf Tragseile, die ohne Zwischenschaltung von Spannseilen direkt abgespannt werden, finden die Bestimmungen über Spannseile keine Anwendung.
- 32,42 Bewegende Seile sind in Parallelschlag (ausgenommen die 42-drähtige Ausführung) herzustellen; Zugseile von Standseilbahnen dürfen auch in unreinem Parallelschlag oder in Normalschlag - Lagen gleichsinnig - ausgeführt werden. Sie sollen Gleichschlagseile sein und müssen eine weiche Einlage besitzen.
- 32,43 Spannseile müssen von solcher Machart sein, dass der Seilverband auch bei starker Flächenpressung erhalten bleibt. Sie müssen einlagige Litzenseile sein. Rundlitzten dürfen keine Drahtkreuzungen besitzen, lediglich. Seile über 50 mm Durchmesser können auch in unreinem Parallelschlag hergestellt sein.
- 32,44 Bergeseile sind entsprechend der Konstruktion der Bergeeinrichtung in sinngemäßer Anwendung der Bestimmungen von 32,42 zu wählen und aus verzinkt gezogenem Seildraht gemäß ÖNORM M 9502 (s. 32,12) oder aus Kunststoff herzustellen.

### 32,5 Einlagen

- 32,51 Einlagen von Litzenseilen sind aus einem solchen Werkstoff herzustellen, dass der Seilverband stets einwandfrei erhalten bleibt und der Drahtwerkstoff durch chemische Einflüsse keinen Schaden erleiden kann. Der Durchmesser der Einlage ist zur Vermeidung von Gewölbebildung der Litzten im Seil ausreichend zu bemessen (s. Anlage IV, Abschnitt D). Die weiche Einlage muss mindestens zweifach verseilt sein; der Schmiermittelanteil einer Naturfaserseele soll etwa 19 Gewichtsprozent, der einer Kunststoffseele soll etwa 12 Gewichtsprozent betragen.
- 32,52 Bei Verwendung einer harten Einlage gelten die vorstehenden Bestimmungen sinngemäß. Harte Einlagen dürfen nicht als mittragend berücksichtigt werden.

## 32,6 Grundschiemittel

32,61 Es dürfen nur Schmiermittel Verwendung finden, deren Güteeigenschaften dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechen. Der Nachweis der geforderten Güteeigenschaften gemäß Anlage IV, Abschnitt E, ist zu erbringen. Verschiedenartige Schmiermittel dürfen nur dann gemeinsam verwendet werden, wenn durch eine behördlich autorisierte Versuchsanstalt oder einen Zivilingenieur für Chemie nachgewiesen wird, dass auch das Gemisch den Anforderungen voll entspricht.

32,62 Der am blanken Stahldraht eines fabrikneuen Litzenseiles vorhandene Schmierfilm hat etwa  $75 \text{ g/m}^2$  Drahtoberfläche zu betragen; bei verzinkten Seilen den halben Wert. Bei verschlossenen oder Litzenspiralseilen soll der Gewichtsanteil des Schmiermittels etwa 3 % betragen. An Spannseilen darf der Schmiermittelanteil größer sein. Bei Tragseilen muss der gesamte Hohlraum mit Schmiermittel ausgefüllt sein.

Von der Seilherstellerfirma nicht empfohlene Schmiermittel (siehe Seilabnahmeprotokoll) sowie Regenerierungsmittel oder andere den geforderten Güteeigenschaften nicht entsprechende Stoffe für die Nachschmierung oder Sanierung in besonderen Fällen dürfen nur mit Zustimmung der Behörde verwendet werden.

## 32,7 Nachweis der Güteeigenschaften

32,71 Betriebsseile und Werkstoffe laufender Erzeugung (s. 31,24) sind auf die erforderlichen Güteeigenschaften gemäß Anlage IV zu prüfen. Bei Bergeseilen genügt zur Prüfung der Güteeigenschaften die Erprobung des fertigen Seiles durch einen Zugversuch im ganzen Strang; die Vorlage eines Gütenachweises (Werksattest) kann verlangt werden.

32,72 Das Vorliegen der erforderlichen Güteeigenschaften ist durch einen behördlich befugten und beeideten Ziviltechniker oder durch eine behördlich autorisierte Versuchsanstalt nachzuweisen; das Ergebnis ist in einem Prüfprotokoll festzuhalten. Im Falle eines anstandslosen Ergebnisses der Überprüfung hat das Prüforgan das Seil nach Aufbringen einer Plombe zum Versand freizugeben.

32,73 Das Seilbahnunternehmen hat das Prüfprotokoll nach Einsichtnahme durch die Behörde bis zur Seilablage aufzubewahren. Das Prüfprotokoll hat insbesondere zu enthalten: Kennzeichnung des Seiles, Trommelnummer, Gang der Überprüfung im Werk, Empfehlung für Wartung und Pflege des Seiles (s. 32,61), Zusammenfassung der Gütewerte der mechanischen Erprobung des Seildrahtes vor und nach dem Verseilen, Ergebnisse der Prüfung der einzelnen Seildrähte vor und nach dem Verseilen, Werksattest über chemische Analyse des Drahtwerkstoffes, Massenbestimmung des Seiles, IST-Durchmesser, IST-Schlaglänge, ermittelte Bruchlast, ev. Lötstellenplan, Ergebnisse über die Untersuchung von Werkstoffen laufender Erzeugung sowie der von der Eisenbahnbehörde angeordneten weiteren Erprobung gemäß Anlage IV und Befund über die Freigabe zum Versand.

32,74 Jedes Seil (Seilstück) erhält eine Kurzbezeichnung, welche bei allen Meldungen anzuführen ist. Die einmal für ein Seil (Seilstück) festgesetzte Nummer darf für kein anderes Seil (Seilstück) verwendet werden.

Für die Kurzbezeichnung gilt:

Tragseile „T“ mit römischen Zahlen u. zw. die von der Antriebsstation aus gesehen links liegenden Seile mit ungeraden, die rechts liegenden mit geraden Zahlen; wie viele Seile bereits verwendet wurden, ist aus der nach dem Schrägstrich angeführten arabischen Zahl ersichtlich (z.B. für die ersten Tragseile der ersten Teilstrecke „T I/1“, „T II/1“; für die zweite Teilstrecke „T III/1“, „T IV/1“);

Zugseile „Z“ (z.B. erstes Zugseil „Z/1“; bei mehreren Teilstrecken „Z I/1“ und „Z II/1“). Gegenseil „G“; oberes Zugseil „Z<sub>o</sub>“; unteres Zugseil „Z<sub>u</sub>“; mittleres Zugseil „Z<sub>m</sub>“;

Förderseil „F“;  
Tragseilspannseil „SpT“ (z.B. „SpT I/1“ oder „SpT II/1“);  
Zugseilspannseil „SpZ“, Förderseilspannseil „SpF“;  
Doppelte oder mehrfache Spannseile sowie bei Parallelabspannungen  
„SpF/1a“ und „SpF/1b“;  
Halteseil „H“;  
Bergeseil „B“.

- 32,75 Seile, die von der Herstellerfirma auf Vorrat erzeugt werden (wie z.B. Spannseile), sind auf einer Vorratstrommel mit entsprechend großem Kerndurchmesser zu lagern. Für die Erprobung gelten dieselben Bestimmungen wie für Seile, die im ganzen Stück zur Auslieferung gelangen. Für solche Seile ist ein Stammprotokoll zu erstellen, welches bei Entnahme eines Kappstückes durch einen zweiten Befund zu ergänzen ist. Dieser hat den Verwendungszweck und den Bestimmungsort des Kappstückes zu enthalten. Das Kappstück ist mit einer Plombe zu versehen.
- 32,76 Von neuen Betriebsseilen - Spannseile ausgenommen - ist ein etwa 1,0 m langes Probestück an der Anlage korrosionssicher verpackt aufzubewahren.

### 33 BEMESSUNG DER SEILE UND DER DIE SEILE BEANSPRUCHENDEN ANLAGETEILE

#### 33,1 Allgemeines

- 33,11 Für die Bemessung der Seile und der Durchmesserhältnisse an Rollen, Scheiben, Schuhen, Trommeln u.ä. ist eine von der Eisenbahnbehörde anerkannte Berechnungsart anzuwenden (sh. Anlage II).
- 33,12 Die Gesamtbeanspruchung von Seilen darf die in Anlage II angegebene Beanspruchungsgrenze (s. 33,92) nicht überschreiten. Hierbei sind außer der Zugbeanspruchung noch
- die Biegebeanspruchung infolge nahezu punktförmig angreifend gedachter Querbelastrung durch Laufrollen, Stützenrollen, Klemmen o.ä.,
  - die Biegebeanspruchung infolge Anschmiegens an eine vorgegebene Krümmung wie an Scheiben, Schuhen, Trommeln o.ä. und
  - ggf. die Flächenpressung an Rollen, Scheiben, Schuhen, Trommeln o.ä.
- zu berücksichtigen.
- 33,13 Der Sicherheitsnachweis für Seile ist gemäß 33,6 bis 33,8 zu führen; hierbei sind alle Seile mindestens mit der in 33,2 angegebenen Zugsicherheit zu bemessen.
- 33,14 Das Gewicht einer Person ist mit 785 N anzunehmen.
- 33,15 Benachbarte Lasten (Doppelklemmen, Doppelklemmapparate, Doppelwagen, d.s. zwei Wagen in geringem Abstand) sind bezüglich der Querbelastrung als gemeinsame Einzellast zu berücksichtigen.

#### 33,2 Beanspruchung auf Zug

- 33,21 Die Zugbeanspruchung ist unter Berücksichtigung der rechnerischen Bruchlast und des NENN-Querschnittes aller tragenden Drähte gemäß den einschlägigen ÖNRMEN zu ermitteln. Die Anwendung der ermittelten Bruchlast und des IST-Querschnittes von Einzeldrähten ist bei Seilschäden mit bekannter Ursache zulässig, sofern die Behörde die Verwendung solcher Seile nicht untersagt.
- 33,22 Bei Tragseilen muss die Zugsicherheit mindestens 3,5fach sein; die Reibung ist hierbei spannungserhöhend anzunehmen; bei Doppeltragseilen ist die Sicherheit je Seil um 20 % zu erhöhen.
- 33,23 Bei bewegenden Seilen von Seilschwebbahnen, deren Fahrbetriebsmittel mit Tragseilbremse (Fangbremse) ausgerüstet sind, muss eine mindestens 4,5fache Zugsicherheit vorhanden sein; besitzen die Fahrbetriebsmittel keine Tragseilbremse (Fangbremse) so ist auf die 5fache Zugsicherheit zu erhöhen. Bei Förderseilen muss die



- Zugsicherheit mindestens 5fach sein; bei Doppelseilen ist die Sicherheit je Seil um 20 % zu erhöhen.
- 33,24 Bei Standseilbahnen hat die Zugsicherheit der Seile sinngemäß zu 33,23 mindestens das Acht- bzw. das Neunfache zu betragen; sie kann auf das Fünf- bzw. Sechsfache ermäßigt werden, wenn die Trasse keiner Gefährdung durch ein Fahrthindernis ausgesetzt sein kann (s. 22,7).
- 33,25 Bei Ermittlung der für den Nachweis der kleinsten Zugsicherheit maßgebenden größten Seilspannkraft von bewegenden Seilen kann auf Berücksichtigung der Spannkrafterhöhung beim Anfahren oder Bremsen dann verzichtet werden, wenn dieser Betriebsfall bei Regelbetrieb nur selten eintritt (Umlaufbetrieb).
- 33,26 Bei gespleißten Seilen darf die Zugsicherheit unter Zugrundelegung der ungünstigsten Spannkraftverhältnisse mit Berücksichtigung der Spannkraftverminderung beim Anfahren oder Bremsen nicht größer als 15fach sein (s. 34,4).
- 33,27 Bei Spannseilen ist eine mindestens 5,5fache Zugsicherheit anzunehmen.
- 33,28 Auf Halteseile ist 33,22 sinngemäß anzuwenden.
- 33,29 Bei Bergeseilen ist je nach Art der Bergeeinrichtung und der Bergeseile eine 6- bis 10fache Zugsicherheit anzunehmen.
- 33,30 Die angegebenen Werte für die Mindestzugsicherheiten sollen nicht wesentlich überschritten werden.
- 33,3 Beanspruchung auf Biegung infolge Querbelastung
- 33,31 Die Querbelastung ist die normal zur Seilachse wirkende Gesamtlast, die durch Rollen oder Klemmen (Klemmapparate) auf das Seil übertragen wird.
- 33,32 Der Grundwert der Biegebeanspruchung des Seiles ist unter Annahme einer nahezu punktförmig angreifenden Last (Belastung durch eine einzelne ungefütterte Rolle oder eine Klemme) zu ermitteln.
- 33,33 Zur Ermittlung der Biegebeanspruchung am Lastort sind ferner zu berücksichtigen:
- a) Der Einfluss benachbarter Lasten ( $\beta_x$ -Werte lt. Tabelle Anlage II).
  - b) Der Einfluss des Werkstoffes des Rollenfutters ( $\beta_B$ -Werte lt. Tabelle Anlage II).
- 33,4 Beanspruchung auf Biegung an vorgegebener Krümmung
- 33,41 Bei einer Seilablenkung von über etwa 0,10 rad ist ein Anschmiegen des Seiles an die durch Scheiben, Rollen, Trommeln, Schuhe o.ä. vorgegebene Krümmung anzunehmen.
- 33,42 Die Biegebeanspruchung ist unter Annahme des Krümmungsdurchmessers im Rillengrund zu ermitteln; dieser Wert darf den der Zugbeanspruchung nicht überschreiten.
- 33,43 Bei Ermittlung der Biegebeanspruchung eines Seiles auf einer Rollenkette ist der Wert, der unter Zugrundelegung des Krümmungsdurchmessers ermittelt wurde, gemäß Anlage II, Abschn. 4 ( $\beta_K$ -Wert), zu vergrößern.
- 33,44 Für die Ermittlung der Biegebeanspruchung sind Tragseile auf der Strecke (einschließlich der Schuhe) reibungssteif, an Verankerungstrommeln und Ablenkscheiben sowie bewegende Seile und Spannseile reibungsfrei anzunehmen. Der in Rechnung zu stellende Durchmesser des Außendrahtes ist bei verschlossenen Seilen der Höhe eines Formdrahtes der Außenlage gleichzusetzen.
- 33,45 Der lichte Abstand von Seilenden zum Beginn von biegebeanspruchten Zonen ist gemäß 34,51 zu wählen; zwischen gleichgerichtet biegebeanspruchten Zonen gelten dieselben Abstände; zwischen gegengerich-

tet biegebeanspruchten Zonen sind die Abstände um 50 % zu vergrößern.

### 33,5 Flächenpressung

- 33,51 Die Flächenpressung darf nur so groß sein, dass Seilverband und Schmierfilm erhalten bleiben und der Futterwerkstoff nicht unzulässig hoch (s. 33,54 bis 33,56) belastet wird; alle Scheiben und Rollen sind möglichst mit hochelastischem Werkstoff ( $E = 100 \text{ N/mm}^2$ ), jedenfalls jedoch mit elastischem Werkstoff ( $E = 1000 \text{ N/mm}^2$  bis  $3000 \text{ N/mm}^2$ ) zu füttern.
- 33,52 Bei nahezu punktförmigem Lastangriff ist der Grundwert der Flächenpressung aus
- a) der Rollenlast und dem Rollendurchmesser (B-Werte lt. Anlage II) und
  - b) unter Berücksichtigung des Elastizitätsmoduls des Werkstoffes des Rollenfutters (W-Werte lt. Anlage II) zu ermitteln.
- Zur Ermittlung der größten örtlichen Flächenpressung sind ferner
- a) der Einfluss der Rillenform ( $\beta_R$ -Werte lt. Anlage II),
  - b) der Einfluss der Seiloberfläche ( $\beta_S$ -Werte lt. Anlage II), zu berücksichtigen.
- 33,53 Bei gleichmäßig verteiltem Lastangriff an Scheiben, Schuhen o.ä. ist die größte örtliche Flächenpressung unter Zugrundelegung ihres Grundwertes und
- a) des Einflusses des Futterwerkstoffes ( $\beta_F$ -Werte lt. Anlage II),
  - b) des Einflusses der Rillenform ( $\beta_R$ -Werte lt. Anlage II),
  - c) des Einflusses der Lagerung des Seiles auf einer Rollenkette gemäß 33,43 ( $\beta_K$ -Werte lt. Anlage II) und
  - d) des Einflusses der Seiloberfläche ( $\beta_S$ -Werte lt. Anlage II) zu ermitteln.
- 33,54 Der Einfluss der Seiloberfläche braucht bei Verwendung von hochelastischen Futterwerkstoffen nicht berücksichtigt zu werden.
- 33,55 Die zulässige Flächenpressung von hochelastischem Futterwerkstoff darf 4,5 bis 5,4  $\text{N/mm}^2$  (0,05 bis 0,06 Shore A) je nach erwünschter Lebensdauer nicht überschreiten; bei nur geringer Seilbewegung sind die doppelten Werte zulässig. Bei Verwendung von elastischem Werkstoff darf die größte örtliche Flächenpressung nicht größer als die größte zulässige Hertz'sche Pressung sein (s. Anlage II).
- 33,56 Einlagen müssen eine Mindesttiefe unter der Lauffläche gleich dem Seildurchmesser und eine Mindestbreite gleich dem 1,5fachen Seildurchmesser besitzen. Werden diese Abmessungen der Futterung nicht erreicht, so ist die Flächenpressung entsprechend größer anzunehmen.
- 33,57 Zur Ermittlung der Gesamtbeanspruchung ist die Flächenpressung nur zu berücksichtigen, wenn sie die Gesamtbeanspruchung maßgeblich beeinflusst; in solchem Falle ist sie als Vergleichsspannung anteilig in Rechnung zu stellen (s. Anlage II).

### 33,6 Bemessung und Sicherheitsnachweis von Tragseilen

- 33,61 Die Gesamtbeanspruchung ist gemäß 33,2 bis 33,5 zu ermitteln.
- 33,62 Das Verhältnis der größten Querbelastung durch Fahrbetriebsmittel zur geringsten Summe der Seilspannkräfte soll nicht größer als 1:10 sein.
- Bei Pendelbetrieb darf die Änderung der Tangentenrichtung zwischen Leerseil und Lastwegkurve an den Feldenden nicht größer als 0,10 rad, bei Umlaufbetrieb darf dieser Wert zwischen Leerseil und Vollseil nicht größer als 0,12 rad sein.

- 33,63 An Verankerungstrommeln und Schuhen im Bereich derselben Station ist die Beanspruchungsgrenze bei Litzenspiralseilen mit  $0,46 R_0$  und bei verschlossenen Seilen mit  $0,40 R_0$  anzunehmen ( $R_0$  ... Nennfestigkeit des Drahtwerkstoffes).
- 33,64 An jenen Schuhen, auf denen das Seil infolge Nachlassens gemäß 36,4 nur mehr beschränkte Zeit aufliegt und in der Folge gekappt wird, kann die Beanspruchungsgrenze bis  $0,50 R_0$  erhöht werden.
- 33,65 Der Einfluss der Fahrgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der Seil- und Rollendurchmesser bzw. Rollenlast ist entsprechend der Seilkonstruktion zum berücksichtigen (s. Anlage II).
- 33,66 Der erforderliche Durchmesser von Laufrollen bzw. deren größte zulässige Rollenlast, ist unter Berücksichtigung der zulässigen Flächenpressung gemäß 33,52 zu ermitteln.
- 33,67 Bei Tragseilschuhen darf die Zentripetalbeschleunigung ( $v^2/R$ ) der Fahrbetriebsmittel bei der Überfahrt über die Stützen im Leerseilaufbereich nicht größer als  $2,5 \text{ m/s}^2$  sein.  
Bei der Wahl des Schuhhalbmessers ist andererseits auch die Auflagesicherheit des Seiles zu berücksichtigen; die kleinste Auflagenlinienlast  $S/R$  soll  $20 \text{ kN/m}$  nicht unterschreiten.
- 33,7 Bemessung und Sicherheitsnachweis von bewegenden Seilen
- 33,71 Die Gesamtbeanspruchung ist gemäß 33,2 bis 33,5 zu ermitteln.
- 33,72 Das Verhältnis der größten Querbelastung durch Fahrbetriebsmittel zur geringsten Seilspannkraft im Förderseil darf nicht größer als 1:15 sein; bei Pendel betrieb darf die Änderung der Tangentenrichtung an den Feldenden zwischen Leerseil und Lastwegkurve, bei Umlaufbetrieb zwischen Leerseil und Vollseil nicht größer als  $0,15 \text{ rad}$  sein.
- 33,73 Der erforderliche Durchmesser von Zugseil- und Förderseilrollen bzw. deren größte zulässige Rollenlast sowie der erforderliche Durchmesser bzw. die zulässige Belastung von Scheiben ist auch unter Berücksichtigung der zulässigen Flächenpressung gemäß 33,52 bzw. 33,53 zu ermitteln.
- 33,74 Das Förderseil darf an einer Stützenrolle um nicht mehr als  $0,08 \text{ rad}$  abgelenkt werden.
- 33,75 Der Durchmesser von Aufwickeltrommeln (Antriebstrommeln) bis zu drei Lagen ist unter Berücksichtigung einer Beanspruchungsgrenze von  $0,46 R_0$  zu bestimmen.
- 33,76 Die Krümmungsverhältnisse von Litzenseilen sind, wenn die Seile nur außer Betrieb, nur selten oder gar nicht bewegt werden, unter Berücksichtigung einer Beanspruchungsgrenze von  $0,50 R_0$  zu wählen.
- 33,8 Bemessung und Sicherheitsnachweis von Spannseilen
- 33,81 Die Gesamtbeanspruchung ist gemäß 33,2 bis 33,5 zu ermitteln.
- 33,82 An Aufwickeltrommeln, bei welchen das Seil in bis zu drei Lagen unter Spannung aufliegt, ist eine Beanspruchungsgrenze von  $0,46 R_0$ , an Aufwickeltrommeln, bei welchen das Seil in bis zu zwei Lagen spannungslos aufliegt, ist eine Beanspruchungsgrenze von  $0,50 R_0$  einzuhalten.
- 33,9 Berechnungsunterlagen
- 33,91 Die Berechnungsunterlagen für den seilbahntechnischen Teil (Längenschnittsberechnung) haben insbesondere die getroffenen Annahmen und die erforderlichen Nachweise zu enthalten.  
Hiefür ist eine behördlich anerkannte Berechnungsmethode anzuwenden.

- 33,92 Verbindlich vorgeschriebene Werte, insbesondere die Werte für die Beanspruchungsgrenze, sind einzuhalten; für die Zugsicherheit ist eine Toleranz von 3 % zulässig.
- 33,93 Soll-Werte sind möglichst genau einzuhalten; bei Abgehen von diesen Werten ist die technische Notwendigkeit hierfür nachzuweisen.
- 33,94 Berechnungen mittels elektronischer Rechenanlagen sind so zu dokumentieren, dass der Rechengang erkennbar ist und alle wichtigen Teilergebnisse ausgewiesen sind. Die Vorlage einer Programmbeschreibung bzw. Kontrollrechnung kann ggf. von der Behörde verlangt werden.

## 34 BEFESTIGUNG, VERBINDUNG UND SANIERUNG

### 34,1 Allgemeines

- 34,11 Befestigungen und Verbindungen von Seilen sind so auszuführen, dass die Seile möglichst geschont werden und deren Zustand leicht überprüft werden kann.
- 34,12 Arbeiten mit und an Seilen dürfen nur bei Vorhandensein von Arbeitsbedingungen, die eine einwandfreie Durchführung und ein vollwertiges Ergebnis erwarten lassen, und nur von Personen durchgeführt werden, die mit derartigen Arbeiten vertraut sind. Seilarbeiten sollen vor allem bei Tageslicht durchgeführt werden; wenn bei künstlicher Beleuchtung gearbeitet werden muss, sind Lampen zu verwenden, die den Arbeitsplatz so erhellen, dass vollwertige Arbeit geleistet werden kann.
- 34,13 Die Art der Durchführung von Spleiß- und Vergussverbindungen sowie von Sanierungsarbeiten an Seilen (s. 34,4 und 34,5 sowie 34,7) ist von einer der in 34,12 genannten Person in einer Niederschrift festzuhalten, zu unterfertigen und der zuständigen Aufsichtsbehörde vorzulegen.

### 34,2 Tragseile

- 34,21 Tragseile sind mittels selbsttätiger Spanneinrichtungen, die am talseitigen Ende angeordnet werden sollen, unter gleich bleibender Spannung zu halten; sie können auch beiderseits festverankert werden.  
Tragseile und deren Spannseile sind unter Vermeidung nicht unbedingt notwendiger Ablenkungen direkt zur Spanneinrichtung zu führen. Es sind geeignete Einrichtungen vorzusehen, um das Seil nachlassen und eventuell auch nachspannen zu können. Für die Dehnung ist eine Temperaturänderung von 70°C und ein angemessener Zuschlag für die Längung anzunehmen.  
Die Seildehnung bei Temperaturänderung von 70°C ist mit 0,84 % der Seillänge anzunehmen.  
Für die erstmalige Längung kann bei Tragseilen 1 % der Seillänge angenommen werden; die gesamte Längung kann mit 1 bis 1,5 % geschätzt werden.  
Die Kontraktion kann unter Zugrundelegung einer Zugsicherheit von 3,5 bei Litzenspiralseilen mit 1,6% und bei verschlossenen Seilen mit 0,6 % angenommen werden.
- 34,22 Bei beiderseits festverankerten Tragseilen müssen Einrichtungen vorhanden sein, die jederzeit die Überwachung der Spannkraftverhältnisse ermöglichen.
- 34,23 Tragseile dürfen lediglich an der Spanneinrichtung eine Kupplung besitzen.
- 34,24 Tragseile sind auf entsprechend großen, gefutterten Trommeln zu verankern, wobei das Seil mit mindestens drei vollen Umschlingungen um die Trommel zu legen ist. Die Futterung darf keine schädlichen Einflüsse auf das Seil ausüben.

Als Werkstoff für die Futterung der Trommel ist Hirnholz aus gedämpfter Weißbuche, Esche oder Lärche zu verwenden.

- 34,25 Das freie Ende des Tragseiles ist nach der Verankerungstrommel zur Aufnahme der verbleibenden Seilspannkraft, mit zwei Seilklemmen gemäß 34,6 abzusichern. Die zweite Klemme (Sicherheitsklemme) ist in einem Abstand von ca. 3 mm von der ersten anzuordnen. Dieser Abstand ist mindestens monatlich mit einer hierfür besonders angefertigten Lehre zu prüfen.
- 34,26 Das Vorratsseil ist entweder auf einer Vorratstrommel, die mindestens den gleich großen Durchmesser wie die Verankerungstrommel haben muss, oder in Ringen mit mindestens gleich großem Durchmesser zu lagern.
- 34,27 Die Spanneinrichtung, die Verankerung und das Vorratsseil sind vor Nässe und Schmutz zu schützen; das Tragseil ist in einwandfreiem Schmierzustand zu erhalten. Durchführungsstellen durch Mauern müssen hinreichend groß, gut belüftet und zugänglich sein.
- 34,3 Bewegende Seile und Spannseile
- 34,31 Bewegende Seile sind mittels einer selbsttätigen Spanneinrichtung, die am talseitigen Ende der Sellschleife angeordnet werden soll, in gleichbleibender Spannung zu halten.  
Bei hydraulischen Spanneinrichtungen muss eine Ober- und Unterschreitung der Nennbelastung um  $\pm 5\%$  optisch und akustisch angezeigt werden.
- 34,32 Das Einscheren des bewegenden Seiles oder des Spannseiles an der selbsttätigen Spanneinrichtung ist nur soweit zulässig, als das Spangewicht nicht schwerer als da Vierfache bzw. nicht leichter als ein Viertel der Seilspannkraft des bewegenden Seiles wird.
- 34,33 Hinsichtlich Seilführung und Spangewichtshub gilt 34,21 sinngemäß.
- 34,4 Spleißverbindungen
- 34,41 Spleiße müssen so ausgeführt werden, dass die Bruchlast der Spleißstelle nahezu jene des Seiles erreicht. Eine Spleißverbindung darf nur dann ausgeführt werden, wenn die Seile im Betrieb eine höchstens 15fache Zugsicherheit erreichen; nach jedem Spannen verspleißter Seile ist der Seilverband im Spleißbereich genau auf seine Betriebstauglichkeit zu prüfen.
- 34,42 Die Verbindung bewegender Seile hat mittels Langspleiß zu erfolgen; hierbei müssen die zu verspleißenden Seile gleiche Durchmesser, Litzenanzahl, Schlagrichtung und Schlaglänge haben. Zur Erzielung eines sicheren Bestandes von Spleißen sind Alter, Durchmesser und Schlaglänge der verspleißten Seilstücke sowie Nennfestigkeit des Drahtwerkstoffes zu beachten.  
Bei Entspannen des Seiles ist auf den ordnungsgemäßen Bestand des Spleißes zu achten.
- 34,43 Die halbe Spleißlänge muss bei sechslitzigen Seilen mindestens den 650fachen Seilnennndurchmesser betragen. Hierbei können die Spleißknoten über die Spleißlänge gleichmäßig verteilt oder die Spleißhälften durch ein längeres Mittelstück getrennt sein.
- 34,44 Der lichte Abstand zwischen den Enden zweier Spleiße oder eines Spleißes vom Seilende hat mindestens die 2,5fache Spleißlänge zu betragen.
- 34,45 In endlichen Seilen darf die Anzahl der Spleiße höchstens zwei betragen; im Neuzustand ist jedoch kein Spleiß zulässig.  
In endlosen Seilen darf die Anzahl der Spleiße höchstens fünf betragen; im Neuzustand sind jedoch nicht mehr als zwei Spleiße zulässig.

- 34,46 Kurzspleiße dürfen nur bei Seilendverbindungen für untergeordnete Zwecke und nur in Verbindung mit Kauschen angewendet werden. Die Seile dürfen im Spleißbereich nicht gebogen werden.
- 34,47 Für die Herstellung von Lang- und Kurzspleißen gelten die Bestimmungen der Anlage III.

34,5 Vergussverbindungen

- 34,51 Vergussverbindungen sind so anzuordnen, dass verschlossene Seile mindestens bis zu einer Entfernung gleich dem 80fachen Seilnenn-durchmesser, Litzenspiralseile bis zum 60fachen sowie Litzenseile bis zum 40fachen Seilnenn-durchmesser frei liegen und nicht auf Biegung beansprucht werden. Eine Unterschreitung dieser Abstände ist durch geeignete Mittel (Puffer) zu verhindern. Die angegebenen Abstände können bis zum halben Wert vermindert werden, wenn die Ablenkung des Seiles höchstens 0,08 rad beträgt.
- 34,52 Die Neigung des Kegelmantels zur Seilachse oder dessen Enddurch-messer und Länge sind gemäß nachstehender Tabelle zu wählen. Im Bereich der Nutzlänge darf der Verguss nicht in zylindrische Form übergehen.

Nennfestigkeit des Drahtwerkstoffes	Kegel-neigung	Nutzlänge mindestens	Enddurchmesser
2160 N/mm <sup>2</sup> und darunter	1 : 12	7 d	
1960 N/mm <sup>2</sup> und darunter	1 : 10	6 d	ca. 2,20 d
1770 N/mm <sup>2</sup> und darunter	1 : 8	5 d	

- 34,53 Der Seilkanal der Muffe hat mindestens eine Länge gleich dem Seil-nenn-durchmesser zu besitzen; er soll jedoch nicht länger als 30 mm sein; sein Durchmesser darf höchstens 4 mm größer als der Seil-nenn-durchmesser sein. Die Innenfläche der Muffe ist so fein zu be-arbeiten, dass ein Zurückschieben der Muffe ohne Beschädigung des Seiles ermöglicht wird; die Rauhtiefe der Innenfläche der Muffe soll nicht größer als 1 µ sein.  
Die Fettung der Innenfläche der Muffe soll ein Verfressen verhin- dern und ein leichtes Zurückschlagen bei späteren Untersuchungen ermöglichen; als Zwischenlage kann auch Lackseide verwendet wer- den.
- 34,54 Das zur Herstellung des Seilvergusses verwendete Vergussmetall muss eine naheutektische Legierung und solcherart sein, dass der Drahtwerkstoff durch den Temperatureinfluss beim Vergießen keinen Schaden erleidet, eine gleichmäßige Verteilung der Lasten auf alle Drähte und gute Haftfähigkeit gewährleistet sind. Das Vorhanden- sein der Eigenschaften gemäß Anlage IV, Abschn. F, Pkt. 1 bis 5, muss durch Atteste einer behördlich autorisierten Versuchsanstalt nachgewiesen sein. Der Vergussvorgang hat gemäß Anlage IV, Abschn. G, zu erfolgen.
- 34,55 Die Wiederverwendung eines bereits einmal verwendeten Vergussme- talls ist nicht zulässig.
- 34,56 Die Beschaffenheit des Vergusskegels ist zur Dokumentation im Lichtbild festzuhalten.  
Die Lichtbilder, die den freigelegten und unberührten Kegel schat- tenfrei zeigen müssen, sind mindestens im Postkartenhochformat herzustellen, wobei die Abbildung des Kegels ca. 2/3, die des Sei- les 1/3 einnehmen muss. Bahnname, -nummer, Seilbezeichnung, Datum sowie Name des Vergießenden und Art des Vergussmetalls sind mit zu fotografieren.
- 34,57 Endmuffen sollen mittels zweiteiligem Ring gelagert werden, die gegenseitigen Auflagerflächen sind dann als Kugelschalen auszubil-

den; der Kugelmittelpunkt ist im Schwerpunkt des Kegels anzunehmen. Bei anderer Lagerung ist auf die gleichmäßige Verteilung der Zugkräfte auf alle Drähte Bedacht zu nehmen.

- 34,58 Vergusskegel an Tragseilen sind, sofern es aus anderen Gründen nicht schon früher erforderlich ist, beim Nachlassen der Seile (s. 36,4) zu erneuern. Vergusskegel an bewegenden Seilen sind, sofern es aus anderen Gründen nicht schon früher erforderlich ist, bei Wagen mit Fangbremse längstens nach vier Jahren, bei Wagen ohne Fangbremse längstens nach zwei Jahren zu erneuern. Die durch Längung der Seile bedingten betriebsmäßigen Kürzungen sind abwechselnd an einem oder am anderen Seilende vorzunehmen. Die Fristen sind unabhängig davon, ob eine Seilbahn dauernd oder nur zeitweise betrieben wird, einzuhalten.
- 34,59 Die Verwendung anderer Arten von Seilendverbindungen (Keilverbindungen, nichtmetallische Vergüsse u.ä.) ist nur bei Vorliegen hinreichender Nachweise über deren Verwendungsmöglichkeit zulässig und bedarf der Genehmigung durch die Behörde.

#### 34,6 Seilklemmen

- 34,61 Seilklemmen dürfen nur zur Aufnahme der Restspannkraft in Tragseilenden an den Verankerungstrommeln und als Sicherheitsklemmen (s. 34,25) verwendet werden. Bei Verwendung von Klemmen für Halteseile (Halteklemmen) gelten 34,63 und 34,64 sinngemäß.
- 34,62 Bezüglich der Anordnung der Seilklemmen gilt 34,51 sinngemäß.
- 34,63 Seilklemmen sind derart auszubilden, dass sie die zu übertragende Seilspannkraft mit mindestens dreifacher, jedoch nicht mit wesentlich größerer Sicherheit, aufzunehmen vermögen. Zur Erzeugung der Presskraft sind genormte Schrauben mit entsprechend bemessenem Federspeicher zu verwenden. Der Reibwert zwischen Seil und Rille ist mit 0,10 anzunehmen.
- 34,64 Die Oberfläche des Seilkanals muss dem Seildurchmesser angepasst sein; seine Enden sind derart trompetenförmig zu formen, dass das Seil keine örtlichen Schäden und nahezu keine Biegebeanspruchung erleiden kann.

#### 34,7 Sanierung von Seilschäden

- 34,71 Sanierungen dürfen nur bei Seilschäden mit bekannter Ursache durchgeführt werden (Unter Seilschäden mit bekannter Ursache sind z.B. aufgegangene Lötstellen, örtliche Seilschäden infolge Blitzschlages oder mechanischer Beschädigungen zu verstehen). Ermüdungsbrüche dürfen nicht saniert werden. Der Abstand der sanierten Stellen muss mindestens den 3000fachen Seildurchmesser betragen. Die Erneuerung einer Sanierung ist nicht zulässig.
- 34,72 Sanierungsarbeiten dürfen nur dann durchgeführt werden, wenn die Geländeverhältnisse bei entspanntem und abgelegtem Seil eine sorgfältige Arbeit ermöglichen.
- 34,73 Bei verschlossenen Seilen dürfen im Schadensbereich nicht mehr als drei Drähte eingelegt werden. Die Länge der Drähte muss mindestens gleich dem 300fachen Seilnenndurchmesser sein. Lötstellen müssen derart verteilt sein, dass deren Abstand mindestens den 50fachen Seilnenndurchmesser beträgt.
- 34,74 Bei Litzenseilen ist der Austausch von nur einer Litze je Querschnitt zulässig. Der Abstand der beiden Spleißknoten muss mindestens gleich der Spleißlänge sein. Im Übrigen gilt 34,4 sinngemäß.
- 34,75 Das Auf- oder Zudrehen des Seiles zur Veränderung der Seillänge ist unzulässig; auf die Beibehaltung der ursprünglichen Schlaglänge des neuen Seiles ist Bedacht zu nehmen.
- 34,76 Sanierungsmaßnahmen jedweder Art sind der Behörde anzuzeigen.

35,1 Transport

- 35,11 Zum Transport sind die Seile auf ausreichend bemessene Transporttrommeln fest zu wickeln und die Seilenden zu sichern.
- 35,12 Der Kerndurchmesser der Transporttrommeln ist so groß zu wählen, dass die Biegebeanspruchung der Außendrähte des spannungslosen Seiles die  $\sigma_{0,02}$ -Grenze, d.i. bei Runddrähten  $0,46 R_o$  und bei Formdrähten  $0,40 R_o$ , nicht überschreitet.
- 35,13 Seile sind witterungsbeständig zu verpacken und vor Beschädigung zu schützen.
- 35,14 Kürzere Seile, die in Ringen geliefert werden, sind überdies so oft abzubinden, dass eine Veränderung des Seilverbandes verhindert wird.

35,2 Lagerung

- 35,21 Seile, die vor dem Einbau längere Zeit - das ist ein Zeitraum von mehr als einem Jahr - lagern, oder auf Vorrat erzeugte Seile sind auf Vorrattrommeln, deren Kerndurchmesser mind. gleich dem der Transporttrommeln ist, zu wickeln (s. 35,12).
- 35,22 Kurze Seilstücke sind gestreckt zu lagern; längere können in Ringen mit dem in 35,12 angeführten Durchmesser gelagert werden.
- 35,23 Seile müssen vor schädlichen Einflüssen geschützt (Feuchtigkeit, Dämpfe, Chemikalien, Humussäuren, Schmutz, Staub etc.) in gut belüfteten, nicht beheizten, trockenen Räumen - nicht im Freien - gelagert werden. Seiltrommeln sind von Zeit zu Zeit zu drehen.
- 35,24 Eine mehrjährige Lagerung von Seilen ist zu vermeiden; Spannseile und Einspleißstücke sind hievon ausgenommen.

35,3 Einbau

- 35,31 Beim Ziehen, Auslegen, Auflegen und Spannen der Seile ist 34,1 zu beachten.
- 35,32 Zur Unterstützung der Seile während des Ziehens und Auslegens sind Streckenrollen, Ablenkrollen oder Ablenkscheiben so zu verteilen, dass das Seil den Boden möglichst nicht berührt, jedenfalls nicht schleift und Beschädigungen verhindert werden.
- 35,33 Seile sind beim Ziehen ständig so unter Spannung zu halten, dass eine Schlingenbildung ausgeschlossen ist.  
Beim Ziehen ist für eine ausreichende Verständigungsmöglichkeit zwischen den Mannschaften an der Ziehwinde und der Bremse an der Trommel Sorge zu tragen.
- 35,34 In Ringen gelieferte längere Seilstücke sind von einer Abspulvorrichtung aus zu ziehen.
- 35,35 Seile sind so ausreichend zu knebeln, dass ein Aufdrehen (Drallverlust) verhindert wird. Im Schadensfall sind sie soweit zuzudrehen, dass die Schlaglänge laut Prüfprotokoll gemäß 32,73 möglichst über die ganze Länge wiederhergestellt ist.
- 35,36 Seile sind nach dem Ziehen und Auslegen ehestens aufzulegen und zu spannen. Beim Auflegen der Seile ist auf Beibehaltung der im Prüfprotokoll angeführten Schlaglänge zu achten.
- 35,37 Nach dem Spannen sind die Seile erforderlichenfalls zu reinigen und zu schmieren.
- 35,38 Bei Auswechslung von Seilen müssen alle Seilunterstützungspunkte und Seilbefestigungen dem neuen Seil angepasst werden.  
Es sind erforderlichenfalls die Bronzeeinlagen von Tragseilschuhen zu erneuern, Muffen dem Durchmesser anzupassen, Seilklemmen abzuschleifen, elastische Futterungen von Scheiben und Rollen zu erneuern, die Rillenform dem Durchmesser anzupassen etc.



35,39 Über die Übernahme und den Einbau der Seile sind Niederschriften zu erstellen.  
In der Niederschrift über die Übernahme ist festzuhalten, ob das Seil der Genehmigung gemäß 31,4 und die Trommelnummer der im Prüfprotokoll gemäß 32,73 angegebenen entspricht, die Verpackung (Trommel, Verschalung) und die Plombe unversehrt sind, ob das Seil gemäß 35,2 gelagert wurde und ob Seilschäden aufscheinen. Die Niederschrift über den Einbau hat vor allem Angaben über Vorkommnisse beim Transport und bei der Übernahme, über das Aufziehen, Auslegen, die Durchführung von Vergüssen und Spleißen, Auflegen und Spannen zu enthalten.

#### 35,4 Beschädigungen

35,41 Besondere Vorkommnisse während des Transportes, der Lagerung und des Einbaues, die eine Veränderung des Seilverbandes oder eine Beschädigung des Seiles zur Folge haben können, sind der Behörde umgehend zu melden.

35,42 Die Verwendbarkeit von schadhaften oder beschädigten Stellen ist durch Gutachten eines Sachverständigen nachzuweisen.

35,43 Schadenstellen sind ihrer Lage nach einzumessen und dauerhaft, jedoch auf unschädliche Art zu kennzeichnen. Um Veränderungen beobachten zu können, sind Umfang und Aussehen des Schadens im Lichtbild oder in anderer geeigneter Weise festzuhalten (Abklatsch).

### 36 ÜBERWACHUNG UND WARTUNG IM BETRIEB

#### 36,1 Untersuchungsfristen

36,11 Tragseile, bewegende Seile und Spannseile sind monatlich durch Augenschein (s. 36,2) zu untersuchen; Tragseile und bewegende Seile sowie Halteseile etc. sind überdies innerhalb der in 36,31 bis 36,33 angeführten Fristen auch auf ihren inneren Zustand zerstörungsfrei zu prüfen. Bei Bahnen mit betrieblich nicht lösbaren Fahrbetriebsmitteln sind die unter den Klemmen liegenden Seilstücke beim Versetzen derselben (s. 36,5) zu untersuchen.

36,12 Die übrigen Seile, Hilfsseile, Halteseile, Seile von Bergeseilbahnen und Bergeseile, sind alle sechs Monate durch Augenschein zu untersuchen.

36,13 Nach außergewöhnlichen Ereignissen, nach Blitzschlag, Seilüberwurf etc., die nachteilige Auswirkungen auf die Seile möglich erscheinen lassen, sind die betroffenen Seile sofort durch Augenschein (s. 36,2) zu untersuchen.

36,14 Während längeren Betriebsstillstandes kann die monatliche Untersuchung der Seile entfallen; sie ist jedoch mindestens alle sechs Monate und vor Betriebsaufnahme durchzuführen.

36,15 Falls der Zustand eines Seiles es auf Grund eines Sachverständigen-gutachtens oder einer zerstörungsfreien Untersuchung notwendig macht, sind zur Wahrung der Betriebssicherheit die in 36,11 und 36,12 angeführten Untersuchungsfristen nach Anordnung der Behörde zu verkürzen und erforderlichenfalls zusätzliche Maßnahmen zu treffen.

#### 36,2 Untersuchung durch Augenschein

36,21 Die Untersuchung der Seile durch Augenschein ist durch zwei geeignete Bedienstete, die das Seil von zwei gegenüberliegenden Seiten beobachten, durchzuführen; sie haften für die Richtigkeit der Feststellungen durch ihre Unterschrift auf dem Meldebogen.  
Die sachgemäße Durchführung der Untersuchung ist vom verantwortlichen Betriebsleiter zu überwachen und dies zwischen den beiden

vorerwähnten Unterschriften der Bediensteten zusätzlich zu bestätigen (s. 36,8).

Die Untersuchung der Tragseile muss bei Tageslicht durchgeführt werden. Während der Untersuchung ist mit dem Maschinisten Verbindung aufrecht zu erhalten.

- 36,22 Zur Untersuchung durch Augenschein muss sich das Seil in einem solchen Zustand befinden, dass Drahtbrüche erkannt werden können; wenn erforderlich, sind die Seile von anhaftendem eingetrocknetem Schmiermittel zu reinigen; das Reinigen darf nur mechanisch erfolgen; das Waschen der Seile ist unbedingt zu unterlassen.
- 36,23 Bei der Seiluntersuchung darf die Revisionsgeschwindigkeit im Regelfall höchstens 0,3 m/s betragen. Sie kann zeitweise, je nach dem Zustand des Seiles, vergrößert werden, wenn hierdurch die Beobachtungsmöglichkeit nicht beeinträchtigt wird. Erforderlichenfalls sind einzelne Seilstellen im Stillstand zu untersuchen.
- 36,24 Anlässlich der Hauptuntersuchung sind Seilschuhe und Tragseile im Bereich der Auflagestrecke mindestens jährlich auf gegenseitige Abnutzung zu prüfen, wobei die Tragseile, wenn sie nicht durch Belastungsänderung ausreichend verschoben werden können, von den Seilschuhen soweit abzuheben sind, dass auch die Auflagefläche des Tragseiles besichtigt werden kann. Abgenützte Einlagen sind rechtzeitig zu erneuern; Seile und Schuhe sind zu schmieren. In den Stationen sind das Seil im Bereich der Verankerungstrommel, die Endbefestigung an der Trommel, das Vorratsseil und ferner die Endverbindung am Spanngewicht, insbesondere die Austrittsstelle des Seiles an der Kupplung, der Einzug und die Verdrehung (Überwachung durch Spion) zu prüfen.
- 36,25 Falls die Witterungsverhältnisse eine ordnungsgemäße Untersuchung der Tragseile längere Zeit hindurch nicht ermöglichen, kann die monatliche Seiluntersuchung auf den Stützen- und Stationsbereich sowie auf eventuell vorhandene Seilschäden beschränkt bleiben. In solchen Fällen darf der zeitliche Abstand zwischen zwei Untersuchungen des ganzen Seiles nicht mehr als acht Wochen betragen.
- 36,26 Die monatliche Untersuchung der bewegenden Seile und der Spannseile ist in den Stationen bei ausreichender Beleuchtung durchzuführen und hat insbesondere jene Seilstellen, die auf Scheiben aufliegen, sowie alle Befestigungs- und Verbindungsstellen zu erfassen. Sinngemäß gilt gleiches für über Scheiben oder Rollenketten geführte Tragseile. Seilstücke, die nur bei Seilarbeiten anlässlich der Hauptuntersuchung zugänglich werden, wie z.B. auf Trommeln, sind mindestens anlässlich der Hauptuntersuchung zu untersuchen.
- 36,27 Beim Auftreten von Drahtbrüchen in Litzen- und Litzenspiral-seilen sind die freiliegenden Drahtenden durch Hin- und Herbiegen knapp vor dem Eintritt in das Seilgefüge zu entfernen. Drahtbrüche von Formdrähten sind mittels Abklatsch ihrem Aussehen nach festzuhalten. Ist ein Klaffen über 1 cm eingetreten, so ist die entstandene Lücke mit einer entsprechenden Füllmasse (Zweikomponentenkleber mit Bronzepulver) zu plombieren. Die Füllmasse muss gut haften und elastisch sein, jedoch so fest, dass sie den Nachbardrähten als Abstützung gegen seitliches Auskippen dienen kann. Diese Sanierungsmethode ist nur als vorübergehende Maßnahme zu werten; nach längstens sechs Monaten sind solche Drahtbrüche in endgültiger Form zu sanieren (s. 34,73). Um den Drahtbruch bei der zerstörungsfreien Prüfung mittels magnetinduktiver Untersuchungsmethode feststellen zu können, soll die Füllmasse ohne Eisen oder andere ferromagnetische Substanzen hergestellt werden.
- 36,28 Aufgefundene Drahtbrüche und sonstige Wahrnehmungen sind unter genauer Angabe ihrer Lage im Meldebogen Form B (s. 36,8) zu vermerken. Nach Auftreten von Dauerbrüchen sind in diesen Bereichen zusätzlich Untersuchungen vorzunehmen; treten Dauerbrüche nicht mehr vereinzelt auf, so haben sich die zusätzlichen Untersuchungen auf

das ganze Seil zu erstrecken. Nach Auftreten sonstiger Seilschäden, deren Ursache bekannt ist (s. 34,71), muss deren Verhalten in der ersten Zeit in kürzeren Zeitabständen beobachtet werden; treten keine weiteren Veränderungen auf, so können diese zusätzlichen Untersuchungen wieder entfallen.

36,29 Anstelle der monatlichen augenscheinlichen Untersuchungen können die Seile auch mittels zerstörungsfreier Methoden durch den Betriebsleiter monatlich geprüft werden. Bei Anwendung solcher Methoden ist das Untersuchungsergebnis (Messstreifen) zu dokumentieren. Monatlich sind jedoch alle stark beanspruchten Seilstellen (Stützenschuhe, Auflagezonen auf Scheiben) und eventuell vorhandenen Schadenbereiche durch Augenschein zu prüfen. Unabhängig davon ist zweimal jährlich die Seiluntersuchung durch Augenschein (anlässlich der Frühjahrs- und Herbstrevision) durchzuführen. Auf die Art der Seiluntersuchung ist in den Meldebogen bzw. deren Auszügen hinzuweisen.

### 36,3 Zerstörungsfreie Untersuchung

36,31 Falls die Verwendung von Tragseilen oder bewegenden Seilen über die in 36,32 genannte sechs- bzw. vierjährige Frist hinaus beabsichtigt ist, muss eine zerstörungsfreie Untersuchung längstens innerhalb 18 Monaten nach Auflegen der Seile erfolgt (Grunddiagramm) sein, um den Zustand des neuen und später dann des gebrauchten Seiles beurteilen zu können; anderenfalls sind die Seile nach Ablauf der in 36,32 genannten Fristen abzulegen (s. 37,22).

36,32 Zum Nachweis des betriebssicheren Zustandes der Tragseile und der bewegenden Seile ist die zerstörungsfreie Untersuchung, vom Zeitpunkt der Auflage an gerechnet, zu wiederholen: bei Tragseilen nach dem Nachlassen gemäß 36,4; bei bewegenden Seilen (Wagen mit Fangbremse) nach 6 Jahren; bei bewegenden Seilen (Wagen ohne Fangbremse) und bewegenden Seilen von Umlaufbahnen (Zug- und Förderseile) nach 4 Jahren. Vorstehende Fristen sind auch für Hilfsseile sowie für Seile von Bergeseilbahnen o.ä. anzuwenden.

Eine weitere zerstörungsfreie Untersuchung ist erst wieder nach Ablauf der genannten Fristen oder zu den im Gutachten gemäß 36,34 empfohlenen und/oder von der Behörde festgesetzten Terminen erforderlich. Eine Terminüberschreitung ist unzulässig (s. 37,22).

36,33 Die Durchführung der zerstörungsfreien Untersuchung darf frühestens sechs Monate vor den hierfür festgesetzten Zeitpunkt, bei Tragseilen jedoch erst nach dem Nachlassen erfolgen.

36,34 Das Ergebnis der Untersuchung ist in einem schriftlichen Gutachten festzuhalten, aus dem Grundlagen der Untersuchung, Art der Durchführung sowie Befund, aus dem neben dem Seilzustand (u.a. Anzahl, Lage und Art der Drahtbrüche) auch der empfohlene Termin für die neuerliche Untersuchung dann hervorzugehen hat, wenn die vorstehenden Fristen (s. 36,32) verkürzt werden müssen. Das schriftliche Gutachten ist der Behörde bis spätestens zum Ablauf dieser Fristen vorzulegen.

Werden bei der Untersuchung Schäden festgestellt, die die Betriebssicherheit gefährden, ist der Behörde hierüber umgehend zu berichten und der Betrieb einzustellen (s. 37,12 und 37,22). 36,35 Das magnetinduktive Verfahren zur zerstörungsfreien Untersuchung hat unter Berücksichtigung der Bestimmungen der Anlage V zu erfolgen.

### 36,4 Nachlassen der Tragseile

36,41 Tragseile sind in nachstehend angeführten Fristen, vom Zeitpunkt der Auflage gerechnet, mindestens um den Bereich der erhöhten Beanspruchung nachzulassen (s. 36,33):

bei Seilbahnen mit hoher Zugseilablage	alle 6 Jahre,
bei Seilbahnen mit tiefer Zugseilablage	alle 4 Jahre.

- 36,42 Tragseile, die direkt zum Spanngewicht geführt sind, sind erstmalig nach 18 Monaten um jenen Bereich nachzulassen, um welchen sie in der Spannstation auf Scheiben, Ketten oder Schuhen mit mehr als 0,10 rad Ablenkung aufgelegt waren (s. 36,31 und 36,33). Der Zeitpunkt für das folgende Nachlassen wird von der Behörde unter Berücksichtigung des Ergebnisses der Untersuchung des auf der Scheibe (Kette, Schuh) aufgelegenen Seilstückes festgelegt.
- 36,43 Bereiche der erhöhten Beanspruchung sind jene, in denen das Seil durch den Wagenübergang am Stützenschuh gepresst wird, sowie jene Strecken vor und hinter den Seilschuhen, die durch das Abheben des Zugseiles erhöhte Zugseilaufplast erhalten.
- 36,44 Beim Nachlassen der Tragseile ist darauf zu achten, dass Seilstellen, die schon einmal einer erhöhten Beanspruchung ausgesetzt waren, dieser nicht neuerlich ausgesetzt werden.
- 36,45 Tragseile sind schon früher nachzulassen, wenn dies aus Sicherheitsgründen geboten ist.
- 36,46 Wenn ein ordnungsgemäßes Nachlassen der Tragseile wegen mangelnder Überlänge nicht mehr möglich ist, sind die Tragseile abzulegen.
- 36,5 Versetzen von Klemmen der Fahrbetriebsmittel
- 36,51 Bei Zweiseilbahnen mit Pendelbetrieb sind Wagenklemmen monatlich zu öffnen; das Seil ist zu untersuchen und die Klemmen - wenn dies technisch möglich ist - zu versetzen.
- 36,52 Die Fristen für das Versetzen von Klemmen der Fahrbetriebsmittel auf Förderseilen, sind unter Berücksichtigung der Klemmenkonstruktion und der örtlichen Gegebenheiten in der Betriebsvorschrift festgesetzt.
- 36,53 Wird der Betrieb länger als ein halbes Jahr nicht geführt, sollen Wagenklemmen und Klemmen von Fahrbetriebsmitteln abmontiert werden.
- 36,6 Nachschmieren der Seile
- 36,61 Seile sind mit geeigneten Schmiereinrichtungen etwa zweimal jährlich und in solcher Weise zu schmieren, dass, ein gleichmäßig verteilter dünner Schmierfilm und einwandfreier Fugenverschluss erreicht werden können, aber dennoch kein überschüssiges Schmiermittel am Seil verbleibt (s. 32,6. und Anlage IV, Abschn. E).  
Je m<sup>2</sup> Seiloberfläche genügen etwa 40 g Seilfett, so dass für das einmalige Nachschmieren eine Seilfettmasse in kg von  $G = 1,26 \cdot d \cdot l + V$  erforderlich ist ( $d$  = Seildurchmesser in cm,  $l$  = Seillänge in km und  $V$  = Verlust beim Aufbringen in kg, je nach Art der Spritzanlage beträgt  $V$  20 bis 60 % von  $G$ ).
- 36,62 Erforderlichenfalls ist das Seil vor dem Nachschmieren mechanisch zu reinigen.
- 36,63 Das Seil ist nur an warmen Tagen und bei trockener Witterung zu reinigen und sofort nachzuschmieren, da das ungeschützte Seil der Korrosion ausgesetzt ist.
- 36,64 Seile dürfen nicht überfettet werden. Fettüberschuss ist sofort auf trockenem Wege mechanisch zu entfernen. Lösungsmittel dürfen zum Seilreinigen nicht verwendet werden.
- 36,65 Eine Mischung von Seilfetten verschiedener Herkunft ist nur dann zulässig, wenn auch das Gemisch den Anforderungen gemäß Anlage IV, Abschn. E, entspricht.
- 36,66 Dem Zustand des Schmiermittelvorrates ist Aufmerksamkeit zu widmen, da sich ein Teil des Lösungsmittels bei längerer Lagerung verflüchtigen kann; die Behältnisse sind deshalb dicht verschlossen zu lagern. Wenn Lösungsmittelverluste zum Eindicken des Schmiermittels geführt haben, darf Fettverdünnung nur in der für die Verarbeitung notwendigen Menge zugegeben werden.

- 36,67 Vor längerem Betriebsstillstand (über sechs Monate) sind die Seile hinreichend zu konservieren.
- 36,7 Wenden von Spannseilen
- 36,71 Bei Seilbahnen mit tiefer Zugseilablage sind zugleich mit dem gemäß 36,41 erforderlichen Nachlassen der Tragseile deren Spannseile zu wenden.
- 36,72 Spannseile von bewegenden Seilen sollen, um die bisherigen Auflagenstellen in den gestreckten Teil zu bringen, nach vier Jahren gewendet werden. Falls dies nicht möglich ist, sind sie zu erneuern; sie dürfen nur einmal gewendet werden.
- 36,73 Spannseile von Förderseilen dürfen nicht gewendet werden. Bei Arbeiten am Förderseil soll das Spannseil nicht entspannt werden; eine Wiederverwendung von bereits einmal gebrauchten Spannseilen ist unzulässig.
- 36,74 Das Drehen von Spannseilen ist unzulässig.
- 36,8 Ergebnisse der Untersuchungen
- 36,81 Zeitpunkt und Ergebnis der Seiluntersuchungen gemäß 36,2 und 36,3, der sonstigen Arbeiten gemäß 34,4 34,5, 36,4, 36,6 und 36,7 sowie für die Beurteilung des Seilzustandes bedeutsame Angaben sind in den Meldebogen und im Auszug zu den Meldebogen (s. 36,83) einzutragen. Der Behörde ist zu den von ihr bekannt gegebenen Terminen zu berichten, wenn nicht besondere Vorkommnisse eine sofortige Meldung erforderlich machen.
- 36,82 Ausgeschriebene Meldebogen sind bis zur Ablage der Seile aufzubewahren.
- 36,83 Werden bei der monatlichen Seiluntersuchung neu hinzugekommene Seilschäden festgestellt, so ist spätestens bis zum 10. des Folgemonats ein Auszug aus den Meldebogen der Behörde zu übersenden. Bezüglich der Führung der Meldebogen sowie des Auszuges aus diesen wird auf die diesbezüglichen Merkblätter verwiesen.
- 36,84 Die Fälligkeit der in 36,81 genannten Termine sind vom monatsletzten Tag des Aufliegemonats zu zählen. Wird aus wirtschaftlichen Gründen eine Zusammenlegung oder Verlegung einzelner Termine angestrebt, so dürfen die festgelegten Termine nur vorverlegt werden.

### 37 ABLEGEN

#### 37,1 Allgemeines

- 37,11 Seile sind abzulegen, wenn die zulässige Aufliegedauer - das ist die Zeit zwischen dem Auflegen und Ablegen eines Seiles - gemäß 37,21 abgelaufen oder die Betriebssicherheit durch unzulässige Querschnittsverminderung gemäß 37,3 oder durch sonstige Umstände gefährdet erscheint.
- 37,12 Bei Beendigung der zulässigen Aufliegedauer gemäß 37,22 ist der Betrieb der Seilbahnanlage einzustellen. Er darf dann wieder aufgenommen werden, wenn die in 37,22 angeführten Seilarbeiten und Untersuchungen durchgeführt und keine Schäden gemäß 36,34 festgestellt wurden.

#### 37,2 Aufliegedauer

- 37,21 Die zulässige Aufliegedauer beträgt - unabhängig, ob die Seilbahn dauernd oder nur zeitweise betrieben wird -
- |   |          |
|---|----------|
| für Spannseile der                                |          |
| Tragseile von Seilbahnen mit hoher Zugseilablage  | 6 Jahre, |
| Tragseile von Seilbahnen mit tiefer Zugseilablage | 8 Jahre, |
| bewegenden Seile                                  | 8 Jahre, |
| für Bergeseile (wenn nicht besonderes festgelegt) |          |

aus Stahldraht 10 Jahre,  
aus Kunststoff 3 Jahre.  
Die zulässige Aufliegedauer der Tragseile und bewegenden Seile ist zeitlich nicht begrenzt.

- 37,22 Ungeachtet der Bestimmungen in 37,21 endet die zulässige Aufliegedauer von Seilen, wenn es Sicherheitsgründe erfordern oder die gemäß 34,5, 36,1 bis 36,4 und 36,7 durchzuführenden Seilarbeiten und Untersuchungen nicht termingerecht ausgeführt werden. Hierbei gelten die in 34,5, 36,3, 36,4 und 36,7 genannten Fristen unabhängig davon, ob die Seilbahn dauernd oder nur zeitweise betrieben wird (s. 37,12).
- 37,23 Bei Umbau des seilbahntechnischen Teiles einer Seilbahn sowie bei Änderung der Betriebsverhältnisse können die betroffenen aufliegenden Seile nur mit Genehmigung der Behörde bis zum Ende der Aufliegedauer weiterverwendet werden.  
Unter geänderten Betriebsverhältnissen ist z.B. Änderung der Fahrgeschwindigkeit, der Wagengröße, der Streckenbelastung, der Spannweite u. ä. zu verstehen.
- 37,24 Bei Seilschäden mit bekannter Ursache kann auf Grund von Sachverständigengutachten die Weiterverwendung von nicht gemäß 34,4 und 34,7 ordnungsgemäß gespleißten oder sanierten Seilen auf die Dauer bis zu drei Monaten beantragt werden, wenn die Betriebssicherheit nicht unzulässig vermindert wird.

37,3 Querschnittsverminderung

- 37,31 Unzulässige Querschnittsverminderung liegt vor, wenn die Schwächung des metallischen Querschnittes (Drahtbrüche, Verschleiß, Korrosion, Gefügelockerung oder sonstige Schäden), in Prozent auf die Bezugslänge angegeben, nachstehende Werte übersteigt oder Schäden gemäß 37,34 vorliegen.

Tragseile			
verschl. Seile	10 % auf 200d	5 % auf 30d	-
Litzenspiralseile	15 % auf 200d	5 % auf 30d	-
bewegende Seile			
Fahrbetriebsmittel mit Fangbremse	25 % auf 500 d	12 % auf 40 d	6 % auf 6 d
Fahrbetriebsmittel ohne Fangbremse und Förderseile	25 % auf 500 d	8 % auf 40 d	6 % auf 6 d
Standseilbahnen	-	20 % auf 40 d	10 % auf 6 d
Spannseile	-	8 % auf 40 d	4 % auf 6 d

Die Angaben in der ersten Spalte berücksichtigen den allgemeinen Zustand der Seile; die der zweiten Spalte gelten für örtliche Seilschäden infolge normaler betrieblicher Beanspruchung; die Angaben in der dritten Spalte gelten für einen räumlich eng begrenzten Seilschaden infolge außergewöhnlicher Einflüsse. Die Prozentangaben für bewegende Seile und Spannseile gelten für Seile in Gleichschlag. Bei Kreuzschlagseilen sind die 1,5fachen Werte zulässig.

- 37,32 Die zulässige Drahtbruchanzahl wird aus der zulässigen Schwächung des metallischen Querschnittes und dem Querschnitt eines Außen drahtes ermittelt. Hierbei sind Dezimalzahlen auf bzw. abzurunden. Die zulässige Drahtbruchanzahl bezieht sich auf sichtbare Drähte, solange nicht Verschleiß, Korrosion etc. berücksichtigt werden müssen.

Ein Draht ist dann als locker und daher als gebrochen zu bezeichnen, wenn beim Abklopfen eine deutliche Änderung des Tones gegenüber den Nachbardrähten feststellbar ist.

Drähte sind auch als gebrochen anzusehen, wenn durch starke örtliche Härtung (Martensitbildung) mit Haarrissen zu rechnen ist.

Das Verschließen mit einer Füllmasse (Plombieren) ist nicht als endgültige Sanierungsmaßnahme anzusehen und daher als Drahtbruch zu werten.

Ein innerhalb der Bezugslänge mehrmals gebrochener Draht ist nur einmal als gebrochen zu zählen.

37,33 Werden zwei Drittel der vorangeführten Werte als sichtbare Mängel festgestellt, so ist auch der innere Zustand des Seiles durch zerstörungsfreie Untersuchung zu prüfen.

37,34 Eine unzulässige Querschnittsverminderung ist unbeschadet der in 37,31 genannten Werte auch dann gegeben, wenn bei verschlossenen Seilen

zwei Drahtbrüche benachbarter Drähte derart zueinander liegen, dass ein Heraussteigen derselben erwartet werden kann und eine Sanierung nicht mehr möglich ist;

bei Litzenspiralseilen

an einer Seilstelle mehr als die Hälfte der Außendrähte von drei benachbarten Litzen oder zwei Drittel der Außendrähte einer Litze gebrochen oder locker sind;

bei Litzenseilen

an einer Seilstelle mehr als die Hälfte der Außendrähte einer Litze gebrochen ist.

37,35 Bei örtlichen Seilschäden mit bekannter Ursache kann die gemäß den letzten beiden Spalten der Tabelle in 37,31 zulässige Querschnittsverminderung auf das 1,3fache des zulässigen Wertes erhöht werden.

## Anlage I - NORMEN UND KENNZEICHNUNG

### A. ÖNORMEN

Für Stahldrahtseile gelten folgende Normen des Österreichischen Normungsinstitutes - ÖNORMEN - (siehe 31,31) in der letzten Fassung:

- M 9500 Stahldrahtseile; Allgemeine Bestimmungen
- M 9502 Stahldrahtseile; Seildraht für allgemeine Verwendungszwecke
- M 9503 Stahldrahtseile; Seildraht für besondere Verwendungszwecke
- M 9504 Stahldrahtseile; Prüfung von Seildrahten und Stahldrahtseilen
- M 9505 Stahldrahtseile; Zinküberzüge
- M 9510 Stahldrahtseile; Seilkauschen
- M 9511 Teil 1 Stahldrahtseile; Seilklemmen; Backenzahnklemmen für allgemeine Verwendungszwecke
- M 9511 Teil 2 Stahldrahtseile; Seilklemmen; Backenzahnklemmen für besondere Verwendungszwecke
- M 9530 Stahldrahtseile; Tragseile; Spiralseile
- M 9531 Stahldrahtseile; Tragseile; Litzenspiralseile
- M 9532 Teil 1 Stahldrahtseile; Tragseile für allgemeine Verwendungszwecke. verschlossene Seile
- M 9532 Teil 2 Stahldrahtseile; Tragseile für besondere Verwendungszwecke. verschlossene Seile
- M 9533 Stahldrahtseile; Zugseile; Rundlitzenseile in Normalschlag
- M 9534 Stahldrahtseile; Zugseile; Rundlitzenseile in Parallelschlag
- M 9537 Stahldrahtseile für Trommelauzüge, Flaschenzüge, Krane und Winden - Rundlitzenseile in Normalschlag
- M 9539 Stahldrahtseile für Krane, Winden. Bagger und sonstige Hebezeuge; Rundlitzenseile in Parallelschlag
- M 9541 Stahldrahtseile; Spannseile; Rundlitzenseile in Parallelschlag



B. Kennzeichnung

Zur Kennzeichnung eines Stahldrahtseiles sind anzugeben (siehe 31,41):

1. Verwendungszweck: gem. DSB 1980 Abs. 31,21
2. Seilbezeichnung: in der Regel Bezeichnung gem. ÖNORM M 9500 (Abs. 10,3 ohne Bestelllänge und Verwendungszweck - siehe auch Tabelle 3: Kurzzeichen), bei nicht normgemäßer Ausführung ist entweder eine der ÖNORM sinn-gemäße Bezeichnung mit dem Hinweis z.B. "nicht genormtem Seilennendurchmes-ser" oder „mit nicht genormter Nennfestigkeit" zu verwenden oder der Hin-weis "in nicht normgemäßer Ausführung" anzugeben.
3. Flechtformel: gem. ÖNORM M 9500 Abs. 3,7
4. Seilennendurchmesser: gem. ÖNORM M 9531 bis 9541
5. Gesamtanzahl der Drähte: gem. ÖNORM M 9531 bis 9541
6. Metallischer Querschnitt: gem. ÖNORM M 9500 Abs. 7,2 bzw. M 9531 bis 9541
7. Längenbezogene Masse: gem. ÖNORM M 9500, Abs. 7,5 bzw. M 9531 bis 9541
8. Rechnerische Bruchlast: gem. ÖNORM M 9500, Abs. 7,31 bzw. M 9531 bis 9541
9. Ermittelte Bruchlast: gem. ÖNORM M 9500, Abs. 7,32 bzw. Abnahmeprotokoll
10. Grundschiermittel: gem. DSB 1980 Abs. 32,6
11. Nachschmiermittel: gem. DSB 1980 Abs. 36,6
12. Seilhersteller: ist anzugeben

Beispiel: Kennzeichnung des Förderseiles einer Doppelsesselbahn

Seildaten nach ÖNORM M 9500

Verwendungszweck: (1.) Förderseil	
Seilbezeichnung: (2.) Zugseil ÖNORM M 9534-36 E 1960 GR-BV-zn k-NF-spa	
Flechtformel: (3.) $NF + 6 (1_{22} + 7_{16,5} + 7_{16,5} + 7_{12,5} + 14_{20})$	
Seilennendurchmesser: (4.) 36 mm	Gesamtanzahl der Drähte: (5.) 216
Rechnerische Bruchlast (8.) ..1019..kN	Grundschiermittel: ..(10.).....
Ermittelte Bruchlast (9.) .....kN	Nachschmiermittel: ...(11.).....
(6.) ..216....	Runddrähte: ...518... mm <sup>2</sup>
Metallischer Querschnitt der	zusammen: ..-....mm <sup>2</sup>
.....-.....	Formdrähte: ....-.... mm <sup>2</sup>
Längenbezogene Masse:(7.) 4,83 kg/m	Seilhersteller: (12.)

## Anlage II - SEILBEMESSUNG

### A. Tragseile

Bei Ermittlung der maßgebenden Seilspannkraft sind zu berücksichtigen:

1. Grundspannkraft;
2. Höhenspannkraft;
3. Die im ungünstigsten Sinn wirkende Reibung auf den Seilauflagen;
  - o Die Leerseilreibung ist aus der Leerseilauflagelast zu ermitteln. Die Leerseillinie kann als Parabel angenommen werden.
  - o Bei der Ermittlung der Vollseilreibung ist bei Pendelbahnen das Wagengewicht einschließlich der Zugseilauflast, bei Umlaufbahnen das Gewicht aller Wagen und das des Zugseiles zu berücksichtigen. Der mittlere Reibwert ist mit 0,10 anzunehmen.
  - o Die Reibung der Ablenkscheibe oder der Rollenkette der selbsttätigen Gewichtspanneinrichtung ist in Rechnung zu stellen. Hierbei ist der Reibwert je nach Ausbildung der Lager anzunehmen.
  - o Die Reibung an Stationsablenkschuhen, an Stationsschuhen, im Haltepunkt von Pendelbahnen und an Kuppengerüsten knapp vor der Einfahrt kann, wenn sie in der Nähe der Tragseilverankerung liegen, in der Regel vernachlässigt werden.
4. bei beiderseits fest verankerten Seilen zusätzlich die Spannkrafterhöhung bei ungünstigster Laststellung und einer Temperaturänderung von 70°C;
  - o Der der Berechnung zugrunde gelegte Elastizitätsmodul ist, wenn er nicht vorliegt, durch Versuch nachzuweisen. Der Temperaturbereich darf höchstens in zwei Abschnitte zu je 40°C (von -25° bis +15° und von +5° bis +45°) und nur dann unterteilt werden, wenn das Nachspannen und Nachlassen leicht gehandhabt und die Spannkraften jederzeit sowie mit hinreichender Genauigkeit festgestellt werden können.
5. die Bremswirkung der Tragseilbremse nur dann, wenn die Seilspannkraft hierdurch um mehr als 15 % erhöht wird;
  - o Hierbei kann die Bremswirkung der Tragseilbremse mindestens gleich dem Gewicht des voll besetzten Wagens, ferner das bergseitige bewegende Seil als spannungslos und das talseitige nur mit seiner Höhenspannkraft belastet angenommen werden. Die Zugsicherheit des Tragseiles darf bei diesem Lastfall nicht geringer als drei sein.

### B. Bewegende Seile

Bei Ermittlung der maßgebenden Seilspannkraft sind zu berücksichtigen:

1. Grundspannkraft ( $S_0$ );
  - o Die Grundspannkraft ist die direkt oder indirekt durch die Spanneinrichtung in die bewegenden Seile eingeleitete Seilspannkraft. Sie ist mit Rücksicht auf die gesicherte Aufnahme der Umfangskraft an der Antriebsscheibe, die Durchhangsverhältnisse und die Spurweite zu wählen.
  - o Sie ist so groß anzunehmen, dass die Fahrgeschwindigkeit der Wagen möglichst konstant bleibt und betriebsgefährdende oder für die Fahrgäste unangenehme Seilschwingungen durch plötzliche Änderung der Zugwirkung der Wagen beim Übergang über die Streckenbauwerke oder im Falle einer Betriebsbremsung vermieden werden.
2. Höhenspannkraft ( $S_H$ );
3. Zugwirkung der Fahrbetriebsmittel ( $S_Q, S_W$ );
  - o Bei Pendelbahnen ist die Zugwirkung aus dem Zugwirkungswinkel der gedachten festen Fahrbahn zu ermitteln.

- o Bei Umlaufbahnen kann je nach Wagenabstand als Zugwirkungswinkel die sin-Komponente der mittleren Neigung der Bahn oder einzelner Abschnitte oder die Seilneigung der Seilfelder angenommen werden.
  - o Bei Umlaufbahnen mit betrieblich nicht lösbaren Fahrbetriebsmitteln ist bei gleichmäßiger Trassenneigung der ganze Strang als besetzt anzunehmen.
  - o Bei Umlaufbahnen mit betrieblich lösbaren Fahrbetriebsmitteln ist auch ein nur mit 75 % der Wagen besetzter Strang anzunehmen. Darauf kann verzichtet werden, wenn dieser Lastfall im Betrieb systembedingt nicht auftreten kann. Wenn das Besetzen und Leerfahren anlagebedingt von einer Station aus vorgesehen ist, so ist auch der Lastfall Besetzen bzw. Leerfahren - unbesetztes Seil zu untersuchen.
4. Reibung ( $R_Q$ ,  $R_W$ );
- a) bei Zweiseilbahnen: die Reibung der Fahrbetriebsmittel am Tragseil und die Reibung der bewegenden Seile auf den Stützenrollen;
    - o Die Reibung kann aus dem Gewicht der Fahrbetriebsmittel und dem Gewicht des Seiles mit einem gedachten Reibwert von 0,02 ermittelt werden.
  - b) bei Einseilbahnen: die Reibung des mit Fahrbetriebsmitteln belasteten Förderseiles auf den Stützenrollen;
    - o Die Reibung ist aus dem Gewicht der Fahrbetriebsmittel und dem Gewicht des Seiles mit einem gedachten Reibwert zu ermitteln. Dieser ist bei nur positiven Stützenlasten für den unbesetzten Strang mit 0,035 und für den besetzten Strang mit 0,028 anzunehmen; je Niederhaltrolle sind diese Werte um 0,0005 zu vergrößern.
  - c) bei Standseilbahnen: der Laufwiderstand des Wagens, der Krümmungswiderstand und die Reibung des bewegenden Seiles auf den Strecken bzw. Kurvenrollen;
    - o Die Reibung ist aus dem Wagengewicht und dem Gewicht des Seiles mit einem gedachten Reibwert von 0,02 bei geradlinigem Grundriss der Anlage und bis 0,05 bei kurvenreicher Trassenführung zu ermitteln.
    - o Bei Schneeräumung mit den Wagen ist diese besonders zu berücksichtigen.
5. Spannkrafterhöhung infolge dynamischer Wirkung ( $D_Q$ ,  $D_W$ );
- Die Spannkrafterhöhung ist aus der Masse der bewegten Seile einschließlich der Fahrbetriebsmittel zu ermitteln (das Trägheitsmoment der bewegten Scheiben und Rollen kann vernachlässigt werden), und zwar
- a) beim Anfahren;
    - o Bei Pendelbahnen und Standseilbahnen ist die Spannkrafterhöhung bei der Stationsausfahrt unter Zugrundelegung einer Anfahrbeschleunigung von mind.  $0,3 \text{ m/s}^2$  zu ermitteln; das Anfahren an der steilsten Bahnstelle auf der Strecke sowie die Spannkrafterhöhung beim Fangvorgang mit der Fangbremse muss nicht berücksichtigt werden.
    - o Bei Umlaufbahnen ist die Anfahrbeschleunigung bei der ungünstigsten betriebsmäßigen Lastverteilung mit mind.  $0,25 \text{ m/s}^2$  in Rechnung zu stellen.
  - b) beim Bremsen;
    - o Bei Pendelbahnen und Standseilbahnen ist die Spannkrafterhöhung bei ungünstigster Wagenstellung und Bremsen mit den Betriebsbremsen mit mind.  $0,6 \text{ m/s}^2$  zu ermitteln, beim gleichzeitigen Bremsen mit allen Antriebsbremsen ist eine Bremsverzögerung von mind.  $1,2 \text{ m/s}^2$  in Rechnung zu stellen.
    - o Bei Umlaufbahnen ist für die Ermittlung der Spannkrafterhöhung ungünstigste betriebsmäßige Lastverteilung und Bremsen mit mind.  $0,6 \text{ m/s}^2$  Bremsverzögerung anzunehmen.

6. Die maßgebende Seilspannkraft für die Seilbemessung ist bei entsprechender Berücksichtigung der Teilspannkraften Pkt. 1 bis 5 zu ermitteln. Der Einfluss der dynamischen Wirkung ist gem. 33,25 und 33,26 zu berücksichtigen.
7. Die vorangeführten Größen des Reibwertes und der Anfahrbeschleunigung bzw. Bremsverzögerung sind Mindestwerte, die in der Rechnung nicht günstiger angenommen werden dürfen; sind an der Anlage größere Reibwerte, Beschleunigungs- oder Verzögerungswerte zu erwarten bzw. vorhanden, so sind diese den erforderlichen Nachweisen zugrunde zu legen.
8. Gesicherte Aufnahme der Umfangskraft an der Antriebsscheibe;  
für den Nachweis der gesicherten Aufnahme der Umfangskraft ist folgende Bedingung zu erfüllen:

$$e^{\mu\alpha} \leq \frac{S_{\min} + U'}{S_{\min}}$$

Hierbei bedeuten:

- $\mu$ ... Reibwert an der Antriebsscheibe
- $\alpha$ ... Umschlingungswinkel an der Antriebsscheibe
- $S_{\min}$ ... kleinere Seilspannkraft an der Antriebsscheibe
- $U'$ ... erhöhte Umfangskraft

- a) Der Reibwert  $\mu$  ist bei Gummifutter entsprechend der Flächenpressung anzunehmen:

für  $p \leq 300 \text{ N/cm}^2$  ...  $\mu = 0,22$

für  $p \geq 600 \text{ N/cm}^2$  ...  $\mu = 0,16$

Zwischenwerte sind geradlinig zu interpolieren.

Die Flächenpressung ist bei einem Umschlingungswinkel  $\alpha = \pi$  aus

$$p = \frac{3 \cdot S_m}{d \cdot D}$$

zu ermitteln, wobei

- $S_m$ ... arithmetisches Mittel der Seilspannkraften am Antrieb
- $D$ ... Durchmesser der Antriebsscheibe
- $d$ ... Seilnennendurchmesser

bedeuten.

Bei zweirilligen Antriebsscheiben sind die beiden Rillen getrennt zu behandeln; hierbei sind die Umschlingungswinkel so zu wählen, dass die beiden Hälften der Umfangskraft möglichst gleich groß sind.

Bei Verwendung von Werkstoffen mit anderem Verhalten als Gummi ist gefettetes, nasses Seil bei 40°C anzunehmen; der Nachweis des ausreichenden Reibwertes ist zu erbringen.

Bei Verwendung von Spezialwerkstoffen für die Futterung der Antriebsscheibe ist der erreichbare Reibwert unter Berücksichtigung des verwendeten Schmiermittels und der den Reibwert vermindernenden Einflüsse durch ein Prüfattest einer behördlich autorisierten Versuchsanstalt nachzuweisen. Wenn entsprechende Nachweise vorliegen, kann der Reibwert bei hochelastischem Futterwerkstoff auch unter Berücksichtigung der Kriechgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit gewählt werden. Die Eisenbahnbehörde behält sich vor, den zulässigen Reibwert in solchen Fällen festzusetzen.

Leder oder wasseraufsaugende Werkstoffe sowie Werkstoffe, die bei Einwirkung von Schmiermitteln oder Wasser quellen, dürfen als Scheibenfutter nicht verwendet werden.

Lassen die Abmessungen der Futterung keine ausreichende Verformung derselben zu, so ist die Flächenpressung entsprechend höher in Rechnung zu stellen.

b) Die erhöhte Umfangskraft  $U'$  ist gemäß folgender Tabelle anzunehmen:

Bahnsystem	Lastfall	Betriebsfall	$U'$
Umlaufbahn mit betr. nicht lösbaren Fahrbetriebsmitteln	$\nearrow \searrow$	Anfahren	1,25 U
	$\nearrow \searrow$	Betrieb	1,50 U
	$\searrow \swarrow$	Bremsen	1,25 U
Umlaufbahn mit betr. lösbaren Fahrbetriebsmitteln	$\nearrow \searrow$ (3/4) $\searrow \swarrow$	Anfahren	1,25 U
	$\nearrow \searrow$	Betrieb	1,50 U
	(3/4) $\searrow \swarrow$ , $\nearrow \searrow$	Bremsen	1,25 U
Pendelbahn und Standseilbahn	jeweils ungünstigster Lastfall	Anfahren aus den Stationen	1,25 U
		Bremsen mit Betriebsbremsen Bremsen mit allen Antriebsbremsen gleichzeitig.	1,25 U 1,00 U

9. Die sich aus den Umfangskräften und Fahrgeschwindigkeiten ergebenden Antriebs- und Bremsleistungen für die verschiedenen Lastfälle sind nachzuweisen.

#### C. Spannseile

Bei der Bemessung der Spannseile kann die Spannkrafterhöhung infolge Trägheit des Spangewichtes, Spangewichtsdämpfung und Reibung des Spannseiles auf Umlenkscheiben in der Regel unberücksichtigt bleiben. Wenn bei Vorhandensein mehrerer Spannseilstränge keine einwandfreie Lastverteilung angenommen werden kann, ist die Zugsicherheit um 20 % zu erhöhen. Dies ist der Fall

- bei Parallelabspannung durch zwei Spannseile ohne Lastausgleich. Die beiden Seilstücke müssen in einem hergestellt und zum gleichen Zeitpunkt eingebaut werden. Der Abstand der Spannseile darf nicht kleiner sein als die Spurweite des Förderseiles in der Spannstation.
- bei doppelt oder mehrfach genommenen Spannseilen und Torpedoschlingen ohne einwandfreien Lastausgleich.

D. Hinweise für die Bemessung von Seilen, Scheiben, Rollen, Trommeln, Schuhen etc.

Die folgenden Angaben sind Erläuterungen zu Festlegungen, die mit Rücksicht auf eine einheitliche und in der Praxis zielführende Berechnungsart angenommen wurden. Die gemachten Vereinfachungen und Annahmen können im praktisch verwendeten Bereich als den Erfordernissen entsprechend bezeichnet werden.

#### 1. Beanspruchungsgrenze

Der Beanspruchungsgrenze gem. 33,12 wird eine zweifache Ermüdungssicherheit zugrunde gelegt. Die sich hierfür ergebenden Werte der Beanspruchungs-

grenze ( $\sigma_D$ ) sind aus nachstehender Tabelle in Abhängigkeit von der Nennfestigkeit des Drahtwerkstoffes ( $R_0$ ) und der Zugbeanspruchung ( $\sigma_Z$ ) zu ermitteln, wobei die Zugbeanspruchung und die Beanspruchungsgrenze als Vielfaches der Nennfestigkeit ausgedrückt sind ( $\sigma_Z/R_0$  bzw.  $\sigma_D/R_0$ ). Zwischenwerte für  $R_0$  können linear interpoliert werden.

Die Beanspruchungsgrenze darf überdies den 0,35fachen Wert der Nennfestigkeit nicht überschreiten ( $\sigma_D/R_0 \leq 0,35$ ).

$R_0$ in N/mm <sup>2</sup>	$\sigma_Z/R_0$	$\sigma_D/R_0$
1570	0,000 bis 0,160	$0,21 + 0,6875 \cdot \sigma_Z/R_0$
	0,160 bis 0,2166	$0,32 + 0,5294 \cdot (\sigma_Z/R_0 - 0,160)$
1770	0,000 bis 0,155	$0,20 + 0,7097 \cdot \sigma_Z/R_0$
	0,155 bis 0,2276	$0,31 + 0,5507 \cdot (\sigma_Z/R_0 - 0,155)$
1960	0,000 bis 0,150	$0,19 + 0,7333 \cdot \sigma_Z/R_0$
	0,150 bis 0,2375	$0,30 + 0,5714 \cdot (\sigma_Z/R_0 - 0,150)$
2160	0,000 bis 0,145	$0,18 + 0,7586 \cdot \sigma_Z/R_0$
	0,145 bis 0,2464	$0,29 + 0,5916 \cdot (\sigma_Z/R_0 - 0,145)$

Die Werte für die Beanspruchungsgrenze gemäß oben stehender Tabelle können auch der Tabelle "Beanspruchungsgrenze" auf Seite 61 in Abhängigkeit von der Zugsicherheit entnommen werden.

Bei Tragseilen gem. 33,63 und 33,64, bei bewegenden Seilen gem. 33,75 und 33,76 und bei Spannseilen gem. 33,82 sind die dort angegebenen Werte für die Beanspruchungsgrenze zulässig.

## 2. Zugbeanspruchung

Die kleinste Zugsicherheit - in der Regel in der Bergstation - ist aus der größten maßgebenden Seilspannkraft und der rechnerischen Bruchlast des Seiles nachzuweisen.

Die größte Zugsicherheit - in der Regel in der Talstation - ist unter Verwendung der kleinsten maßgebenden Seilspannkraft und der rechnerischen Bruchlast zu ermitteln.

Die Zugbeanspruchung ist:

$$\sigma_Z = \frac{S}{A_0} = \frac{R_0}{n_z} \quad [1]$$

Die Zugsicherheit ergibt sich aus:

$$n_z = \frac{F_r}{S} = \frac{R_0}{\sigma_Z} \quad [2]$$

wobei

S... maßgebende Seilspannkraft

A<sub>0</sub>... metallischer Querschnitt des Seiles

R<sub>0</sub>... Nennfestigkeit des Drahtwerkstoffes

F<sub>r</sub>... rechnerische Bruchlast des Seiles (F<sub>r</sub> = R<sub>0</sub>·A<sub>0</sub>)

bedeuten.

## 3. Beanspruchung von Tragseilen durch Laufrollen

Das Querbelastungsverhältnis ist das Verhältnis der größten Querbelastung zur kleinsten Summe der Seilspannkraften am Lastort.

Die Querbelastung ist die senkrecht zur Seilachse wirkende Gesamtlast (cos-Komponente) die sich aus dem Eigengewicht des Fahrbetriebsmittels, dessen Nutzlast und aus der größten Zugseilaufkraft zusammensetzt.

Das größte Querbelastungsverhältnis bei Zweiseilpendelbahnen kann hierbei aus

$$\frac{Q^*}{S^*} = \frac{(Q \cos \gamma + q_z + q_T \cdot \frac{S_z}{S}) \cdot \frac{l}{2}}{S + S_z} \quad [3]$$

errechnet werden, wobei

- Q\* ... Querbelastung
- S\* ... kleinste Summe der Seilspannkraften
- Q ... Wagengewicht samt Nutzlast
- $\zeta$  ... Neigung des Seilfeldes
- $q_z$  ... längenbezogenes Gewicht des bewegenden Seiles
- $q_T$  ... längenbezogenes Gewicht des Tragseiles
- $S_z$  ... kleinste Zugseilspannkraft
- S ... kleinste Tragseilspannkraft
- l ... Feldweite
- i ... Anzahl der Laufrollen
- $D_i$  ... Rollenlast

bedeuten.

Näherungsweise kann

$$\frac{Q^*}{S^*} = \frac{Q}{S} = \frac{i \cdot D_i}{S} \quad [3a]$$

gesetzt werden.

Das Querbelastungsverhältnis soll

$$\frac{Q^*}{S^*} \leq \frac{1}{10} \quad [3b]$$

nicht überschreiten.

(Die größte zulässige Rollenlast in Abhängigkeit vom Rollendurchmesser und von der Flächenpressung ist aus der Tabelle "Zulässige Rollenlast" auf Seite 67 zu entnehmen).

- (1) Der Grundwert der Biegebeanspruchung des Seiles am Lastort, d.i. Biegebeanspruchung durch eine nahezu punktförmig angreifende Querbelastung (durch eine einzelne ungefütterte Rolle), ist mit

$$\sigma_b = \frac{380 \cdot D_i}{S} \sqrt{\sigma_z} = \frac{380 \cdot D_i}{A_0} \sqrt{\frac{1}{\sigma_z}} \quad [4]$$

in N/mm<sup>2</sup> zu ermitteln, wobei die Zugbeanspruchung  $\sigma_z$  in N/mm<sup>2</sup>, die Querbelastung (Rollenlast)  $D_i$  und die Seilspannkraft S in N bzw. der metallische Querschnitt  $A_0$  in mm<sup>2</sup> anzugeben ist.

(1,1) Bei mehreren benachbarten Lasten am reibungssteif angenommenen Tragseil ist der Einfluss der benachbarten Lasten zu berücksichtigen. Die zusätzliche Biegebeanspruchung zufolge einer benachbarten Last, bezogen auf den Grundwert der Biegebeanspruchung, ist zu ermitteln aus:

$$\beta_{bx} = \beta_x \cdot \sigma_b \quad [5]$$

Die  $\beta_x$ -Werte sind in Abhängigkeit von der Zugbeanspruchung  $\sigma_z$  und vom Abstand  $\lambda$  der benachbarten Last vom Lastort in der Tabelle "Einfluss benachbarter Lasten" auf Seite 62 und 63 in % angegeben; sie wurden ermittelt aus:

$$\beta_x \% = e \frac{\lambda}{110,86} \sqrt{\sigma_z} \quad [5a]$$

wobei  $\sigma_z$  in  $\text{N/mm}^2$  und  $\lambda$  als Vielfaches des Seildurchmessers ausgedrückt ist.

(Wird der Wert  $\beta_x$  für  $\sigma_z = 400 \text{ N/mm}^2$  angegeben, so ist er als Gütwert - zur Bewertung der konstruktiven Ausgestaltung - eines Laufwerkes zu bezeichnen).

Die zusätzliche Biegebeanspruchung am Lastort infolge mehrerer benachbarter Lasten ist somit:

$$\sigma_b^* = \sum \beta_x \cdot \sigma_b \quad [5b]$$

(1,2) Bei Verwendung von elastischem oder hochelastischem Werkstoff zur Futterung tritt eine Verringerung der Biegebeanspruchung am Lastort ein. Für Werkstoffe mit höherem E-Modul gelten die Angaben nur bedingt; sie können jedoch mit hinreichender Genauigkeit für die Bemessung herangezogen werden. Die Biegebeanspruchung am Lastort vermindert sich hierbei:

$$\sigma_b^* = \beta_B \cdot \sigma_b \quad [6]$$

Die  $\beta_B$ -Werte sind in Abhängigkeit vom Biegemaß nach Gl. [6b] in der Tabelle "Einfluss der Futterung" auf Seite 66 in % angegeben; sie wurden ermittelt aus der Beziehung:

$$\beta_B \% = 100 \frac{3}{2c} \left[ \frac{2}{c} \left( 1 + \frac{1}{c} \right) e^{-c} + 1 - \frac{2}{c^2} \right] \quad [6a]$$

Als Biegemaß wird das Verhältnis der halben Schmiegunslänge nach Gl. [6c] zur Steifigkeitslänge nach Gl. [6d] bezeichnet:

$$c = \frac{a}{x_0} \quad [6b]$$

Die halbe Schmiegunslänge (= größere Halbachse der Druckellipse) ergibt sich unter der Annahme, dass sich die Halbachsen  $a$  und  $b$  der Druckellipse wie 3:1 verhalten, zu

$$a = \sqrt{\frac{1,5 D_i}{p_{\max}}} \quad [6c]$$



in mm, wobei die Rollenlast  $D_i$  in N und die Flächenpressung  $p_{\max}$  nach Gl. [6f] in  $\text{N/mm}^2$  einzusetzen ist.

Die Steifigkeitslänge ist bei reibungsstifem Seil nach der Beziehung

$$x_0 = \frac{94 d}{\sqrt{\sigma_z}} \quad [6d]$$

in mm zu ermitteln, wobei der Seilnenndurchmesser  $d$  in mm und die Zugspannung  $\sigma_z$  in  $\text{N/mm}^2$  eingesetzt wird.

Die Flächenpressung ist durch die Beziehung

$$p_{\max} = \frac{3 D_i}{2 \pi a b} \quad [6e]$$

gegeben. Sie kann mit Hilfe des Futterwerkstoffbeiwertes nach Gl. [6g] und des Durchmesserbeiwertes nach Gl. [6h] aus der Beziehung

$$p_{\max} = \frac{W}{B} \quad [6f]$$

ermittelt werden.

Der Futterwerkstoffbeiwert ist in Abhängigkeit vom E-Modul des Futterwerkstoffes in der Tabelle "Futterwerkstoffbeiwert" auf Seite 64 gemäß der Beziehung

$$W = 0,602 \cdot \sqrt[3]{E_F^2} \quad [6g]$$

angegeben.  $E_F$  ist hierbei in  $\text{N/mm}^2$  auszudrücken. Obige Beziehung gilt für  $E_F \leq 5000 \text{ N/mm}^2$ ; für  $E_F > 5000 \text{ N/mm}^2$  gelten nur die Tabellenwerte.

Der Durchmesserbeiwert ist in Abhängigkeit vom Rollendurchmesser und von der Rollenlast in der Tabelle „Durchmesserbeiwert“ auf Seite 65 gemäß der Beziehung

$$B = \sqrt[3]{\frac{D_R^2}{D_i}} \quad [6h]$$

angegeben, wobei der Rollendurchmesser  $D_R$  in mm und die Rollenlast  $D_i$  in N ausgedrückt ist.

- (2) Die gesamte Biegebeanspruchung ergibt sich somit aus dem Grundwert zuzüglich des Einflusses benachbarter Lasten sowie des Einflusses der Rollenführung aus:

$$\sigma_b^* = (1 + \sum \beta_x) \cdot \beta_B \cdot \sigma_b \quad [7]$$

- (3) Gesamtbeanspruchung in der Zugzone am Lastort aus:

$$\sigma = \sigma_z + \sigma_b^* \quad [8]$$

Die Gesamtbeanspruchung darf die Beanspruchungsgrenze nach Pkt. 1 nicht überschreiten.

(4) Die in Gl. [6f] angeführte Beziehung für die Größe der Flächenpressung war zur Bestimmung der Schmiegunslänge nach Gl.[6c] von Bedeutung. Die tatsächlich auftretende Flächenpressung zwischen Seil und Rolle hängt jedoch außerdem von der Seiloberfläche und von der Querschnittsform der Seilrille ab; die Flächenpressung nach Gl. [6e] bzw. [6f] kann sohin als Grundwert der Flächenpressung bezeichnet werden.

(4,1) Der Einfluss der Rillenform bzw. einer noch nicht vollkommen eingelaufenen Seilrille auf die örtliche Flächenpressung ist durch das Verhältnis von Rillendurchmesser  $d_F$  zu Seilnennendurchmesser  $d$  gegeben ( $\beta_R$ -Wert).

$$\beta_R = \frac{d_F}{d} \quad [9]$$

Die  $\beta_R$ -Werte können etwa von 1,0 für vollkommen eingelaufene Rille bis 1,2 für neue, nicht eingelaufene Rille angenommen werden. Besonders bei Futterwerkstoffen mit höherem Elastizitätsmodul und somit auch höherer Druckfestigkeit kann der Einfluss der nicht eingelaufenen Rille von Bedeutung sein (siehe Tabelle "Zulässige Rollenlast" auf Seite 67).

(4,2) Die Berücksichtigung der Seiloberfläche kann bei hochelastischem Futterwerkstoff entfallen; sie ist jedoch bei elastischem Werkstoff unabhängig von dessen E-Modul in Rechnung zu stellen ( $\beta_S$ -Wert). Auf Grund von Pressbildern sind folgende  $\beta_S$ -Werte anzunehmen:

$$\beta_S = 1,05 \text{ bei verschlossenen Seilen} \quad [9a]$$

$$\beta_S = 2,00 \text{ bei Litzenspiralseilen}$$

(5) Die gesamte Flächenpressung ergibt sich daher bei hochelastischem Futterwerkstoff zu:

$$p^* = \beta_R \cdot p_{max} \quad [10]$$

und bei elastischem Werkstoff:

$$p^* = \beta_R \cdot \beta_S \cdot p_{max} \quad [10a]$$

Die gesamte Flächenpressung darf die größte zulässige Hertz'sche Pressung nicht überschreiten; die nachstehende Tabelle gibt für verschiedene Werkstoffe häufig verwendete Werte für die zulässige Hertz'sche Pressung ( $p_{zul}$ ) an.

Werkstoff	Elastizitätsmodul N/mm <sup>2</sup>	$p_{zul}$ N/mm <sup>2</sup>
Gummi	80	4,5 - 5,4 <sup>1)</sup>
Hartholz	600	60 - 70
Polyamid (PA)	1500	60
Polypropylen (PP)	2700	100
Bronze	105000	80 - 100
Stahlguß	200000	850
Stahl	200000	1200 - 1500

<sup>1)</sup> bei linienförmigem Lastangriff (Anschmiegen des Seiles) und wenig bewegtem Seil sind gem. 33,55 die doppelten Werte zulässig.

(6) Für die Gesamtbeanspruchung in der Druckzone beim zusätzlich auf Flächenpressung beanspruchten Tragseil ist die Flächenpressung wegen des

räumlichen Spannungszustandes in Form einer Vergleichsspannung in Rechnung zu stellen und zwar beim verschlossenen Seil mit:

$$\sigma = (\sigma_z - \sigma_b^*) + 0,26 p^* \quad [11]$$

beim Litzenspiralseil:

$$\sigma = (\sigma_z - \sigma_b^*) + 0,35 p^* \quad [11a]$$

Die Gesamtbeanspruchung darf die Beanspruchungsgrenze nach Pkt. 1 nicht übersteigen.

In der Regel wird die Druckzone nicht zu untersuchen sein, da in der Zugzone ungünstigere Verhältnisse auftreten (s. Gl. [8]). Die Flächenpressung wird lediglich für die Bemessung des Laufrollendurchmessers und der zulässigen Belastung dieser Rollen erforderlich sein.

- (7) Bei der Bemessung der Tragseile bzw. von Laufrollen ist gern. 33,65 ggf. auch der Einfluss der Fahrgeschwindigkeit zu berücksichtigen.

Der Einfluss der Fahrgeschwindigkeit auf Rollendurchmesser und Rollenlast ist bei Litzenspiralseilen entsprechend der Beziehung

$$D_{i,zul} = \frac{D_R^2 \cdot d}{v} \quad [12]$$

anzunehmen, bei verschlossenen Seilen sind um 40 % höhere Rollenlasten zulässig. Die zulässige Rollenlast  $D_{i,zul}$  ergibt sich hierbei in N, der Rollendurchmesser  $D_R$  ist in cm, der Seildurchmesser  $d$  in mm und die Fahrgeschwindigkeit in m/s einzusetzen.

#### 4. Beanspruchung von Tragseilen an Scheiben, Verankerungstrommeln und Schuhen

- (1) Der Grundwert der Biegebeanspruchung an einer Scheibe (Ablenkscheibe zum Spanngewicht) oder Verankerungstrommel ist (das Tragseil ist als reibungsfrei anzunehmen):

$$\sigma_b = \frac{E \cdot \delta}{D} \quad [13]$$

wobei

$E$  ... Elastizitätsmodul des Drahtwerkstoffes

$\delta$  ... Drahtnennendurchmesser bzw. Drahthöhe der Außenlage

$D$  ... Scheiben-, bzw. Trommeldurchmesser

bedeuten.

- (1,1) An Rollenketten (s. 33,43) ist der Grundwert der Biegebeanspruchung mit dem  $\beta_K$ -Wert, d.i. das Verhältnis der Teilungslänge der Gliederkette zur Nutzungslänge eines Kettengliedes, zu multiplizieren.

$$\beta_K = \frac{\text{Teilungslänge des Kettengliedes}}{\text{Nutzungslänge des Kettengliedes}} \quad [13a]$$

Der Wert kann mit  $\beta_K = 1,05$  bis  $1,10$  angenommen werden. Die Biegebeanspruchung ist sohin

$$\sigma_b^* = \beta_K \cdot \sigma_b \quad [13b]$$

- (2) Die Biegebeanspruchung am Tragseilschuh ergibt sich zu (das Tragseil ist als reibungssteif anzunehmen):

$$\sigma_b = \frac{E \cdot d}{2 \cdot R} \quad [14]$$

wobei

d ... Seildurchmesser

R ... Krümmungshalbmesser des Schuhs bedeuten.

Die Gesamtbeanspruchung in der Zugzone ergibt sich zu:

$$\sigma = \sigma_z + \sigma_b \quad [15]$$

Bei Rollenketten ist anstelle des Wertes  $\beta_b$  der Wert  $\beta_{b^*}$  gem. Gl. [13b] einzusetzen. Die Gesamtbeanspruchung darf die Beanspruchungsgrenze nach Pkt. 1 nicht überschreiten. Liegen Verhältnisse gem. 33,63 oder 33,64 vor, so sind für die Beanspruchungsgrenze die dort angegebenen Werte zulässig.

- (4) Der Grundwert der Flächenpressung ergibt sich aus:

$$p_{\max} = \frac{3 \cdot S}{D \cdot d} \quad [16]$$

Für die Ermittlung der gesamten Flächenpressung ist

- (4,1) der Einfluss der Rillenform ( $\beta_R$ -Wert) nach Gl. [9] und

- (4,2) an Rollenketten weiters der  $\beta_K$ -Wert gem. Gl. [13a] zu berücksichtigen.

- (4,3) Wenn kein hochelastischer Werkstoff zur Futterung verwendet wird oder nicht verwendet werden kann, so ist weiters der Einfluss des Futterwerkstoffes ( $\beta_F$ -Wert) in Rechnung zu stellen. Dieser Einfluss ist aus den nach Gl. [6g] erhaltenen W-Werten wie folgt zu errechnen bzw. der Tabelle „Einfluss des Futterwerkstoffes bei Scheiben“ auf Seite 68 zu entnehmen:

$$\beta_F = \frac{W_{\text{Futter}}}{W_{\text{Gummi}}} \quad [16a]$$

- (4,4) Schließlich ist, wenn kein hochelastischer Werkstoff als Futter verwendet wird, auch der Einfluss der Seiloberfläche ( $\beta_S$ -Wert) gem. Gl. [9a] zu berücksichtigen.

- (5) Die gesamte Flächenpressung ist daher bei hochelastischem Futterwerkstoff:

$$p^* = \beta_R \cdot p_{\max} \quad [17]$$

an Rollenketten mit hochelastischem Futterwerkstoff:

$$p^* = \beta_R \cdot \beta_K \cdot p_{\max} \quad [17a]$$

bei elastischem Futterwerkstoff:

$$p^* = \beta_R \cdot \beta_F \cdot \beta_S \cdot p_{\max} \quad [17b]$$

an Rollenketten mit elastischem Futterwerkstoff:

$$p^* = \beta_R \cdot \beta_K \cdot \beta_F \cdot \beta_S \cdot p_{\max} \quad [17c]$$

Die gesamte Flächenpressung darf die größte zulässige Hertz'sche Pressung nicht überschreiten (siehe Tabelle auf Seite 52).

- (6) Für die Gesamtbeanspruchung in der Druckzone beim zusätzlich auf Flächenpressung beanspruchten Tragseil ist die Flächenpressung in Form einer Vergleichsspannung in Rechnung zu stellen, und zwar

bei Scheiben und Verankerungstrommeln

bei verschlossenen Seilen:

$$\sigma = (\sigma_z - \sigma_b) + 0,40 p^* \quad [18]$$

bei Litzenspiralseilen:

$$\sigma = (\sigma_z - \sigma_b) + 0,35 p^* \quad [18a]$$

Bei Rollenketten ist anstelle des Wertes  $\sigma_b$  nach Gl. [13] der Wert  $\sigma_{b^*}$  nach Gl. [13b] einzusetzen.

bei Tragseilschuhen

bei verschlossenen Seilen:

$$\sigma = (\sigma_z - \sigma_b) + 0,26 p^* \quad [18b]$$

bei Litzenspiralseilen:

$$\sigma = (\sigma_z - \sigma_b) + 0,35 p^* \quad [18c]$$

Die Gesamtbeanspruchung darf die Beanspruchungsgrenze nach Pkt. 1 nicht überschreiten. Liegen Verhältnisse gem. 33,63 oder 33,64 vor, so sind für die Beanspruchungsgrenze die dort angegebenen Werte zulässig.

## 5. Beanspruchung von bewegenden Seilen

Bewegende Seile sind stets Litzenseile. Sie können als reibungsfrei angenommen werden.

- (1) Die Biegebeanspruchung an Scheiben ist nach Gl. [13] zu ermitteln.

- (2) Der Grundwert der Biegebeanspruchung infolge des Überganges über Rollen oder infolge der Querbelastung durch Klemmen bzw. Klemmapparate ergibt sich nach Gl. [4].

- (2,1) Eine Beeinflussung des Biegemomentes am Lastort durch benachbarte Lasten (z.B. Rollen) wird in der Regel nicht zu berücksichtigen sein. Bei kleinem Abstand  $\lambda$  der benachbarten Lasten kann der  $\beta_x$ -Wert nach Gl. [5a] bei reibungsfreiem Seil mit einem Zehntel des  $\beta_x$ -wertes für reibungssteifes Seil angenommen werden.

- (2,2) Bei Verwendung von elastischem oder hochelastischem Futterwerkstoff tritt eine Verringerung der Biegebeanspruchung am Lastort (Rolle) gem. Gl. [6] auf. Der zugehörige  $\beta_b$ -Wert wird aus den Gl. [6a] bis [6h] ermittelt bzw. den entsprechenden Tabellen entnommen, wobei jedoch in Gl. [6d] anstelle des Wertes  $d$  (Seilnenn-durchmesser) der Wert  $\delta$  (Drahtnenn-durchmesser) einzusetzen ist.

- (3) Die gesamte Biegebeanspruchung an Rollen oder Klemmen bzw. Klemmapparaten ergibt sich nach Gl. [7], wobei in der Regel  $\Sigma \beta_x = 0$  gesetzt werden kann.
- (4) Die Gesamtbeanspruchung in der Zugzone ergibt sich an Rollen oder Klemmen bzw. Klemmapparaten nach Gl. [8], an Scheiben nach Gl. [15]. Die Gesamtbeanspruchung darf die Beanspruchungsgrenze nach Pkt. 1 nicht überschreiten.
- (5) Der Grundwert der Flächenpressung des Litzenseiles an einer Scheibe ist gemäß Gl. [16] zu ermitteln.
- (5,1) Bei Verwendung von hochelastischem Futter (Gummi) ist der Einfluss der Rillenform ( $\beta_R$ -Wert) gem. Gl. [9] in Rechnung zu stellen.
- (5,2) Bei Futterung der Scheibe mit elastischem Futter sind überdies der Einfluss des Futterwerkstoffes ( $\beta_F$ -Wert) nach Gl. [16a] und der
- (5,3) Einfluss der Seiloberfläche ( $\beta_S$ -Wert) zu berücksichtigen.  
Der  $\beta_S$ -Wert ist für Litzenseile mit 2,25 anzunehmen.
- (6) Die gesamte Flächenpressung an einer Scheibe ist bei hochelastischem Werkstoff nach Gl. [17],  
bei elastischem Futterwerkstoff nach Gl. [17b] zu ermitteln.  
Die gesamte Flächenpressung darf die größte zulässige Hertz'sche Pressung nicht überschreiten (siehe Tabelle auf Seite 52).
- (7) Der Grundwert der Flächenpressung eines Litzenseiles an Rollen ist gem. Gl. [6f] zu ermitteln.
- (7,1) Die gesamte Flächenpressung ergibt sich unter Berücksichtigung des Einflusses der Rillenform ( $\beta_R$ -Wert) gem. Gl. [9] sowie
- (7,2) des Einflusses der Seiloberfläche ( $\beta_S$ -Wert). Der  $\beta_S$ -Wert ist für Litzenseile mit 2,25 anzunehmen.
- (8) Die gesamte Flächenpressung an Rollen ist  
bei hochelastischem Werkstoff nach Gl. [10]  
und bei elastischem Werkstoff nach Gl. [10a]  
zu ermitteln.  
Die gesamte Flächenpressung darf die größte zulässige Hertz'sche Pressung nicht überschreiten (siehe Tabelle auf Seite 52).  
(Zur Kontrolle der tatsächlichen Belastung einer Rolle können aus dem Pressbild zwischen Rolle und Seil (Abklatsch) die Halbachsen der Druckellipse ermitteln werden (s. Gl. [6e]); Methode zur Einstellung von Rollen in Rollenbatterien ohne Lastausgleich).
- (9) Für die Gesamtbeanspruchung in der Druckzone beim zusätzlich auf Flächenpressung beanspruchten Seil ist die Flächenpressung in Form einer Vergleichsspannung in Rechnung zu stellen, und zwar an Rollen und Klemmen bzw. Klemmapparaten:

$$\sigma = (\sigma_z - \sigma_b^*) + 0,35 p^* \quad [19]$$

an Scheiben:

$$\sigma = (\sigma_z - \sigma_b) + 0,35 p^* \quad [19a]$$

Die Gesamtbeanspruchung darf die Beanspruchungsgrenze nach Pkt. 1 nicht überschreiten.

## 6. Beanspruchung von Spannseilen an Ablenkscheiben

- (1) Der Grundwert der Biegebeanspruchung an deren Ablenkscheiben ist, da das Seil reibungsfrei angenommen werden kann, gem. Gl. [13] zu ermitteln.

- (1,1) An Rollenketten ist die Biegebeanspruchung gem. Gl. [13b] unter Berücksichtigung des  $\beta_k$ -Wertes zu ermitteln.
- (2) Die Gesamtbeanspruchung in der Zugzone ist nach Gl. [15] zu ermitteln; bei Rollenketten ist anstelle des Wertes  $\sigma_b$  der Wert  $\sigma_{b^*}$  gem. Gl. [13b] einzusetzen. Die Gesamtbeanspruchung darf die Beanspruchungsgrenze nach Pkt. 1 nicht überschreiten; an Aufwickeltrommeln sind gem. 33,82 die dort angegebenen höheren Werte für die Beanspruchungsgrenze zulässig.
- (3) Der Grundwert der Flächenpressung an Ablenkscheiben oder Rollenketten ist nach Gl. [16] zu ermitteln. Für die Ermittlung der gesamten Flächenpressung ist
- (3,1) der Einfluss der Rillenform ( $\beta_R$ -Wert) nach Gl. [9],
- (3,2) der Einfluss der Rollenkette ( $\beta_K$ -Wert) nach Gl. [13a] in Rechnung zu stellen.
- (3,3) Bei elastischem Futterwerkstoff sind überdies der Einfluss des Futterwerkstoffes ( $\beta_F$ -Wert) nach Gl. [16a] sowie
- (3,4) der Einfluss der Seiloberfläche ( $\beta_S$ -Wert) zu berücksichtigen. Der  $\beta_S$ -Wert ist für Litzenseile mit 2,25 anzunehmen.
- (4) Die gesamte Flächenpressung ist
- bei hochelastischem Futterwerkstoff gem. Gl. [17],  
 an Rollenketten mit hochelastischem Futterwerkstoff gem. Gl. [17a],  
 bei elastischem Futterwerkstoff gem. Gl. [17b] und  
 an Rollenketten mit elastischem Futterwerkstoff gem. Gl. [17c] zu bestimmen.
- Die gesamte Flächenpressung darf die größte zulässige Hertz'sche Pressung nicht überschreiten (siehe Tabelle auf Seite 52).
- (5) Die Gesamtbeanspruchung in der Druckzone ist nach Gl. [18a] zu ermitteln; bei Rollenketten ist anstelle des Wertes  $\sigma_b$  der Wert  $\sigma_{b^*}$  gem. Gl. [13a] einzusetzen. Die Gesamtbeanspruchung darf die Beanspruchungsgrenze nach Pkt. 1 nicht überschreiten; an Aufwickeltrommeln sind gem. 33,82 die dort angegebenen höheren Werte für die Beanspruchungsgrenze zulässig.

Beanspruchungsgrenze

$\sigma_D$  für  $n_D = 2,0$

$\sigma_z/R_0$	$n_z$	$\sigma_D/R_0$ bei $R_0$ in $N/mm^2$						
		1570	1670	1770	1860	1960	2060	2160
0.065	15.3846	0.2546	0.2503	0.2461	0.2418	0.2376	0.2334	0.2293
0.070	14.2857	0.2581	0.2538	0.2496	0.2454	0.2413	0.2372	0.2331
0.075	13.3333	0.2615	0.2573	0.2532	0.2490	0.2449	0.2409	0.2368
0.080	12.5000	0.2650	0.2608	0.2567	0.2527	0.2486	0.2446	0.2406
0.085	11.7647	0.2684	0.2643	0.2603	0.2563	0.2523	0.2483	0.2444
0.090	11.1111	0.2718	0.2678	0.2638	0.2599	0.2559	0.2521	0.2482
0.095	10.5263	0.2753	0.2713	0.2674	0.2635	0.2596	0.2558	0.2520
0.100	10.0000	0.2787	0.2748	0.2709	0.2671	0.2633	0.2595	0.2558
0.105	9.5238	0.2821	0.2783	0.2745	0.2707	0.2669	0.2633	0.2596
0.110	9.0909	0.2856	0.2818	0.2780	0.2743	0.2706	0.2670	0.2634
0.115	8.6956	0.2890	0.2853	0.2816	0.2779	0.2743	0.2707	0.2672
0.120	8.3333	0.2925	0.2888	0.2851	0.2815	0.2779	0.2744	0.2710
0.125	8.0000	0.2959	0.2923	0.2887	0.2851	0.2816	0.2782	0.2748
0.130	7.6923	0.2993	0.2957	0.2922	0.2887	0.2853	0.2819	0.2786
0.135	7.4074	0.3028	0.2992	0.2957	0.2923	0.2889	0.2856	0.2824
0.140	7.1428	0.3062	0.3027	0.2993	0.2959	0.2926	0.2894	0.2862
0.145	6.8965	0.3096	0.3062	0.3028	0.2995	0.2963	0.2931	0.2900
0.150	6.6666	0.3131	0.3097	0.3064	0.3031	0.3000	0.2964	0.2929
0.155	6.4516	0.3165	0.3132	0.3100	0.3064	0.3028	0.2993	0.2959
0.160	6.2500	0.3200	0.3163	0.3127	0.3092	0.3057	0.3022	0.2988
0.165	6.0606	0.3226	0.3190	0.3155	0.3120	0.3085	0.3051	0.3018
0.170	5.8823	0.3252	0.3217	0.3182	0.3148	0.3114	0.3080	0.3047
0.175	5.7142	0.3279	0.3244	0.3210	0.3176	0.3142	0.3109	0.3077
0.180	5.5555	0.3305	0.3271	0.3237	0.3204	0.3171	0.3139	0.3107
0.185	5.4054	0.3332	0.3298	0.3265	0.3232	0.3199	0.3168	0.3136
0.190	5.2631	0.3358	0.3325	0.3292	0.3260	0.3228	0.3197	0.3166
0.195	5.1282	0.3385	0.3352	0.3320	0.3288	0.3257	0.3226	0.3195
0.200	5.0000	0.3411	0.3379	0.3347	0.3316	0.3285	0.3255	0.3225
0.205	4.8780	0.3438	0.3406	0.3375	0.3344	0.3314	0.3284	0.3254
0.210	4.7619	0.3464	0.3433	0.3402	0.3372	0.3342	0.3313	0.3284
0.215	4.6511	0.3491	0.3460	0.3430	0.3400	0.3371	0.3342	0.3314
0.220	4.5454	0.3500	0.3487	0.3457	0.3428	0.3399	0.3371	0.3343
0.225	4.4444		0.3500	0.3485	0.3456	0.3428	0.3400	0.3373
0.230	4.3478			0.3500	0.3484	0.3457	0.3429	0.3402
0.235	4.2553				0.3500	0.3485	0.3458	0.3432
0.240	4.1666					0.3500	0.3487	0.3461
0.245	4.0816						0.3500	0.3491
0.250	4.0000							0.3500



Einfluss benachbarter Lasten

$\beta_x$ -Werte nach Gl. [5a] in %

$\lambda$ in d	$\beta_x$ bei $\sigma_z$ in N/mm <sup>2</sup>							
	300	350	400	450	500	550	600	650
5.00	45.786	43.008	40.574	38.413	36.476	34.724	33.129	31.669
5.10	45.077	42.288	39.849	37.685	35.749	33.998	32.405	30.947
5.20	44.378	41.580	39.136	36.972	35.035	33.287	31.697	30.244
5.30	43.689	40.885	38.436	36.271	34.336	32.589	31.000	29.557
5.40	43.011	40.201	37.748	35.583	33.648	31.908	30.327	28.884
5.50	42.345	39.529	37.075	34.909	32.976	31.239	29.664	28.228
5.60	41.689	38.866	36.412	34.248	32.319	30.584	29.016	27.585
5.70	41.043	38.215	35.761	33.597	31.674	29.945	28.381	26.958
5.80	40.407	37.577	35.121	32.961	31.040	29.318	27.761	26.345
5.90	39.780	36.948	34.493	32.336	30.421	28.705	27.155	25.747
6.00	39.163	36.330	33.876	31.724	29.813	28.102	26.561	25.162
6.10	38.556	35.722	33.271	31.123	29.218	27.516	25.980	24.589
6.20	37.959	35.125	32.677	30.532	28.636	26.938	25.412	24.030
6.30	37.371	34.536	32.092	29.954	28.062	26.375	24.857	23.484
6.40	36.792	33.960	31.518	29.387	27.503	25.822	24.313	22.951
6.50	36.221	33.390	30.953	28.830	26.953	25.282	23.783	22.428
6.60	35.659	32.831	30.400	28.282	26.415	24.752	23.263	21.918
6.70	35.105	32.283	29.858	27.746	25.887	24.235	22.755	21.420
6.80	34.562	31.743	29.324	27.221	25.371	23.729	22.258	20.934
6.90	34.026	31.211	28.800	26.704	24.864	23.231	21.770	20.457
7.00	33.499	30.689	28.284	26.198	24.368	22.746	21.296	19.994
7.10	32.980	30.174	27.777	25.702	23.880	22.269	20.830	19.538
7.20	32.469	29.670	27.282	25.215	23.405	21.802	20.374	19.094
7.30	31.965	29.174	26.793	24.737	22.938	21.347	19.930	18.659
7.40	31.470	28.685	26.315	24.268	22.478	20.900	19.495	18.236
7.50	30.981	28.204	25.844	23.809	22.030	20.461	19.069	17.822
7.60	30.502	27.733	25.382	23.357	21.589	20.035	18.651	17.415
7.70	30.028	27.269	24.929	22.914	21.158	19.614	18.244	17.018
7.80	29.563	26.813	24.483	22.481	20.736	19.204	17.847	16.632
7.90	29.105	26.364	24.045	22.055	20.321	18.802	17.455	16.254
8.00	28.653	25.922	23.616	21.635	19.917	18.408	17.075	15.885
8.25	27.555	24.851	22.574	20.626	18.937	17.460	16.157	14.998
8.50	26.500	23.825	21.578	19.662	18.006	16.561	15.287	14.160
8.75	25.486	22.840	20.627	18.743	17.120	15.705	14.466	13.367
9.00	24.509	21.898	19.717	17.869	16.280	14.899	13.689	12.622
9.25	23.570	20.992	18.848	17.034	15.478	14.131	12.952	11.915
9.50	22.667	20.126	18.016	16.238	14.717	13.402	12.257	11.251
9.75	21.798	19.294	17.221	15.478	13.992	12.712	11.598	10.623

Einfluss benachbarter Lasten

$\beta_x$ -Werte nach Gl. [5a] in %

$\lambda$ in d	$\beta_x$ bei $\sigma_z$ in N/mm <sup>2</sup>							
	300	350	400	450	500	550	600	650
10.00	20.963	18.498	16.464	14.756	13.304	12.058	10.976	10.029
10.25	20.161	17.734	15.736	14.066	12.652	11.438	10.387	9.468
10.50	19.389	17.000	15.043	13.410	12.028	10.846	9.828	8.939
10.75	18.645	16.298	14.379	12.784	11.439	10.288	9.300	8.439
11.00	17.933	15.625	13.745	12.186	10.875	9.759	8.799	7.968
11.25	17.245	14.979	13.139	11.616	10.339	9.256	8.326	7.521
11.50	16.584	14.359	12.560	11.074	9.833	8.777	7.879	7.102
11.75	15.948	13.765	12.006	10.557	9.348	8.326	7.455	6.705
12.00	15.338	13.198	11.477	10.065	8.890	7.898	7.054	6.331
12.25	14.750	12.654	10.969	9.594	8.451	7.492	6.677	5.977
12.50	14.186	12.130	10.486	9.146	8.035	7.105	6.317	5.643
12.75	13.641	11.629	10.025	8.718	7.640	6.739	5.977	5.330
13.00	13.119	11.149	9.581	8.311	7.264	6.392	5.657	5.031
13.50	12.133	10.246	8.756	7.552	6.568	5.750	5.065	4.486
14.00	11.222	9.418	7.999	6.864	5.939	5.174	4.536	3.996
14.50	10.379	8.656	7.310	6.237	5.367	4.655	4.060	3.563
15.00	9.598	7.955	6.681	5.668	4.854	4.188	3.636	3.175
15.50	8.877	7.310	6.103	5.151	4.387	3.766	3.255	2.831
16.00	8.210	6.720	5.577	4.681	3.965	3.389	2.914	2.524
16.50	7.593	6.175	5.096	4.254	3.587	3.049	2.610	2.249
17.00	7.022	5.676	4.657	3.865	3.242	2.743	2.338	2.004
17.50	6.496	5.218	4.254	3.513	2.932	2.466	2.091	1.789
18.00	6.008	4.795	3.887	3.193	2.650	2.219	1.874	1.593
18.50	5.555	4.406	3.552	2.902	2.396	1.997	1.677	1.421
19.00	5.137	4.050	3.248	2.637	2.166	1.797	1.503	1.267
19.50	4.751	3.720	2.966	2.396	1.959	1.615	1.346	1.128
20.00	4.394	3.421	2.710	2.177	1.771	1.454	1.205	1.007
21.00	3.758	2.889	2.263	1.799	1.447	1.176	0.965	0.799
22.00	3.214	2.442	1.889	1.487	1.183	0.953	0.775	0.635
23.00	2.750	2.061	1.577	1.224	0.965	0.772	0.621	0.504
24.00	2.353	1.742	1.317	1.011	0.790	0.624	0.497	0.400
25.00	2.012	1.471	1.099	0.835	0.646	0.504	0.399	0.319
26.00	1.721	1.242	0.917	0.691	0.528	0.409	0.320	0.252
28.00	1.260	0.887	0.641	0.470	0.353	0.268	0.205	0.161
30.00	0.920	0.633	0.445	0.321	0.235	0.175	0.133	0.099
32.00	0.675	0.451	0.312	0.220	0.157	0.115	0.084	0.063

Futterwerkstoffbeiwert

W-Werte nach Gl. [6g]

$E_F$ N/mm <sup>2</sup>	W	$E_F$ N/mm <sup>2</sup>	W	$E_F$ N/mm <sup>2</sup>	W
50	8.17039	350	29.89798	3300	133.43582
55	8.70639	400	32.68158	3400	136.11806
60	9.22636	450	35.35125	3500	138.77412
65	9.73207	500	37.92362	3600	141.40502
70	10.22496	550	40.41149	3700	144.01165
75	10.70624	600	42.82499	3800	146.59491
80	11.17694	650	45.17228	3900	149.15560
85	11.63793	700	47.46008	4000	151.69449
90	12.08995	750	49.69400	4100	154.21231
95	12.53368	800	51.87878	4200	156.70975
100	12.96969	850	54.01848	4300	159.18743
105	13.39849	900	56.11661	4400	161.64599
110	13.82053	950	58.17622	4500	164.08599
115	14.23622	1000	60.20000	4600	166.50797
120	14.64594	1050	62.19030	4700	168.91247
125	15.05000	1100	64.14925	4800	171.29997
130	15.44870	1156	66.07873	4900	173.67096
135	15.84232	1200	67.98044	5000	176.02586
140	16.23111	1250	69.85591	10000	271.57791
145	16.61530	1300	71.70653	20000	418.71442
150	16.99511	1350	73.53357	30000	533.58672
155	17.37071	1400	75.33818	40000	629.25642
160	17.74229	1450	77.12144	50000	711.60690
165	18.11002	1500	78.88431	60000	784.04438
170	18.47406	1550	80.62770	70000	848.35581
175	18.83454	1600	82.35243	80000	905.98600
180	19.19161	1700	85.74900	90000	958.40449
185	19.54538	1800	89.07957	100000	1006.12720
190	19.89599	1900	92.34900	110000	1049.97985
195	20.24352	2000	95.56154	120000	1090.48257
200	20.58811	2100	98.72095	130000	1127.77845
205	20.92983	2200	101.83059	140000	1162.49727
210	21.26878	2300	104.89344	150000	1195.07425
215	21.60505	2400	107.91222	160000	1224.77642
220	21.93873	2500	110.88934	170000	1253.22095
225	22.26989	2600	113.82702	180000	1280.02908
230	22.59861	2700	116.72727	190000	1304.80617
235	22.92494	2800	119.59192	200000	1328.06711
240	23.24898	2900	122.42265	210000	1350.48240
245	23.57077	3000	125.22104	220000	1371.88059
250	23.89038	3100	127.98849	230000	1392.08547
300	26.97805	3200	130.72635	240000	1410.91900

Durchmesserbeiwert

B-Werte nach Gl. [6h]

Rollen- last $D_i$ in N	Rollendurchmesser $D_R$ in mm							
	200	250	300	350	400	450	500	550
2000	2.714	3.149	3.556	3.941	4.308	4.660	5.000	5.328
2250	2.609	3.028	3.419	3.790	4.142	4.481	4.807	5.122
2500	2.519	2.924	3.301	3.659	4.000	4.326	4.641	4.946
2750	2.441	2.832	3.198	3.544	3.874	4.191	4.496	4.791
3000	2.371	2.751	3.107	3.443	3.764	4.071	4.367	4.654
3250	2.308	2.679	3.025	3.352	3.665	3.964	4.252	4.531
3500	2.252	2.613	2.951	3.271	3.575	3.867	4.149	4.421
3750	2.201	2.554	2.884	3.196	3.494	3.779	4.054	4.320
4000	2.154	2.500	2.823	3.128	3.419	3.699	3.968	4.228
4250	2.111	2.449	2.766	3.066	3.351	3.625	3.889	4.144
4500	2.071	2.403	2.714	3.008	3.288	3.556	3.815	4.066
4750	2.034	2.360	2.665	2.954	3.229	3.493	3.747	3.993
5000	2.000	2~320	2.620	2.904	3.174	3.434	3.684	3.925
5250	1.967	2.283	2.578	2.857	3.123	3.378	3.624	3.862
5500	1.937	2.248	2.538	2.813	3.075	3.326	3.568	3.802
5750	1.908	2.215	2.501	2.772	3.030	3.277	3.516	3.747
6000	1.882	2.183	2.466	2.733	2.987	3.231	3.466	3.694
6250	1.856	2.154	2.432	2.696	2.947	3.187	3.419	3.644
6500	1.832	2.126	2.401	2.661	2.908	3.146	3.375	3.596
6750	1.809	2.099	2.371	2.627	2.872	3.107	3.333	3.552
7000	1.787	2.074	2.342	2.596	2.837	3.069	3.293	3.509
7250	1.767	2.050	2.315	2.566	2.804	3.034	3.254	3.468
7500	1.747	2.027	2.289	2.537	2.773	3.000	3.218	3.429
7750	1.728	2.005	2.264	2.509	2.743	2.967	3.183	3.392
8000	1.709	1.984	2.240	2.483	2.714	2.936	3.149	3.356
8250	1.692	1.964	2.217	2.457	2.686	2.906	3.117	3.322
8500	1.675	1.944	2.195	2.433	2.660	2.877	3.086	3.289
8750	1.659	1.925	2.174	2.410	2.634	2.849	3.057	3.257
9000	1.644	1.907	2.154	2.387	2.609	2.823	3.028	3.227
9250	1.629	1.890	2.134	2.365	2.586	2.797	3.001	3.197
9500	1.614	1.873	2.115	2.344	2.563	2.772	2.974	3.169
9750	1.600	1.857	2.097	2.324	2.541	2.748	2.948	3.142
10000	1.587	1.842	2.080	2.305	2.519	2.725	2.924	3.115
10250	1.574	1.826	2.063	2.286	2.499	2.703	2.900	3.090
10500	1.561	1.812	2.046	2.268	2.479	2.681	2.876	3.065
10750	1.549	1.798	2.030	2.250	2.459	2.660	2.854	3.041
11000	1.537	1.784	2.015	2.233	2.441	2.640	2.832	3.018
11250	1.526	1.771	2.000	2.216	2.422	2.620	2.811	2.995
11500	1.515	1.758	1.985	2.200	2.405	2.601	2.790	2.974
11750	1.504	1.745	1.971	2.184	2.387	2.583	2.770	2.952
12000	1.493	1.733	1.957	2.169	2.371	2.564	2.751	2.932
12250	1.483	1.721	1.944	2.154	2.355	2.547	2.732	2.912
12500	1.473	1.709	1.930	2.139	2.339	2.530	2.714	2.892

Einfluss der Fütterung

$\beta_B$ -Werte nach Gl. [6a] in %

c	$\beta_B$	c	$\beta_B$	c	$\beta_B$	c	$\beta_B$
0.075	97.25	0.35	88.02	0.85	74.24	2.75	43.58
0.080	97.07	0.36	87.70	0.86	73.99	2.80	43.06
0.085	96.89	0.37	87.39	0.87	73.75	2.85	42.56
0.090	96.71	0.38	87.09	0.88	73.51	2.90	42.06
0.095	96.53	0.39	86.78	0.89	73.28	2.95	41.58
0.100	96.35	0.40	86.48	0.90	73.04	3.00	41.10
0.105	96.17	0.41	86.17	0.91	72.80	3.10	40.18
0.110	95.99	0.42	85.87	0.92	72.57	3.20	39.29
0.115	95.82	0.43	85.57	0.93	72.33	3.30	38.43
0.120	95.64	0.44	85.27	0.94	72.10	3.40	37.61
0.125	95.46	0.45	84.97	0.95	71.87	3.50	36.81
0.130	95.29	0.46	84.68	0.96	71.64	3.60	36.04
0.135	95.11	0.47	84.38	0.97	71.41	3.70	35.31
0.140	94.94	0.48	84.09	0.98	71.18	3.80	34.59
0.145	94.77	0.49	83.80	0.99	70.95	3.90	33.91
0.150	94.59	0.50	83.51	1.00	70.73	4.00	33.24
0.155	94.42	0.51	83.22	1.05	69.61	4.10	32.60
0.160	94.25	0.52	82.94	1.10	68.53	4.20	31.98
0.165	94.08	0.53	82.65	1.15	67.46	4.30	31.38
0.170	93.90	0.54	82.37	1.20	66.43	4.40	30.80
0.175	93.73	0.55	82.08	1.25	65.42	4.50	30.24
0.180	93.56	0.56	81.80	1.30	64.43	4.60	29.70
0.185	93.39	0.57	81.52	1.35	63.46	4.70	29.18
0.190	93.22	0.58	81.24	1.40	62.52	4.80	28.67
0.195	93.05	0.59	80.97	1.45	61.60	4.90	28.17
0.200	92.88	0.60	80.69	1.50	60.70	5.00	27.70
0.205	92.72	0.61	80.42	1.55	59.82	5.20	26.79
0.210	92.55	0.62	80.15	1.60	58.95	5.40	25.93
0.215	92.38	0.63	79.87	1.65	58.11	5.60	25.12
0.220	92.21	0.64	79.60	1.70	57.29	5.80	24.36
0.225	92.05	0.65	79.34	1.75	56.49	6.00	23.64
0.230	91.88	0.66	79.07	1.80	55.70	6.20	22.95
0.235	91.71	0.67	78.80	1.85	54.93	6.40	22.31
0.240	91.55	0.68	78.54	1.90	54.18	6.60	21.69
0.245	91.38	0.69	78.28	1.95	53.44	6.80	21.11
0.250	91.22	0.70	78.01	2.00	52.73	7.00	20.56
0.255	91.06	0.71	77.75	2.05	52.02	7.20	20.03
0.260	90.89	0.72	77.49	2.10	51.33	7.40	19.53
0.265	90.73	0.73	77.24	2.15	50.66	7.60	19.06
0.270	90.56	0.74	76.98	2.20	50.00	7.80	18.60
0.275	90.40	0.75	76.72	2.25	49.35	8.00	18.17
0.280	90.24	0.76	76.47	2.30	48.72	8.20	17.75
0.285	90.08	0.77	76.22	2.35	48.10	8.40	17.35
0.290	89.92	0.78	75.96	2.40	47.49	8.60	16.97
0.295	89.76	0.79	75.71	2.45	46.90	8.80	16.61
0.300	89.60	0.80	75.46	2.50	46.32	9.00	16.26
0.310	89.44	0.81	75.22	2.55	45.75	9.20	15.92
0.320	89.28	0.82	74.97	2.60	45.19	9.40	15.60
0.330	89.12	0.83	74.72	2.65	44.64	9.60	15.29
0.340	88.96	0.84	74.48	2.70	44.10	9.80	14.99

Zulässige Rollenlast

(bei Gummifutterung)

$P_{zul}$  bei Normalbelastung = 4,5 N/mm<sup>2</sup>

$P_{zul}$  bei Spitzenbelastung = 5,4 N/mm<sup>2</sup>

$\beta_R$  nach Gleichung [9]

\*) Empfohlene Werte für wirtschaftliche Lebensdauer

$D_R$ mm	$D_i$ in N bei $P_{zul}= 4,5$ N/mm <sup>2</sup> und $\beta_R=$					$D_i$ in N bei $P_{zul}= 5,4$ N/mm <sup>2</sup> und $\beta_R=$				
	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20*	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20
150	1468	1267	1102	965	849	2537	2190	1906	1667	1468
175	1998	1725	1500	1314	1156	3453	2981	2594	2269	1998
200	2610	2253	1959	1716	1510	4510	3894	3388	2964	2610
225	3303	2852	2480	2172	1911	5709	4929	4289	3752	3303
250	4078	3521	3062	2681	2360	7048	6085	5295	4632	4078
275	4935	4261	3705	3244	2856	8528	7363	6407	5605	4935
300	5873	5071	4409	3861	3398	10149	8763	7625	6670	5873
325	6893	5951	5175	4532	3989	11911	10284	8948	7828	6893
350	7994	6902	6002	5256	4626	13814	11927	10378	9079	7994
375	9177	7923	6890	6033	5310	15858	13692	11914	10423	9177
400	10442	9015	7839	6865	6042	18043	15579	13555	11859	10442
425	11788	10177	8850	7750	6821	20369	17587	15303	13387	11788
450	13215	11410	9922	8688	7647	22836	19717	17156	15009	13215
475	14725	12713	11055	9681	8521	25444	21968	19115	16723	14725
500	16315	14086	12249	10726	9441	28193	24342	21180	18529	16315
525	17988	15530	13505	11826	10409	31083	26837	23351	20429	17988
550	19742	17045	14822	12979	11424	34114	29454	25628	22421	19742
575	21577	18629	16200	14186	12486	37286	32192	28011	24505	21577
600	23494	20285	17639	15446	13595	40598	35052	30500	26683	23494
625	25493	22010	19140	16760	14752	44052	38034	33095	28952	25493
650	27573	23806	20702	18128	15956	47647	41138	35795	31315	27573
675	29735	25673	22325	19549	17207	51382	44363	38602	33770	29735
700	31978	27610	24009	21024	18505	55259	47711	41514	36318	31978
725	34303	29617	25755	22553	19850	59277	51179	44532	38959	34303
750	36710	31695	27562	24135	21243	63435	54770	47657	41692	36710
775	39198	33843	29430	25771	22683	67735	58482	50887	44518	39198
800	41768	36062	31359	27461	24170	72175	62316	54223	47436	41768

Einfluss des Futterwerkstoffes bei Scheiben

$\beta_F$ -Werte nach Gl. [16a]

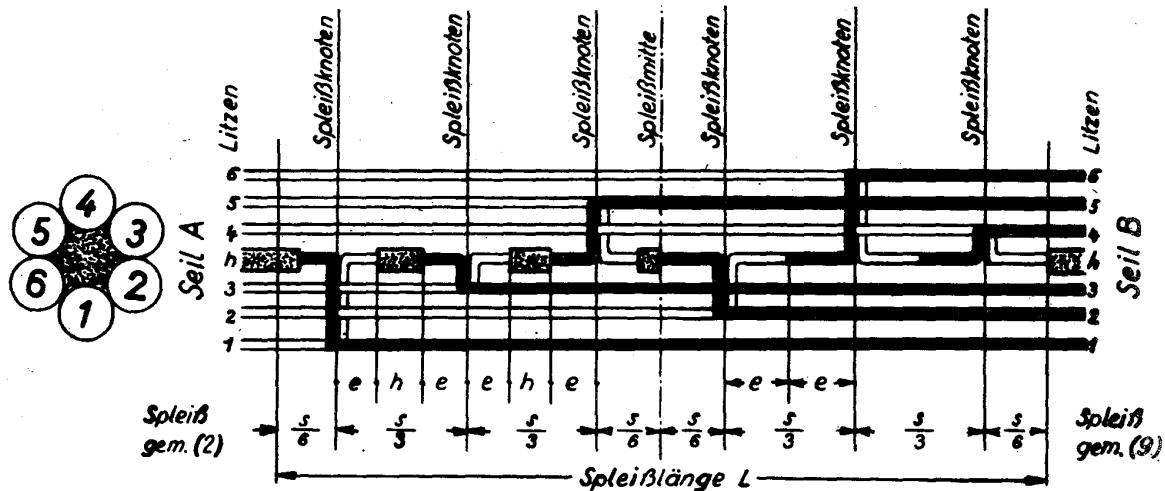
$W_{\text{Gummi}} = 11,17694$

$E_F$  ... Elastizitätsmodul des Futterwerkstoffes

$E_F$ N/mm <sup>2</sup>	$\beta_F$	$E_F$ N/mm <sup>2</sup>	$\beta_F$	$E_F$ N/mm <sup>2</sup>	$\beta_F$
80	1.00000	300	2.41372	2600	10.18409
85	1.04124	350	2.67497	2700	10.44358
90	1.08168	400	2.92401	2800	10.69988
95	1.12138	450	3.16287	2900	10.95314
100	1.16039	500	3.39302	3000	11.20351
105	1.19876	550	3.61561	3100	11.45112
110	1.23652	600	3.83154	3200	11.69607
115	1.27371	650	4.04156	3300	11.93849
120	1.31037	700	4.24624	3400	12.17847
125	1.34652	750	4.44611	3500	12.41611
130	1.38219	800	4.64159	3600	12.65149
135	1.41741	850	4.83302	3700	12.88471
140	1.45219	900	5.02074	3800	13.11583
145	1.48656	950	5.20502	3900	13.34494
150	1.52055	1000	5.38608	4000	13.57209
155	1.55415	1050	5.56416	4100	13.79736
160	1.58740	1100	5.73942	4200	14.02080
165	1.62030	1150	5.91205	4300	14.24248
170	1.65287	1200	6.08220	4400	14.46245
175	1.68512	1250	6.25000	4500	14.68076
180	1.71707	1300	6.41557	4600	14.89745
185	1.74872	1350	6.57904	4700	15.11258
190	1.78009	1400	6.74050	4800	15.32619
195	1.81118	1450	6.90004	4900	15.53832
200	1.84201	1500	7.05777	5000	15.74902
205	1.87259	1600	7.36806	10000	24.29805
210	1.90291	1700	7.67195	20000	37.46234
215	1.93300	1800	7.96994	30000	47.73996
220	1.96285	1900	8.26245	40000	56.29952
225	1.99248	2000	8.54988	50000	63.66741
230	2.02189	2100	8.83255	60000	70.14839
235	2.05109	2200	9.11077	70000	75.90233
240	2.08008	2300	9.38480	80000	81.05850
245	2.10887	2400	9.65489	90000	85.74837
250	2.13747	2500	9.92126	100000	90.01812

A. Langspleiße

1. Beide Seilenden sind zur Vorbereitung der Spleißung im Abstand der Spleißüberlänge abzubinden und bis zu diesem Bund aufzuflechten. Auch die Litzenenden sind gegen Aufdrehen durch Drahtbunde zu sichern.
2. Die Seelen beider Seile sind dicht am Bund abzuschneiden und die in der Skizze dargestellten Litzenkürzungen vorzunehmen, wobei  $L$  = Spleißlänge,  $s$  = Spleißüberlänge,  $s/3$  = Entfernung der Spleißknoten,  $e$  = Länge der Einsteckenden und  $h$  = Länge der Faserseele zwischen den eingelegten Litzen bedeuten.



3. Die Spleißknoten dürfen nur als Parallelknoten ausgeführt werden.
4. Es kann auch die Seele auf die ganze Spleißlänge entfernt werden. Es wird dann die Länge der Einsteckenden  $e = s/6$  und  $h = 0$ .
5. Nach der Spleißung sind die Spleißstellen (z.B. durch Klopfen mit Kupferhämmern auf einer Holzunterlage) wieder in runde Form zu bringen und Verdickungen im Bereich der Spleißknoten soweit wie möglich zu beseitigen.
6. Die Ausführung anderer Spleißarten darf nur nach Zustimmung der Behörde erfolgen.

B. Kurzspleiße

1. Die Kurzspleiße ist so auszuführen, dass bei Seilen bis 16 mm Durchmesser die Bruchlast der Spleißstelle die des laufenden Seiles um nicht mehr als 10 % unterschreitet. Bei Seilen über 16 mm Durchmesser sind Kurzspleiße zu vermeiden.
2. Das Seilende ist um die Kausche herumzulegen und an mehreren Stellen mit Drahtbunden zu befestigen. Das Seil ist dann auf die Spleißüberlänge, die mindestens gleich dem sechsfachen Seilnennendurchmesser zu wählen ist, aufzudrehen, die Seele knapp an der Kausche abzuschneiden und die Litzenenden sind mit dem Seil in einen zopfartigen Verband zu bringen. Dabei ist das Seil mittels Spleißnadeln zu öffnen, jede Litze mindestens viermal quer durch das Seil durchzustecken und schließlich zwischen benachbarten Litzen einzubetten. Die Litzenenden sind gleichmäßig über die Spleißlänge zu verteilen und alle Litzen möglichst gespannt zu halten. Schließlich ist die Spleißstelle mit Weicheisendraht zu umwickeln.
3. Anstelle der Kurzspleiße können auch Preßklemmen (Rohrklemmen) verwendet werden.



Anlage IV - ERPROBUNG

der Drähte, Seile und Werkstoffe laufender Erzeugung

A. Drähte

1. Der Nachweis der mechanischen Güteeigenschaften der Drähte vor und nach dem Verseilen hat nach den ÖNORMEN M 9500, M 9502, M 9503 und M 9504 zu erfolgen.
2. Bei der Erprobung der Drähte vor dem Verseilen sind von jedem Ende des Drahringes (Drahtspule) Proben zu entnehmen und jene Drahringe auszuscheiden, deren Probestücke die geforderten Gütewerte der mechanischen Erprobung nicht erreichen oder wenn der Draht sonstige Mängel aufweist. Wird der für die Verseilung bestimmte Draht nicht in Drahringen, sondern auf Spulen gewickelt bereitgestellt, so ist vor dem Aufspulen vom inneren Ende ein Probestück zu entnehmen und dieses an der Spule zu befestigen. Werden für die Herstellung eines Seiles mehr als zehn Drahringe benötigt, so genügt bei der Feststellung der Güteeigenschaften vor dem Verseilen für die Hälfte der Ringe das Ergebnis der Werkserprobung. Bei Spannseilen genügt - neben der Werkserprobung - die Feststellung der Güteeigenschaften von nur 10 % der Anzahl der Drähte im Seil.

Zur Feststellung der Gleichmäßigkeit des Werkstoffes kann, wenn es aus Sicherheitsgründen geboten ist, auch die Untersuchung von Proben aus dem Inneren eines Drahringes (Drahtspule) verlangt werden.

3. Die chemische Analyse des Drahtwerkstoffes muss folgende Werte ergeben:

Gehalt an

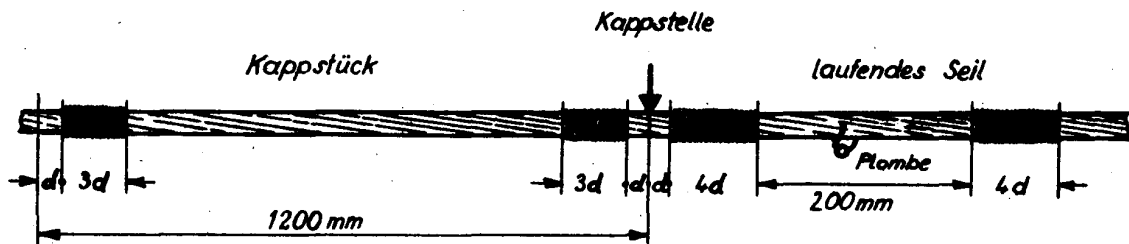
C (Kohlenstoff) .....	0,30 - 0,90 %
Mn (Mangan) .....	0,30 - 1,00 %
Si (Silizium) .....	0,10 - 0,30 %
P (Phosphor) .....	max. 0,035 %
S (Schwefel) .....	max. 0,035 %
P und S zusammen .....	max. 0,06 %

Bei Seildraht für Tragseile ferner:

Cu (Kupfer) .....	max. 0,12 %
Cr (Chrom) .....	max. 0,08 %

B. Seile

1. Vor dem jeweiligen Kappen des Seiles sind Drahtbunde aus kräftigem Eisendraht in der erforderlichen Länge und Anzahl anzubringen. Anstelle von Drahtbunden können, insbesondere bei stärkeren Seilen, Seil klemmen verwendet werden.  
  
Zum Anbringen der Plombe ist in der Regel der Plombendraht durch das Seil zu stecken. Die Plombenstelle ist durch Umwickeln gegen Beschädigung zu sichern.
2. Für die Erprobung der mechanischen Eigenschaften des Drahtwerkstoffes nach dem Verseilen ist ein 1,20 m langes Seil stück gemäß nachstehender Skizze abzutrennen:



3. Für die Erprobung des Seiles im ganzen Strang ist überdies ein mindestens 5 m langes Seilstück in sinngemäßer Art, wie oben angeführt, abzutrennen. Wenn es zur Beibehaltung des Seilverbandes erforderlich ist, sind weitere Drahtbunde anzubringen.
4. Wenn das abgetrennte Seilstück nicht sofort im Prüfraum des Herstellers untersucht, sondern an eine Versuchsanstalt eingesandt wird, muss es durch Bezettelung und Plombierung so bezeichnet werden, dass eine Verwechslung mit anderen Probestücken ausgeschlossen ist.
5. Zur Feststellung der ermittelten Festigkeit kann in besonderen Fällen der IST-Querschnitt der Berechnung zugrunde gelegt werden.
6. Bei der Bestimmung der ermittelten Bruchlast eines Seiles sind alle jene Drähte auszuscheiden, die die geforderten Gütewerte der mechanischen Erprobung nicht erreichten, deren ermittelte Festigkeit um mehr als 8 % von der durchschnittlich für alle Drähte gleicher Nennfestigkeit festgestellten mittleren Festigkeit abweicht, die die sonstigen in den einschlägigen ÖNORMEN geforderten Werte nicht erreichen oder sonstige Mängel aufweisen. Das Seil ist nicht entsprechend, wenn die ermittelte Bruchlast um mehr als 2 % kleiner oder mehr als 12 % größer als die rechnerische Bruchlast ist, oder wenn mehr als 10 % der Drähte ausgeschieden werden mussten.
7. Die tatsächliche längenbezogene Masse des Seiles ist durch Abwaage des Probestückes oder des ganzen Seiles nach Abzug der Drahtbunde bzw. des Trommelgewichtes festzustellen. Die zulässige Toleranz beträgt +/- 5 % gegenüber der in den ÖNORMEN angegebenen längenbezogenen Masse.
8. Der Seildurchmesser darf nur soweit vom Nennwert abweichen, als dies mit Rücksicht auf die Verwendung des Seiles zulässig ist (s. ÖNORM M 9500, 9.2.1.).
9. Für den Zugversuch im ganzen Strang sollen die Enden des Probestückes, um möglichst gleichmäßige Krafteinleitung zu gewährleisten, in entsprechend langen Seilklemmen mit Zinkausguss befestigt werden.
10. Der Versuch zur Bestimmung des E-Moduls ist bei Tragseilen zwischen der drei- bis zehnfachen, bei bewegenden Seilen zwischen der vier- bis zwölf-fachen Zugsicherheit durchzuführen. Der E-Modul des Seiles darf im Lastbereich nicht mehr als 20 % schwanken.
11. Bei Erprobung durch Quetschung mit den Tragseil-Bremsbacken ist ein um 30 % erhöhter größter im Betrieb auftretender Bremsdruck zu verwenden; dabei darf das Seilgefüge keine Änderungen zeigen. Bei diesem Versuch ist das Seil mit der geringsten im Betrieb auftretenden Seilspannkraft zu belasten.
12. Bei der Biegeprobe sind alle jene Drähte auszuscheiden, bei denen ein Aufsplintern des Drahtbruchendes festgestellt wird (es ist nur ein einziger glatter Bruch oder ein Bruch mit Fähnchenbildung zulässig).
13. Je Charge ist die Dauerschwingfestigkeit ( $10^6$  Lastwechsel) im Dauerschwingversuch nach DIN 50100 nachzuweisen. Bis zum Erscheinen der Neuauflage von DIN 50100 gilt:

Bis zu einer Nennfestigkeit von  $1770 \text{ N/mm}^2$  sind hierbei die Mittelspannung mit  $0,39 R_0$  und die obere Lastgrenze gleich dem doppelten Wert der Beanspruchungsgrenze zu wählen. Die vorangeführten Werte gelten für Drähte bis zu einem Nenndurchmesser von 2,5 mm. Für Drähte mit einem Durchmesser über 2,5 mm und für Keildrähte können die Werte für die Schwingbreite um  $0,02 R_0$  und für Formdrähte um  $0,07 R_0$  ermäßigt werden. Für Drähte mit einer Nennfestigkeit über  $1770 \text{ N/mm}^2$  ist die obere Lastgrenze beizubehalten und

jene Mittelspannung zu ermitteln, bei welcher die Dauerschwingfestigkeit erreicht wird.

14. Je Charge und Drahtnennendurchmesser ist die Biegewechselfestigkeit ( $10^6$  Lastwechsel) im Umlaufbiegeversuch nach DIN 50113 nachzuweisen. Die Schwingbreite beträgt bei Drähten

bis 2,5 mm Nennendurchmesser .....  $\pm 0,20 R_0$

mit mehr als 2,5 mm Nennendurchmesser .....  $\pm 0,18 R_0$

15. Sofern es aus Sicherheitsgründen erforderlich ist, kann die Eisenbahnbehörde weitere Erprobungen, wie Zugversuche im ganzen Strang, Bestimmung des E-Moduls, Dauerversuche und metallurgische oder sonstige Untersuchungen anordnen.

#### C. Werkstoffe laufender Erzeugung

Für Werkstoffe laufender Erzeugung (z.B. Einlagen, Schmiermittel, Vergussmetalle) sind Werksatteste zu führen, aus denen hervorgeht, dass die Erzeugnisse unverändert sind. In den Werksattesten ist der Erzeugungstag (Chargennummer) oder der Tag der Probeentnahme festzuhalten.

#### D. Faserseelen

1. Der Durchmesser der Einlage ist so zu bemessen, dass sich die Litzen während des Zugversuches bei Belastung mit 1/4 der Bruchlast nicht berühren.
2. Die Masse der getrockneten Faserseele muss mind.  $G = C\rho d^2$  in g/m betragen, wobei:

c (Beiwert)            bei sechslitzigen Seilen ..... 0,17 - 0,18  
                              bei achtlitzigen Seilen ..... 0,24 - 0,26

$\rho$  ... Dichte der Einlage

(Sisal u. PA:  $\rho = 1,25 \text{ g/cm}^3$ ; PP:  $\rho = 0,95 \text{ g/cm}^3$ ).

3. Die Faserseele muss frei von wasserlöslichen Säuren sein. Zum Nachweis ist eine Probe des Garnes mit einer Masse von 20 bis 30 g zu entnehmen. Die Probe ist zu zerfasern, in einem Erlenmeyerkolben mit 100 ml destilliertem Wasser 30 Minuten lang am Rückflusskühler zu kochen und die wässrige Lösung durch ein mit destilliertem Wasser angefeuchtetes Filter zu gießen. Das so erhaltene Filtrat wird mit zwei bis drei Tropfen Mischindikator versetzt (Mischindikator: ein Teil einer Lösung von 6 g Methylrot wasserlöslich in 1 l destilliertem Wasser und vier Teile einer Lösung von 1 g Methylenblau in 1 l destilliertem Wasser). Tritt eine rotviolette Färbung ein, die auch nach Zugabe von einem Tropfen 1/10 normaler Kalilauge nicht nach grün umschlägt, so sind wasserlösliche Säuren vorhanden.
4. Der Gehalt der Faserseele an Chloriden darf 0,01 % Chlor (10 mg Cl für 100 g Faser) nur unwesentlich übersteigen. Der Nachweis hat nach einer üblichen Methode zu erfolgen (etwa potentiometrische Titration).
5. Der extrahierbare Anteil (einschließlich Batschgehalt) der Garne darf höchstens 5 % des Gewichtes der trockenen Faser sein (Methode siehe Pkt. 4).
6. Der gesamte extrahierbare Anteil der imprägnierten (gefetteten) Faserseele darf höchstens 30 % der Masse der trockenen Faser sein. Zum Nachweis ist aus der Mitte eines etwa 10 cm langen Stückes der Faserseele eine den ganzen Querschnitt umfassende Probe mit einer Masse von 20 bis 30 g zu entnehmen. Die Probe ist zu zerfasern, in eine neue Extraktionshülse - ohne benzol- oder alkoholhaltige Anteile, die im Trockenschrank bei 105°C getrocknet oder deren Masse (b) im Wägegglas bestimmt wurde - zu geben und im Extraktionsapparat mit einem Benzol-Äthanol (95 vol. %) Gemisch (1:1) so lange zu extrahieren, bis das Extraktionsmittel farblos abfließt (nach Soxhlet). Die ausgelaugte Faser ist nunmehr in der Extraktionshülse im Trockenschrank bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz zu trocknen und die Masse (a) von Faser und Hülse zu ermitteln. Der Inhalt des Kolbens ist nach Oberführung in eine Abdampfschale auf dem Wasserbad einzudampfen, im Tro-

ckenschrank bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz zu trocknen und die Masse (c) des Schmiermittels zu bestimmen. Der in Masseanteilen ausgedrückte Gehalt (G) an Schmiermittel einschließlich etwaiger Extrakte, bezogen auf die ausgelaugte und getrocknete Faser, ist zu ermitteln aus:

$$G = 100 \cdot \frac{c}{a - b}$$

7. Batschöle dürfen die Eigenschaften des Schmiermittels nicht nachteilig beeinflussen.

#### E. Schmiermittel

1. Zur Kennzeichnung des Schmiermittels sind neben dem Verwendungszweck auch die durch Beigaben erreichten besonderen Eigenschaften und das Verdünnungsmittel anzuführen.
  - a) Die gekennzeichneten Schmiermittel können für Tragseile, bewegende Seile bei Treibscheiben- oder Trommelförderung, Spannseile, Tragseile im Schuhbereich verwendet werden; für Schmiermittel, die an Seilen mit besonderem Verwendungszweck bzw. für Seile, die unter besonderen Bedingungen zum Einsatz gelangen, gelten nachstehende Bestimmungen nicht.
  - b) Beigaben zum Erreichen besonderer Eigenschaften sind Schmiermittelzusätze und besondere Beigaben wie Trockenschmiermittel, MoS<sub>2</sub> zur Verminderung der Reibung und Zusätze, die das Schmiermittel isolierend oder leitend machen.
  - c) Der Einfluss von Batschölen, die aus der Seele austreten, ist ggf. zu beachten.
  - d) Bei Schmierstoffen mit Verdünnungsmittel ist die Art desselben anzugeben.
2. Die Proben zur Durchführung der in der Folge angeführten Untersuchungen müssen im Verwendungszustand des Schmiermittels sein. Die Untersuchungen sind nach Entfernen eines ggf. vorhandenen Verdünnungsmittels durchzuführen; die Abdampfmethode des Verdünnungsmittels ist freigestellt - es wird empfohlen, bei der für die Prüfungen erforderlichen Menge das Abdampfen bei 110<sup>0</sup>C und konstantem Rühren durchzuführen. Zur Kontrolle sollen jeweils nach 24 h 3 g entnommen werden und großflächig verteilt (ca. 20 cm<sup>2</sup>) 24 Stunden hindurch bei 110<sup>0</sup> im Trockenschrank verbleiben und hernach gewogen werden. Bei Gewichtskonstanz kann vollkommenes Abdampfen des Lösungsmittels angenommen werden.
  - a) Gehalt an wasserlöslichen Säuren:  
nach DIN 51 573 und 51 558 ..... max. 0,5 mg KOH/g
  - b) Gehalt an wasserlöslichen Alkali:  
nach DIN 51 573 ..... max. 0,5 mg HCl/g
  - c) Wassergehalt:  
nach ÖNORM C 1130 (Xylolmethode) max. 0,2 %
  - d) Feste Fremdstoffe gem. 1 b) (DIN 51 831) sind anzugeben.
  - e) Schleifende und kratzende Bestandteile - nach SNV 81 125 - dürfen nicht vorhanden sein.
  - f) Tropfpunkt nach ÖNORM C 9520, Teil 5: mind. 70°C
  - g) Verarbeitungstemperatur; nach fünfmaligem Aufschmelzen bis mind. 400C über den Tropfpunkt (mind. 120<sup>0</sup>C) durch 8h hindurch und Erstarren bei Raumtemperatur muss das Schmiermittel homogen und der Gehalt an wasserlöslichen Säuren und Alkali sowie die Penetration unverändert bleiben.
  - h) Wasserbeständigkeit; Bleche (kaltgewalzter Bandstahl mit ca. 590 N/mm<sup>2</sup> Zugfestigkeit, Größe 150 x 20 x 0,3 mm, mit riss- und porenfreier Oberfläche, sauber entfettet) werden in das 40°C über den Tropfpunkt erwärmte

Schmiermittel 100 mm tief getaucht und das überschüssige Schmiermittel abtropfen gelassen (ca. 75 g/m<sup>2</sup> Auftragsmenge). Die so vorbereiteten Proben werden nach Abkühlen auf Raumtemperatur 100 mm tief in 100 cm<sup>3</sup> desto Wasser eingehängt (100 ml Messzylinder gem. DIN 12680). Das Wasser darf nach 5h bei Raumtemperatur keine Trübung erfahren. Ferner darf der Gewichtsverlust des Schmiermittelfilms, nachdem die Probe eine Woche lang bei Normtemperatur (23,5°C) in desto Wasser getaucht war, nicht größer als 3,0 % sein.

- i) Haftfähigkeit bei tieferen Temperaturen; nach ÖNORM C 9250 Teil 8 (Brechpunkt nach Fraass). Bei zehnmal wiederholtem Biegen bei -25°C muss das Schmiermittel noch haften. Die Stärke des durch Tauchen aufgetragenen Schmierfilms muss 75 g/m<sup>2</sup> entsprechen.
- k) Die Penetration nach DIN 51 580; darf bei + 25°C höchstens 170/0,1 mm und muss bei 0°C mind. 20/0,1 mm betragen.
- l) Verhalten gegenüber Futterwerkstoffen; das Schmiermittel, insbesondere auch Reste des Verdünnungsmittels dürfen den Werkstoff der Fütterung von Scheiben oder Rollen - auch bei Berücksichtigung zulässiger dynamischer Wechselbeanspruchung - nicht unzulässig angreifen.
- m) Die Volumsänderung des Futterwerkstoffes gem. DIN 53521 durch das von Lösungsmittel befreite Schmiermittel darf bei einer Prüftemperatur von 50°C (+/- 2°C) und einer Prüfdauer von 14 Tagen den Wert von 20 % nicht übersteigen. Als Proben sind Prüfklappen von 36 mm Durchmesser und 6 mm Stärke zu verwenden; bei Proben, die aus dem Vollen - ohne Presshaut - herausgearbeitet werden, ist ein bis zu 5 % höherer Wert zulässig. Ferner darf der Härteabfall der Proben (mit Presshaut) nicht mehr als 10<sup>0</sup> Shore A betragen.

Als Vergleich ist die Volumsänderung des Futterwerkstoffes in Normal-Cetan nach 24h bei Normtemperatur (23,5°C, ± 1°C) zu bestimmen; sie darf nicht mehr als 15 % Volumsänderung und nicht mehr als 10<sup>0</sup> Shore A Härteabfall betragen. Das Volumen der Prüfkörper ist durch Wägen in Luft und dest. Wasser zu messen.

3. Der Reibwert gemäß Anlage 11 darf durch die Anwendung des Schmiermittels bei bewegenden Seilen nicht unterschritten werden. Beim Versuch zur Feststellung des Reibwertes sind gern. DIN 21 258 anzunehmen:

Raum- und Seiltemperatur ..... 18 bis 25°C,

Stärke des Schmierfilms ..... 20 g/m<sup>2</sup> (d.s. ca. 25 % von 75 g/m<sup>2</sup>),

Kriechgeschwindigkeit ..... 7 mm/s

Zugsicherheit des Seiles ..... 7fach,

Die Flächenpressung ist gemäß Anlage I, Pkt. 8, zu ermitteln (siehe Seite 43).

Werden die Versuche zur Bestimmung des Reibwertes auf gerader Unterlage durchgeführt, so ist die Flächenpressung aus der Formel

$$p = \frac{3 \cdot P}{2 \cdot l \cdot d}$$

zu bestimmen, wobei

P .... Anpresskraft

l ... Länge der geraden Unterlage

d ... Seilennendurchmesser

bedeuten.

4. Das Verdünnungsmittel muss nach dem Auftragen vollflüchtig sein. Es soll nur in solchen Mengen beigegeben werden, als dies zur zweckdienlichen Anwendung erforderlich ist. Zum nachträglichen Verdünnen darf nur gleichartiges - von der Schmiermittelerzeugerfirma angegebenes - Verdünnungsmittel verwendet werden.

5. Öle können als Weichmacher brüchig gewordenen Schmiermittels zum Wiederherstellen eines einwandfreien Fugenverschlusses nur dann verwendet werden, wenn auch das Gemisch voll entspricht (siehe Pkt. 2).
6. Zum Nachweis des Schmiermittelanteiles gemäß 32,62 ist ein Seilstück bestimmter Länge (mindestens 30 cm) in seine Einzeldrähte aufzulösen, eine gegebenenfalls vorhandene Seele zu entfernen und die Masse festzustellen. Hierauf sind die Drähte mit Perchloräthylen zu reinigen und die Masse der gereinigten Drähte zu bestimmen. Bei Ermittlung der Oberfläche der Drähte ist der IST-Durchmesser zu berücksichtigen.
7. Für die Imprägnierung der Faserseele, für die Schmierung beim Verseilen und für die Nachschmierung sollen Erzeugnisse gleicher Basis verwendet werden. Bei Verwendung verschiedenartiger Erzeugnisse ist nachzuweisen, dass das Gern i sch den Anforderungen voll entspricht; das Imprägnierungsmittel der Faserseele muss bei nicht gefetteten Seilen wasserfrei, wasserabstoßend, frei von wasserlöslichen Säuren sowie angriffsfähigen Salzen sein und darf nicht erhärten.

#### F. Werkstoff der Futterung

1. Als Futterwerkstoff in Seilscheiben und Rollen zur Lagerung und Führung von bewegenden Seilen und Spannseilen sind Polymere, und zwar Elastomere als hochelastische Werkstoffe (gedachter E-Modul ca. 80 N/mm<sup>2</sup>), Thermoplaste als elastische Werkstoffe (gedachter E-Modul ca. 1500 - 3000 N/mm<sup>2</sup>) zu verwenden.
2. Der Futterwerkstoff muss sowohl der statischen als auch der auftretenden dynamischen Beanspruchung standhalten. Hierbei darf durch die Walkarbeit keine solche Erwärmung eintreten, die eine Veränderung der Werkstoffeigenschaften oder gar eine Zerstörung zur Folge hat. Der Futterwerkstoff muss überdies derart zusammengesetzt und bemessen sein, dass er auch den oben angeführten Beanspruchungen im Zustand 20%iger Quellung (siehe Abschn. E, Pkt. 2, lit. m) standhält.

#### G. Vergussmetall

1. Für das Vergießen von blankem und verzinktem Seildraht, ist eine naheutektische Legierung zu wählen, die folgende Eigenschaften besitzen muss:
 

Schmelzbereich .....	240 bis 250°C;
Gießtemperatur .....	300 bis 350°C;
Brinellhärte bei Raumtemperatur nach DIN 50351 ..	mind. 20 HB
bei 50°C .....	mind. 15 HB
Formfüllungsvermögen .....	mind. 80 cm;
Druckfestigkeit .....	mind. 100 N/mm <sup>2</sup> ;
Schwindmaß .....	mind. 0,6 %;
Haftfestigkeit .....	mind. 20 N/mm <sup>2</sup> ;
Kriechweg .....	max. 0,2 mm.

Das Gefüge muss eine gleichmäßige und feine Kristallanordnung und Kristallverteilung besitzen;
2. Das Formfüllungsvermögen ist mit der Maskenspiralform laut Merkblatt des Vereines Deutscher Gießerei-Fachleute vom März 1960 im Bereich der Gießtemperatur zu bestimmen;
3. Die Haftfestigkeit ist am vergossenen Einzeldraht zu messen;
4. Der Kriechweg ist durch Dauerstandversuch bei einer Temperatur von 45°C und unter Ausnutzung der zulässigen Zugsicherheit des Seiles bis zu einer Zeitdauer von 500 Stunden zu ermitteln;
5. Die Bleilegierung hat folgende chemische Zusammensetzung aufzuweisen:
 

Zinn (Sn) .....	5 bis 10 %
-----------------	------------

Antimon (Sb) ..... 10 bis 20 %  
Kupfer (Cu)..... max. 0,6 %  
sowie Legierungselemente, die zur Einhaltung der vorangeführten Eigenschaften erforderlich sind.

#### H. Vergussvorgang

1. Das Seil ist an der vorgesehenen Trennstelle und auf eine Länge von mindestens dem 50fachen Seildurchmesser äußerlich zu reinigen. Beiderseits der vorgesehenen Trennstelle und weiter am zu verwendenden Seiltrum sind in gestrecktem Zustand des Seiles in Abständen von etwa dem 20fachen Seildurchmesser mindestens zwei Drahtbunde oder dem Seildurchmesser angepasste Seilklemmen anzubringen. Die Länge der Drahtbunde hat etwa den dreifachen Seildurchmesser zu betragen. Der Durchmesser des Bindedrahtes oder der Bindelitze ist hierbei entsprechend dem Seildurchmesser zu wählen. Seilklemmen sind so fest anzuziehen, dass eine Drahtverschiebung ausgeschlossen ist. Das Kappen des Seiles an der Trennstelle hat so zu erfolgen, dass die Drähte durch Hitzewirkung nicht beschädigt werden.
2. Unter Beachtung der erforderlichen Länge der an ihrem Ende umzubiegenden Drähte und der Nutzlänge des Kegels ist ein Drahtbund an der Kegelspitze anzubringen. Sodann ist die Muffe, nachdem ihre Innenfläche, um das spätere Zurückschlagen zu erleichtern, z.B. mit kolloidalem Graphit bestrichen wurde, über das Seil zu schieben, der erste Drahtbund zu entfernen und das Seilende unter Beibehaltung der Wendelform der Drähte zu büscheln; der Seilverband ist so aufzulösen, dass kein Draht mit einem anderen verflochten bleibt. Um zu den Drähten im Kern des Büschels zu gelangen, dürfen die Außendrähte nur leicht beseitigt gebogen werden. Eine weiche Einlage ist soweit wie möglich zurückzuschneiden. Eine harte Einlage ist lediglich zu büscheln. Um ein Verkohlen des Endes der weichen Einlage zu verhindern, ist ein ausreichend großes Stück einer Asbestschnur als Stoppel einzulegen. Die Drähte sind sorgfältig von Seilsehmiere zu reinigen und zu entfetten. Als Entfettungsmittel ist Perchloräthylen zu verwenden; die Verwendung brennbarer oder schädlicher Stoffe ist unzulässig. Die Drahtenden sind hakenförmig, erforderlichenfalls in zwei Stufen, nach allen Seiten so umzubiegen; dass ein möglichst gleich großer Abstand der Drähte voneinander erreicht wird. Außendrähte sollen nicht zu nahe an die Kegeloberfläche zu liegen kommen. Das umgebogene Drahtstück muss gleich dem ca. 10fachen Drahtdurchmesser, mindestens jedoch 2 cm lang sein; die Entfernung zwischen den umgebogenen Enden soll bei zweistufigem Umbiegen ca. 1 cm betragen. Keile oder Kegel dürfen nicht in das Drahtbüschel geschlagen werden.

Vor dem Verzinnen ist das Drahtbüschel nochmals mit dem vorerwähnten Entfettungsmittel durch Tauchen und dabei Schütteln ca. eine Minute lang zu entfetten. Nach kurzem Trocknen an der Luft hat sofort die Verzinnung zu erfolgen.

3. Für das Verzinnen ist ein eigener Tiegel zu verwenden, der so ausreichend groß sein muss, dass das Drahtbüschel ohne den Boden zu berühren getaucht und bewegt werden kann. Der Tiegel muss rein sein; es darf in ihm keinesfalls Vergussmetall geschmolzen worden sein. Zur Verzinnung ist ein Zinnbad aus LSn 40 mit einem Höchstgehalt von 0,5 % Antimon nach DIN 1707 zu verwenden. Die Temperatur hat bei schwachen, dünndräftigen Seilen mit geringem Wärmeableitungsvermögen 300 - 350°C, bei stärkeren Seilen, dickeren Drähten, tiefer Außentemperatur oder beim Vergießen im Freien um etwa 50°C mehr zu betragen. Während des Verzinnens ist auf die Einhaltung der Zinnbadtemperatur Bedacht zu nehmen; die Temperatur ist mittels Tauchpyrometer zu messen.

Zum Verzinnen ist als Flussmittel eine salmiakarme, mit Aktivatoren versehene raucharme Zinkchloridlösung (wässrige Lösung) zu verwenden. Hierbei ist das Drahtbüschel zuerst mindestens 15 s lang ruhig und bis zu etwa 2/3 des Büschels in das Flussmittel und sodann sofort in das klare Zinnbad zu tauchen.

Um Verletzungen durch Spritzen der wässrigen Lösung beim Verdampfen am heißen Zinnbad zu vermeiden, ist das Tragen eines Gesichtsschutzschirmes erforderlich. Die Tauchung in das Zinnbad muss etwa 4/5 des Büschels erfassen. Sofort nach dem Tauchen ist durch Klopfen das überschüssige Zinn zu entfernen. Eine Neutralisation des Büschels nach der Verzinnung durch Tauchen in eine heiße Sodalösung ist zu unterlassen.

Nötigenfalls ist der vorbeschriebene Vorgang so oft zu wiederholen, bis eine einwandfreie Verzinnung im klaren Zinnbad erreicht wird.

4. Nach dem Verzinnen sind Seil und Muffe sofort einzurichten. Hierbei darf der verzinnte Draht insbesondere nicht durch Schmiermittel oder sonstwie verunreinigt oder behandelt werden. Bis zum Vergießen darf nicht mehr als eine Stunde vergehen. Die Muffe ist über das Drahtbüschel zu schieben und das Seilende sowie die Muffe in lotrechter Lage zu fixieren. Das Seil muss von der Muffe auf eine Länge mindestens gleich dem 40fachen Seildurchmesser lotrecht hängen und darf erst dann mit einem Bogenhalbmesser gleich dem 60fachen Seildurchmesser abgelenkt werden. Die Abstände können verringert werden, wenn durch zusätzliche Klemmen eine Drahtverschiebung ausgeschlossen ist. Der Ringspalt zwischen Drahtbund und Muffe ist mit einer Asbestschnur so abzudichten, dass ein Durchfließen des Vergussmetalls ausgeschlossen ist. Seil- und Muffenachse müssen zusammenfallen. Die Muffe ist sodann auf die unter Pkt. 3 genannte Temperatur gleichmäßig zu erwärmen, wobei die Temperatur zu messen ist, um ein Oberhitzen der Drähte zu vermeiden.
5. Der Tiegel, in welchem das Vergussmetall erwärmt wird, muss rein und so groß sein, dass mindestens die eineinhalbfache Menge des zum Verguss benötigten Metalles erwärmt werden kann. Für den Verguss ist die zum Füllen des Tiegels erforderliche Menge fabriksneuen Metalles zu verwenden und auf 350° - 400°C zu erwärmen. Die Gießtemperatur ist mittels Tauchpyrometer zu messen.

Beim Vergießen sind die an der Oberfläche des flüssigen Metalls schwimmende Haut sowie sonstige Rückstände zu entfernen oder zurückzuhalten.

6. Beim Vergießen ist darauf zu achten, dass nur ein ganz feiner dünner Strahl flüssigen Vergussmetalls einfließt, damit die Luft und etwa Gase entweichen können. Blasenbildung ist durch leichtes Klopfen mit einem Hammer an der Muffe oder durch Rühren und Stochern zu verhindern. Es ist soviel Vergussmetall einzugießen, dass die Drahtenden ca. 5 mm bedeckt sind. Das Erkalten soll natürlich erfolgen. In Ausnahmefällen darf zur Beschleunigung des Erkaltes eine Abkühlung mit feuchten Tüchern, jedoch nur mit äußerster Vorsicht, vorgenommen werden.
7. Nach dem Erkalten ist der Verguss zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung hat das Datum des Vergießens und ein Zeichen des Herstellers des Vergusses zu enthalten. Schließlich soll die Lage des Kegels zur Muffe markiert werden, damit diese nach dem Zurückschieben der Muffe beibehalten werden kann. Die Muffe ist mit größter Sorgfalt zurückzuschieben, um den Verguss besichtigen und im Lichtbild festhalten zu können. Der Drahtbund an der Kegelspitze ist zu entfernen. Der Verguss muss eine blasenlose und glatte Oberfläche zeigen; andernfalls ist das Seil zu kürzen und der Verguss zu wiederholen. Vor dem Einbau, der erst dann erfolgen darf, wenn der Verguss etwa Raumtemperatur (ca. + 15°C) angenommen hat, sind sämtliche Drahtbunde zu entfernen. Die Obergangsstelle vom Seil zum Vergusskegel ist reichlich mit dem bei der Erzeugung des Seiles verwendeten Schmiermittel einzufetten. Bei Litzenseilen ist durch geeignete Hilfsmittel (Injektion) zu trachten, auch das verbliebene Seilende mit Schmiermittel zu tränken; das Seil darf hierbei nicht mit Spleißnadeln geöffnet werden. Bei Tragseilen kann eine Nachschmierung des Seilinneren durch längeres Tauchen in erwärmtes Schmiermittel erreicht werden. Vor dem Zurückschieben sind der Kegel und die Innenfläche der Muffe mit einem geeigneten Fett nur soviel zu fetten, dass ein Drehen in der Muffe ausgeschlossen ist; erforderlichenfalls kann auch Lackseide o.ä. als Zwischenlage verwendet werden.



1. Das Auflösungsvermögen des Untersuchungsverfahrens muss derart sein, dass im Innern des Seiles auch knapp nebeneinander liegende Drahtbrüche, Korrosion, Druckstellen und unsachgemäße Lötstellen mit hinreichender Genauigkeit angezeigt und gedeutet werden können. Am Diagrammstreifen sind die durchfahrenen Längen mit aufzuzeichnen.
2. Die Aufzeichnung muss derart sein, dass die Verminderung und Vermehrung des metallischen Querschnittes unterschieden werden kann (positive und negative Ausschläge).
3. Zur Festlegung der Höhe der aufgezeichneten Ausschläge ist ein Testobjekt mit aufzunehmen (Eichung der Messeinrichtung). Größe und Lage des gewählten Testobjektes sind im Gutachten festzuhalten.
4. Die Untersuchungen an Tragseilen müssen ca. 3 m bergseits jeder Stütze bis zur talseitigen Schuhspitze des untersuchten Feldes in einheitlicher Form (Untersuchungsgeschwindigkeit konstant) reichen. Bei Tragseilen ist das Stück bergseits der Schuhspitze in Gegenrichtung zur Schuhspitze nur dann auch zu untersuchen, wenn dies auf Grund des Untersuchungsergebnisses des übrigen Seiles, z.B. bei Auftreten von bemerkenswerten Seilschäden, geboten erscheint.
5. Die Untersuchungen von endlichen, bewegenden Seilen müssen in ebensolcher Form möglichst von Wagenkupplung zu Wagenkupplung reichen. Bei geschlossenen Seilschleifen sind die Untersuchungen mit Übergreifen der Aufnahme (in der Regel am Spleiß) durchzuführen.
6. Die Diagrammstreifen einer Aufnahme sind bis zur Ablage des Seiles aufzubewahren.
7. In dem über die Prüfung erstellten Gutachten muss entweder die Zulässigkeit der Weiterverwendung des Seiles - ggf. unter Angabe von besonderen Bedingungen - und der empfohlene Zeitpunkt der nächsten Untersuchung oder der empfohlene Zeitpunkt der Ablage enthalten sein.