



ROMA 1957  
PARIS 1963  
LUZERN 1969  
WIEN 1975  
MÜNCHEN 1981  
GRENOBLE 1987  
BARCELONA 1993  
SAN FRANCISCO 1999  
INNSBRUCK 2005  
RIO DE JANEIRO 2014

ORGANIZZAZIONE INTERNAZIONALE TRASPORTI A FUNE  
INTERNATIONALE ORGANISATION FÜR DAS SEILBAHNWESEN  
ORGANISATION INTERNATIONALE DES TRANSPORTS A CABLES  
INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR TRANSPORTATION BY ROPE  
ORGANISACION INTERNACIONAL DES TRANSPORTES POR CABLE

Sitz : I-00188 ROMA – Via Suzzara, 19  
Sekretariat: Amt für Seilbahnen  
I-39100 BOZEN Silvius-Magnago-Platz 3  
Email: info@oitaf.org

**O. I. T. A. F.**

## **HEFT 28**

**Veröffentlicht im Mai 2014**

### **ALLGEMEINE EMPFEHLUNGEN ZUR GRUND- UND NACHSCHMIERUNG VON STAHLDRAHTSEILEN FÜR SEILBAHNANWENDUNGEN MIT PERSONENTRANSPORT**

**Verfasst im Zeitraum September 2011 bis Oktober 2013  
O.I.T.A.F. Studienausschuss Nr. II**

## Inhaltsverzeichnis

<b>VORWORT</b>	<b>3</b>
<b>EINLEITUNG</b>	<b>4</b>
<b>1 TECHNISCHE BETRACHTUNGEN</b>	<b>5</b>
1.1 Grundlagen zur Drahtseilschmierung	5
1.2 Randbedingungen bezüglich des Seils	8
1.3 Randbedingungen bezüglich der Seilbahnanlage	9
1.4 Randbedingungen bezüglich des Seilbahnbetriebs	9
1.5 Zusätzliche Randbedingungen	10
<b>2 NACHSCHMIERUNG</b>	<b>11</b>
2.1 Präambel	11
2.2 Methoden zur Nachschmierung	11
2.3 Nachschmierhäufigkeit	13
2.4 Allgemeine Hinweise	13
<b>3 MÖGLICHE GEFAHREN</b>	<b>14</b>
<b>4 SCHLUSSBEMERKUNGEN</b>	<b>15</b>
<b>5 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN</b>	<b>15</b>

## VORWORT

Die Hefte 4 und 21 (Empfehlungen für die Grundschiemung und Nachschiemung von Stahldrahtseilen in Seilbahnanlagen) wurden seit vielen Jahren nicht überarbeitet. Aus diesem Grund hat die Internationale Organisation für das Seilbahnwesen (O.I.T.A.F.) im Jahr 2010 entschieden, die Hefte neu zu bearbeiten. Der Vorschlag des Studienausschusses, beide Empfehlungen in ein Heft zusammenzuführen (neues Heft 28) wurde durch das Direktionskomitee der O.I.T.A.F. bestätigt.

Die neue Empfehlung ist das Ergebnis der Zusammenarbeit und der einzelnen Beiträgen von Experten aus den Bereichen der Seilhersteller, der Seilbahnhersteller, der Seilbahnbetreiber, der Aufsichtsbehörden, der Prüfinstituten, der Universitäten sowie der unabhängigen Beratern aus folgenden Ländern: Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich, Schweiz und USA. Zusätzlich wurden 176 Anlagenbetreiber zum Thema befragt.

Nachfolgend die Liste der Mitglieder, des Studienausschusses:

Amiet Urs	BAV, Bern (CH)
Baldinger Peter (Chairman)	Teufelberger Seil GmbH, Wels (AT)
Baron Pierre-François	Arcelor Mittal Wire France, Bourg en Bresse (FR)
Beha Rudolf	Leitner AG, Sterzing (IT)
Boyden George	Sandia Peak Tram Co, Albuquerque (US)
Collina Andrea	Politecnico di Milano, Milano (IT)
Contardo Stéphane	STRMTG, St. Martin d'Herès (FR)
Egger Josef	Bergbahn AG Kitzbühel (AT)
Hinterndorfer Bernhard	TVFA / TU Wien, Wien (AT)
Huber Peter	VDS / Zugspitzbahn AG, Garmisch (DE)
Kopanakis Georg	Consultant, Koblenz (CH)
Kühner Konstantin	Universität Stuttgart, Stuttgart (DE)
Longatti Bruno	Fatzer AG, Romanshorn (CH)
Machalik Hans	BMVIT, Wien (AT)
Martinet Christophe	Régie des remontées mécaniques, St. Hilaire du Touvet (FR)
Paglia Federico	Redaelli Tecna S.p.A., Brescia (IT)
Pernot Stéphane	STRMTG, St. Martin d'Herès (FR)
Pesciallo Renzo	SBS, Bern (CH)
Sutter Josef	Doppelmayr Seilbahnen GmbH, Wolfurt (AT)
Winter Sven	Universität Stuttgart, Stuttgart (DE)

## **EINLEITUNG**

Diese Empfehlung bezieht sich auf die Grundschnierung von Stahldrahtseilen für Seilbahnanlagen mit Personenbeförderung sowie auf deren Nachschmierung während des Betriebes.

Sie ist an Seilbahnbetreiber, an Hersteller von Seilen und Seilbahnen und an Schmiermittelhersteller gerichtet und basiert auf folgenden Voraussetzungen:

- Der Seilhersteller muss sicherstellen, dass der Schmiermittelhersteller das Schmiermittel für die Verwendung bei Seilbahnseilen ausgelegt hat.
- Der Seilhersteller muss sicherstellen, dass die Menge des aufgetragenen Schmiermittels bestimmbar ist.
- Der Seilhersteller muss sicherstellen, dass das verwendete Schmiermittel entlang und um das Seil gleichmäßig aufgetragen wird.
- Der Seilbahnbetreiber muss sicherstellen, dass das verwendete Nachschmiermittel den Wartungsempfehlungen des Seilherstellers entspricht, damit die Kompatibilität zwischen Grundschniermittel und Nachschmiermittel gewährleistet ist.
- Der Hersteller des Grund- bzw. Nachschmiermittels hat sicherzustellen, dass das Schmiermittel weder die Drähte (z.B. Korrosion) noch die Kunststoffkomponenten negativ beeinflusst.
- Um sicherzustellen, dass das Schmiermittel alle Anforderungen für die Verwendung in Seilbahnen für Personentransport erfüllt, muss der Schmiermittelhersteller alle notwendigen Prüfungen durch autorisierte Institute durchführen lassen (siehe Kapitel 3. Potenzielle Gefahren).

# 1 TECHNISCHE BETRACHTUNGEN

## 1.1 Grundlagen zur Drahtseilschmierung

Um die nutzbare Lebensdauer von Stahldrahtseilen zu verlängern, und die Drahtbruchentwicklung zu verzögern, soll das Seil geschmiert werden. Dies ist wichtig, um ungeplante Betriebsunterbrechungen zu vermeiden.

Dieses Ziel kann erreicht werden, indem das Schmiermittel den Korrosionsschutz verbessert und gleichzeitig den Reibungskoeffizienten zwischen den Drähten und zwischen den Litzen reduziert.

Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass es für die Korrosionsschutzeigenschaften des Schmiermittels keine Grenzen gibt, hingegen für die Friktionseigenschaften ein Minimalwert nicht unterschritten werden darf. Es gilt zu bedenken, dass ein Seil, dessen Drähte einen Reibungskoeffizient von „0“ aufweisen, die sehr wichtige Eigenschaft verliert, nämlich, dass ein gebrochener Draht nach einem gewissen Abstand von der Bruchstelle seine volle Last wieder tragen kann.

Es ist offensichtlich, dass dem Korrosionsschutz in korrosiver Umgebung wie

- salzhaltige Atmosphäre
- höhere Temperatur und/oder Feuchtigkeit
- korrosiv wirkende Emissionen

eine besondere Bedeutung zukommt sowie, dass die Bedeutung der Schmierung mit der Anzahl der Biegewechsel, wie im Fall von

- höherer Geschwindigkeit
- mehr Betriebsstunden pro Tag
- mehr Betriebstagen pro Jahr
- kürzeren Anlagen

steigt.

Aus diesen Gründen ist es offensichtlich, dass jede Verallgemeinerung, welche die Grund- oder Nachschmierung betrifft ohne die spezifischen Randbedingungen der jeweiligen Anlage, wie z.B.

- die klimatischen Bedingungen
- die Umwelt
- die Betriebsbedingungen
- die erwartete nutzbare Lebensdauer

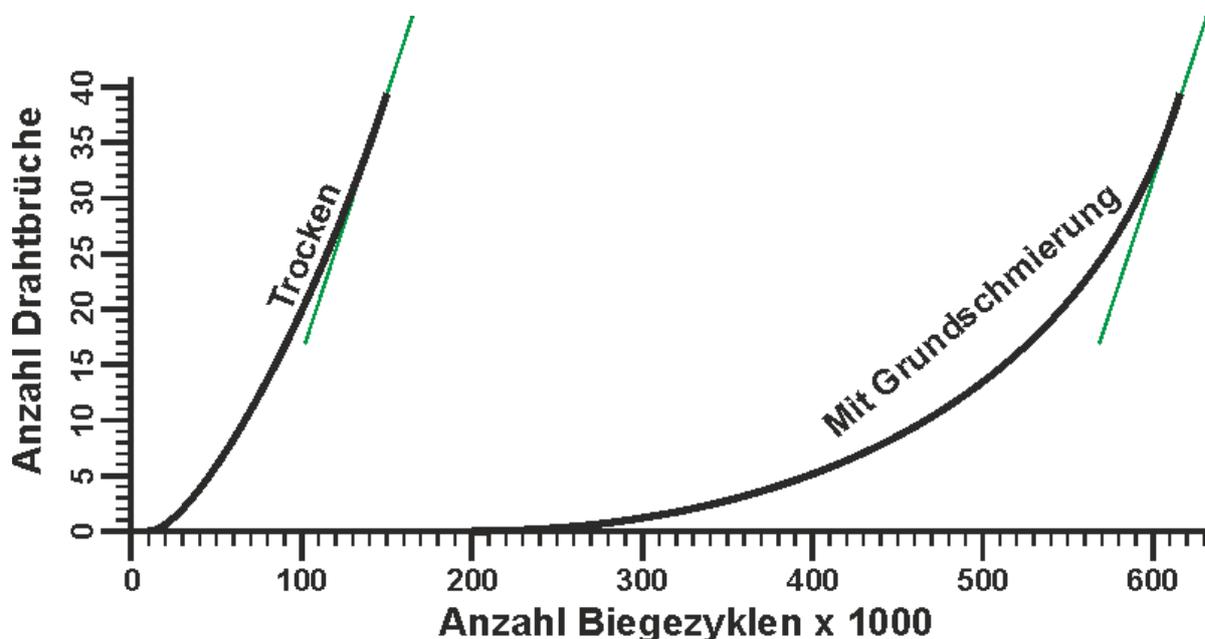
zu berücksichtigen, zu Betriebsstörungen und schließlich zu wirtschaftlichen Einbußen führen kann. Gegebenenfalls kann eine derartige Nachlässigkeit sogar zu Sicherheitsproblemen führen.

Untersuchungen, die in der Vergangenheit durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass:

- Jede Biegung eines Seils um eine Scheibe (erzwungene Biegung / hohe lokale Flächenpressung zwischen Drähten) Reibkorrosion und Reibkorrosionskerben verursacht. Diese Kerben wirken als Anrisse, die zu Drahtbrüchen wachsen können.
- Die Anwesenheit eines Schmiermittels zwischen zwei metallischen Kontaktflächen wirkt als ein „Drittkörper“, der die Entstehung von Reibkorrosion reduziert und in Folge dessen die Entstehung von Ermüdungsbrüchen verzögert.

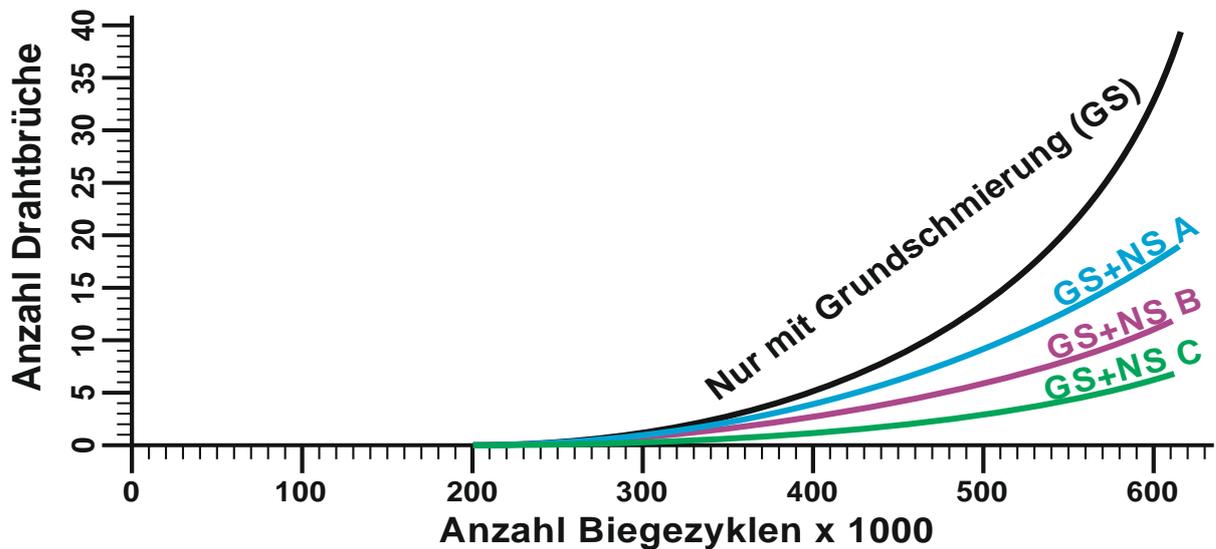
Ergebnisse der Untersuchungen, welche sowohl im Labor als auch an Anlagen durchgeführt wurden, können wie folgt zusammengefasst werden:

- Grundsätzlich können die verwendeten Grundschmiermittel der wiederholten hohen Pressung zwischen den Drähten nicht über die gesamte Seillebensdauer standhalten. Wenn das Seil wiederholten Biegungen ausgesetzt ist, verliert das Schmiermittel seine Eigenschaft, die Komponenten des Seils wirkungsvoll und dauerhaft zu schützen. (Bild 1).



**Bild 1:** Vergleich zwischen einem „trockenen“ und einem „geschmierten“ Seil, welches unter erzwungener Biegung und hohen spezifischen Lasten ermüdet wurde. Die Anzahl der Drahtbrüche bezieht sich auf eine bestimmte Seillänge. Es ist offensichtlich, dass

- Bei einem ungeschmierten Seil die Anzahl der Drahtbrüche signifikant schneller als bei einem Seil mit Grundschmierung wächst.
- Die Steigung der Drahtbruchkurve eines Seiles ohne Grundschmierung ist am Ende die gleiche wie diejenige eines Seiles mit Grundschmierung (jeweils die grüne Gerade). Dies zeigt, dass die Wirkung des Grundschmiermittels im Laufe der Zeit nachlässt. Das Schmiermittel kann seine Aufgabe als "Drittkörper" zwischen den Drähten nicht während der gesamten Seillebensdauer wahrnehmen und deshalb verhält sich das Seil schließlich wie wenn es ohne Schmierung hergestellt worden wäre.



**Bild 2:** Vergleich eines Seiles nur mit Grundschmierung und eines, welches kontinuierlich nachgeschmiert wurde. Es ist offensichtlich, dass:

- die Nachschmierung die Seillebensdauer verlängert.
- die Lebensdauererlängerung signifikant vom verwendeten Nachschmiermittel abhängt.

Die gezeigten Ergebnisse wurden aus zahlreichen Versuchen gewonnen. Die Seilstücke wurden aus ein und demselben Seil entnommen und mit unterschiedlichen Schmiermitteln versehen. Weitere Details siehe "Effects of fretting fatigue on flexed locked coil ropes, Fretting Fatigue" ESIS 18 (Edited by R.B. Water) 1994, Mechanical Engineering publications, London, pp. 283-294

Als Ergebnis der oben erwähnten Tatsachen, kann folgendes festgestellt werden:

- Eine sehr wichtige Anforderung an das Grundschmiermittel ist seine Fähigkeit, nach der Entlastung wieder in die Kontaktflächen zurückzufließen (z.B. wenn das Seil nach einer Biegung wieder gestreckt wird).
- Seile sollen an einem Biegepunkt nachgeschmiert werden, um sicherzustellen, dass das Schmiermittel ins Seilinnere mit Hilfe der Relativbewegung der Drähte eindringen kann (siehe Kapitel 2.2 Methoden zur Nachschmierung).

Die Anforderungen für die Schmier- bzw. Korrosionsschutzeigenschaften des Schmiermittels werden durch folgende Randbedingungen bestimmt:

- Das Seil selbst
- Die Seilbahnanlage
- Der Seilbahnbetrieb

## 1.2 Randbedingungen bezüglich des Seils

Das Schmiermittel muss in Bezug auf das Seil folgende Anforderungen erfüllen:

- *Verarbeitbarkeit*

Das Schmiermittel muss bei der Seilherstellung verarbeitbar sein. Tropfpunkt, Entflammbarkeit, Viskosität und Druckbeständigkeit sind während der Seilherstellung die wesentlichen Kriterien für die Grundschnierung.

Das Nachschmiermittel sollte einfach aufzubringen sein und keine toxischen Dämpfe produzieren. Die Verfügbarkeit des Nachschmiermittels an allen Orten muss sichergestellt sein (Transportbeschränkungen und Lagerbedingungen für gefährliche Güter).

- *Haftfähigkeit*

Das aufgetragene Schmiermittel soll zwar gut auf der Drahtoberfläche haften, aber gleichzeitig muss eine Abstreifbarkeit während der Seilherstellung möglich sein, um eine Überschnierung zu vermeiden. Da beide Anforderungen gegensätzlich sind, ist hier ein Kompromiss notwendig.

- *Druckbeständigkeit*

Die hohe Druckbeständigkeit ist eine wesentliche Eigenschaft des Schmiermittels. Um diese Aufgabe als Drittkörper zwischen den Friktionskomponenten (Drähte, Litzen, Stahleinlage) bestmöglich zu erfüllen, muss das Schmiermittel den Drücken unter allen Betriebsbedingungen widerstehen können.

- *Rückfließfähigkeit*

Da das Schmiermittel in Folge der Druckbedingungen aus den Kontaktflächen verdrängt wird, muss es die Fähigkeit aufweisen, nach der Druckentlastung wieder zwischen die Kontaktflächen zurückzufließen zu können. Dies ist insbesondere wichtig, da es inzwischen nachgewiesen ist, dass es kaum möglich ist, ein Schmiermittel zu entwickeln, das fähig ist, die Drücke während der gesamten Seillebensdauer zu ertragen.

- *Verhinderung von Spannungsrisskorrosion*

Die chemischen Eigenschaften des Schmiermittels sollten Spannungsrisskorrosion nicht fördern (Rissentstehung unter Spannung und chemischen Prozessen).

- *Korrosionsschutz*

Die Notwendigkeit des Korrosionsschutzes des Schmiermittels hängt einerseits vom verwendeten Drahtmaterial (beschichtet oder blank) und andererseits von den Umgebungsbedingungen ab. Während die verwendeten Drahtmaterialien weitgehend bekannt sind, sind die Umgebungsbedingungen (Feuchtigkeit, Luftverschmutzung, salzhaltige Atmosphäre, etc.) von Fall zu Fall verschieden, so dass jeder Einzelfall gesondert untersucht werden muss.

- *Kompatibilität mit den eingesetzten Kunststoffen*

Da mittlerweile verschiedene Kunststoffe als wichtige Konstruktionselemente in einem Seil eingesetzt werden, ist es notwendig, dass die Kompatibilität des Schmiermittels zu allen verwendeten Kunststoffen sichergestellt ist.

- *Hinweise betreffend der Schmiermittelmenge in Bezug auf unterschiedliche Seiltypen:*
  - Alle vollverschlossenen Seile müssen bei der Herstellung vollgeschmiert werden.
  - Das Schmiermittel muss bei der Litzenherstellung kontrolliert eingebracht werden.
  - Litzenseile sollen üblicherweise beim Verseilprozess nicht geschmiert werden.
  - Die Einlage kann geschmiert werden.

### **1.3 Randbedingungen bezüglich der Seilbahnanlage**

Folgende Kriterien bezüglich der Seilbahnanlage sind wichtig:

- *Reibungskoeffizient*

Das Funktionsprinzip der meisten Seilbahnanlagen basiert auf der Reibung zwischen Seil und Antriebsscheibe sowie zwischen Seil und Klemme. Der Reibungskoeffizient ist der wichtigste Parameter, daher darf die jeweilige Materialpaarung unter dem Einfluss des Schmiermittels einen bestimmten Reibungskoeffizienten nicht unterschreiten. Davon hängt nicht nur die Funktion, sondern auch die Sicherheit der Seilbahnanlage ab (siehe Kapitel 3. Mögliche Gefahren).

Bei Anlagen mit Tragseilbremsen muss darauf geachtet werden, dass weder das Grund- noch das Nachschmiermittel die Bremswirkung negativ beeinflussen (siehe Kapitel 3. Mögliche Gefahren).

Bei Anlagen, die einen „Chapeau de Gendarme“ verwenden, ist während der Nachschmierung besondere Vorsicht geboten; der Seilbahnhersteller oder ein Fachmann sollte beigezogen werden.

- *Kompatibilität mit den verwendeten Kunststoffen*

Die Kompatibilität des Schmierstoffes zu den Ausfütterungen der Scheiben und den Laufrollen muss gewährleistet sein. Besonders bei der Verwendung von Nachschmiermitteln, welche hauptsächlich aus dem in einem Lösungsmittel aufgelösten Basisschmierstoff bestehen, ist es besonders wichtig, dass nicht nur das Basisschmiermittel, sondern auch das Lösungsmittel die technischen Kompatibilitätsanforderungen erfüllen (chemische Stabilität, Quellverhalten, Adhäsionseigenschaften etc. – siehe Kapitel 3 „Mögliche Gefahren“).

### **1.4 Randbedingungen bezüglich des Seilbahnbetriebs**

Die folgenden Randbedingungen bezüglich des Seilbahnbetriebs sind zu berücksichtigen:

- *Viskosität & Haftung*

Damit das Schmiermittel im Seil verbleibt und es zu keiner Verschmutzung der Anlage und der Umgebung kommt (siehe Kapitel 3 „Mögliche Gefahren“), sollte die Viskosität und die Hafteigenschaften des Schmiermittels so gewählt werden, dass über den gesamten Temperaturbereich und über den gesamten Geschwindigkeitsbereich der Seilbahn ausreichend Haftung besteht.

- *UV-Beständigkeit*

Die UV-Beständigkeit des Schmiermittels ist von besonderer Bedeutung, da das Seil häufig in höheren Lagen zum Einsatz kommt, wo die ultraviolette Strahlung stärker als in tieferen Lagen ist.

- *Beständigkeit gegen "Technische Klimabedingungen"*

Die Beständigkeit gegen Umgebungsbedingungen, die durch Luftverschmutzung verursacht werden, gewinnt mehr und mehr an Bedeutung. Dies ist beispielsweise in der Nähe von Industriebetrieben oder in städtischen Ballungsräumen der Fall, wo höhere Belastungen durch Abgase auftreten.

- *Langzeit- und Temperaturbeständigkeit*

Seile von Seilbahnanlagen sind üblicherweise mehrere Jahre in Betrieb. Daher dürfen weder die Schmiermittel sich während ihrer Einsatzdauer zersetzen, noch dürfte die ständige Variation der Temperatur (innerhalb der zulässigen Grenzen) die Schmiermitteleigenschaften negativ beeinflussen.

- *Viskositätsänderungen aufgrund Temperatur- beziehungsweise Feuchtigkeitsänderungen*

Besondere Klimabedingungen wie beispielsweise ein plötzlicher Temperaturabfall verbunden mit einer Erhöhung der Luftfeuchtigkeit sollten zu keiner gravierenden Änderung der Viskositätseigenschaften des Schmiermittels führen (siehe Kapitel 3 "Mögliche Gefahren")

## 1.5 Zusätzliche Randbedingungen

Zwei weitere Punkte müssen hervorgehoben werden:

- *Kompatibilität des Grundschniermittels und des Nachschniermittels*

Das Grundschniermittel, welches bei der Herstellung der Einlagen, der Litzen oder des gesamten Seiles verwendet wird muss mit dem verwendeten Nachschniermittel vollständig kompatibel sein.

- *Produktbeschaffenheit*

Die Tatsache, dass einerseits die Komplexität der technischen Anforderungen an die Schmiermittel hoch ist und andererseits, dass viele Anforderungen widersprüchlich sind, hat zur Folge, dass sich ihre Erfüllung sehr schwierig gestaltet. Aus diesem Grund sollte eine einmal erreichte optimale Zusammensetzung, als ein wertvolles, aber auch labiles Gleichgewicht behandelt werden. Jede Änderung in der Schmierstoffrezeptur kann dieses Gleichgewicht und damit die Qualität des Ergebnisses zerstören. In diesem Zusammenhang sind sowohl die Seilhersteller (das Grundschniermittel betreffend) sowie die Seilbahnbetreiber (das Nachschniermittel betreffend) gefordert. Sie müssen sicherstellen, dass der Schmiermittelhersteller Sorge trägt, dass die Produkte unverändert bleiben. Änderungen der Schmierstoffrezeptur, die aus rechtlichen, technischen und nicht zuletzt aus ökonomischen Gründen notwendig werden, dürfen nur mit besonderer Vorsicht und in Abstimmung mit dem Seilhersteller und dem Seilbahnbetreiber durchgeführt werden.

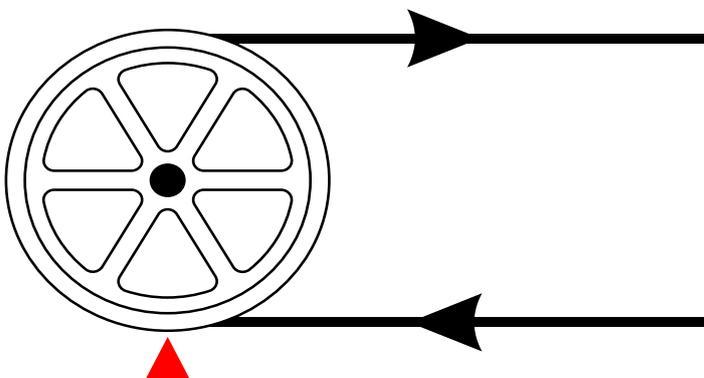
## 2 NACHSCHMIERUNG (NS)

### 2.1 Präambel

- Es ist die Wartungsanleitung des Seilherstellers zu beachten
- Nur gereinigte Seile dürfen nachgeschmiert werden
  - Es wird dringend empfohlen, dass das Seil in regelmäßigen Intervallen gereinigt wird, besonders im 1. Betriebsjahr, da hier der höchste Austritt von Grundschmiermittel zu erwarten ist. Je nach Seiltyp (Vollverschlossenes Seil, Litzen-seil) und Art des Grundschmiermittels können Bürsten, Wischtücher, Kunststoffmatrizen, weiche Litzen und ähnliches verwendet werden.
  - Die Reinigung des Seils sollte bei trockenen und vorzugsweise kalten Wetterbedingungen durchgeführt werden.
  - Bei der Reinigung ist besonders darauf zu achten, dass keine Beschädigung an der Seiloberfläche entsteht. Bei der Verwendung von Stahlbürsten ist besonders darauf zu achten, dass niemals quer zu den Litzen gereinigt wird.
  - Es wird besonders darauf hingewiesen, dass Lösungsmittel oder andere chemische Substanzen nicht verwendet werden dürfen.
  - Wenn das Seil sehr lange nicht gereinigt wurde, kann es dazu kommen, dass die üblichen Reinigungsmethoden nicht mehr ausreichen. In diesem Fall ist die Unterstützung des Seilherstellers einzuholen.

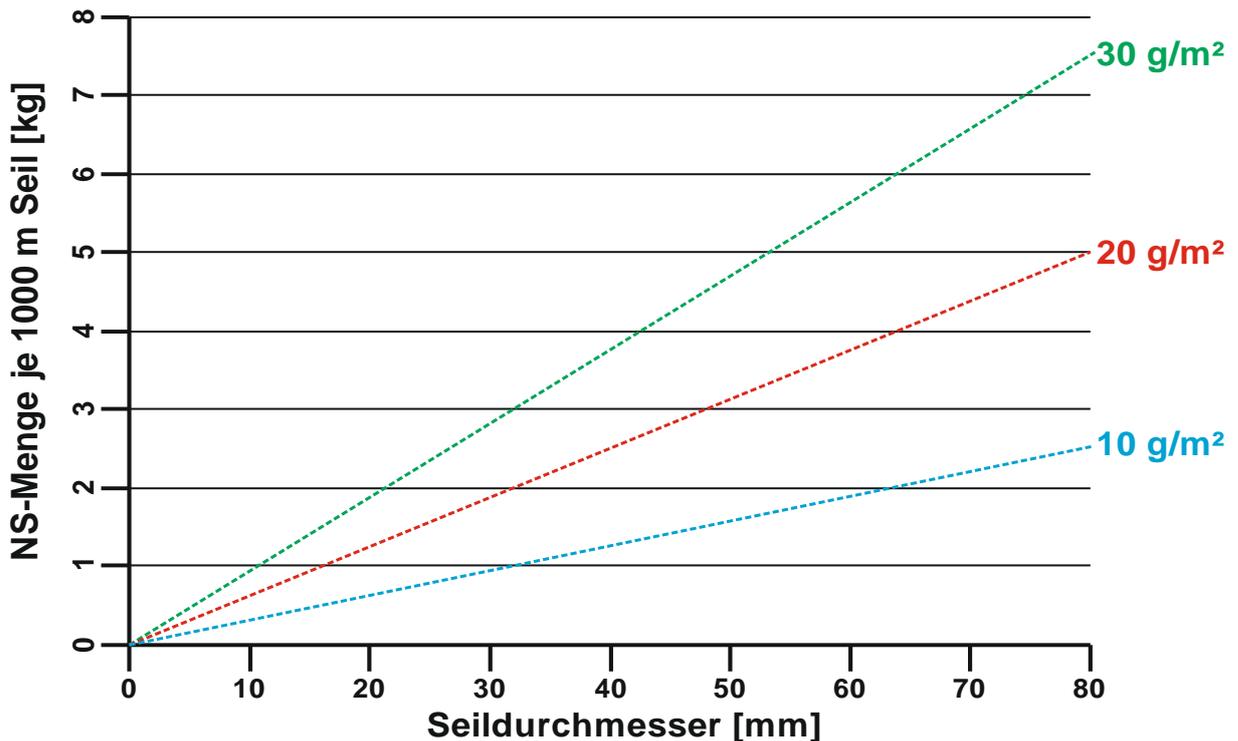
### 2.2 Methoden zur Nachschmierung

- Die gesamte Seillänge sollte nachgeschmiert werden.
- Das Nachschmiermittel sollte in das Litzeninnere eindringen können, um die Reibung zwischen den Drähten zu reduzieren.
- Um das Eindringen des Nachschmiermittels in das Litzeninnere zu ermöglichen, sollte der Nachschmiervorgang in einem Biegebereich des Seils durchgeführt werden. Es muss sichergestellt werden, dass die Seiloberfläche am Biegepunkt vollständig mit Nachschmiermittel benetzt ist („nasse“ Oberfläche – siehe Bild 3). Es ist darauf zu achten, dass die Nachschmierung von der Antriebseinrichtung weit entfernt stattfindet, damit es zu keiner Gefährdung aufgrund einer möglichen Reduktion des Reibkoeffizienten zwischen Antriebsscheibe und Seil kommt.



**Bild 3:** Die Nachschmierung sollte an einem Biegepunkt appliziert werden

- Bei der Nachschmierung eines stehenden Seils (z.B: Tragseil) wird empfohlen, das Nachschmiermittel im vorderen Bereich der Rollen des Seilbahnwagens aufzubringen (in Fahrtrichtung).
- Wenn eine zu große Menge an Nachschmiermittel aufgebracht wurde, ist der Überschuss sorgfältig zu entfernen und darauf zu achten, dass die Seiloberfläche sichtbar bleibt.
- Die Menge des Nachschmiermittels (NS) ist durch Erfahrungswerte zu bestimmen. Typische Mengen sind in Bild 4 dargestellt. Im Falle von Erfahrungsmangel wird empfohlen, mit geringeren Mengen zu beginnen.



**Bild. 4:** Darstellung mit Angaben zum Bedarf an Nachschmiermittel in kg/1000 m Seil in Abhängigkeit vom Seildurchmesser und der benötigten Schmiermittelmenge in g/m<sup>2</sup> Drahtoberfläche.

- Die Nachschmierung sollte immer unter trockenen Witterungsbedingungen und nach der Reinigung durchgeführt werden. Die minimale Temperatur sollte in Abhängigkeit vom verwendeten Nachschmiermittel so gewählt werden, dass das Verdunsten des Lösungsmittels möglichst rasch erfolgt.
- Um ein bestmögliches Nachschmierergebnis zu erreichen, ist es manchmal notwendig, Werkzeuge (Sprüheinrichtungen, Tropfeinrichtungen etc.) und Applikationsmethoden (manuell, automatisch etc.) zu verwenden, die speziell der betreffenden Anlage angepasst wurden.
- Die gewählte Methode muss sicherstellen, dass die Seiloberfläche am Nachschmierpunkt mit einer dünnen Schmierstoffschicht bedeckt ist. Hierzu können Sprüh- oder Tropfeinrichtungen, Bürsten bzw. Filzlappen verwendet werden. Überschüssiges Nachschmiermittel sollte nach dem Biegepunkt (dort wo das Seil wieder gerade ist) mittels Abstreifer entfernt werden.

## 2.3 Nachschmierhäufigkeit

- Gesamte Seillänge: Die Nachschmierhäufigkeit sollte unter Berücksichtigung der Fahrtenhäufigkeit (Anzahl der Biegezyklen) und der Umwelt festgelegt werden.
- Im Allgemeinen sollte mindestens jährlich nachgeschmiert werden.
- Wenn man ein Seil einmal nachgeschmiert hat, sollte es immer konsequent weiter nachschmiert werden.
- Spezielle Seilbereiche:
  - Spleiß: Nur die Spleißknoten und die Stosstellen müssen beim Langspleiß mindestens monatlich (nach der regulären visuellen Inspektion) nachgeschmiert werden.
  - Tragseil / Rollenkette: Es wird empfohlen, den über eine Rollenkette gebogenen Seilbereich in regelmäßigen Abständen (vorzugsweise kontinuierlich) nachzuschmieren. Wenn kein Gerät zur kontinuierlichen Schmierung installiert wurde, sollte während des Betriebs dieser Seilbereich mindestens monatlich -nach der regulären visuellen Inspektion- nachgeschmiert werden.
  - Tragseil / Poller: Es sollte darauf geachtet werden, dass der Seilbereich der um den Poller gewickelt ist, visuell inspiziert werden kann und immer konserviert bleibt, um Korrosion zu vermeiden.
  - Tragseil / Stützenbereich: Es wird empfohlen, die über einen Stützensattel gebogenen Seilbereiche, insbesondere die zwei Bereiche am Anfang und am Ende der Stütze, die eine Wechselbiegung ausgesetzt sind, in regelmäßigen Abständen (z.B. Monatlich) nachzuschmieren.
  - Spannseile: Es wird empfohlen, dass der Seilbereich der um die Spannscheibe gebogen wird mindestens monatlich (nach der regulären visuellen Inspektion) nachgeschmiert wird.

## 2.4 Allgemeine Hinweise

- Es wird dringend empfohlen, jeden Nachschmiervorgang aufzuzeichnen. Die Aufzeichnung sollte folgendes enthalten: Datum, Name der verantwortlichen Person, Art und Menge des verwendeten Nachschmiermittels, Wetterbedingungen, die jeweilige Applikationsmethode und die Zeit, die verstrich bevor der Betrieb wieder aufgenommen wurde.
- Der Betreiber muss vor der Wiederaufnahme des Betriebs sicherstellen, dass keine potenziellen Probleme, als Folge der Nachschmierung, entstanden sind. Daher wird empfohlen, die Anlage zu kontrollieren (insbesondere Rollen, Scheiben, Klemmungen sowie jede mögliche Änderung in Bezug auf die notwendige Reibung etc.). Falls erforderlich, müssen entweder Sofortmaßnahmen einleitet und / oder die Anpassung des Nachschmierverfahrens für die Zukunft und unter Berücksichtigung der gemachten Beobachtungen veranlasst werden.
- Um eine hohe Reibung zwischen dem Seil und dem Sattel zu vermeiden, müssen die Seilsättel eines Tragseils mittels eines speziellen Fettes nachgeschmiert wer-

den. Die verwendeten Produkte und die Nachschmierintervalle müssen den Empfehlungen des Seilbahnherstellers entsprechen.

- Die Sicherheits- und Umweltschutzmaßnahmen, müssen genau so wie sie in den technischen Datenblättern des verwendeten Nachschmiermittels beschrieben sind, befolgt werden!
- Es wird empfohlen, nach der Reinigung und vor der Nachschmierung, eine visuelle Inspektion durchzuführen.

### 3 MÖGLICHE GEFAHREN

**Achtung!** Wenn aus irgendeinem Grund das verwendete Schmiermittel (Grund- oder Nachschmiermittel) nicht richtig gewählt und / oder falsch angewendet wurde, können folgende Gefahren entstehen:

- *Reibungskoeffizient*

Das Nachschmiermittel kann den Reibwert beeinträchtigen und dies kann zu erheblichen Problemen und nicht zuletzt zu gefährlichen Situationen für das Seilbahnsystem führen. Deshalb muss die Nachschmierung eines Zug- und eines Förderseils den Anforderungen der Norm betreffend des zulässigen minimalen Reibwert entsprechen ("A.2.1 *Reibungszahl*: Der Wert der Reibungszahl bei 20 °C muss > 0,22 sein; er muss in Übereinstimmung mit DIN 21258 bestimmt werden" siehe EN 12385 Teil 8 Anhang A.2.1).

Auch bei Verwendung eines Nachschmiermittels, das der oben erwähnten Norm entspricht, ist es wichtig darauf zu achten, dass die applizierte Menge nicht die vom Seilhersteller vorgegebene maximale Menge überschreitet. Es wurde festgestellt, dass eine übermäßige Menge von Nachschmiermittel den Reibungskoeffizienten erheblich reduzieren kann.

Das Nachschmiermittel, das bei einem Tragseil verwendet wird, darf die Wirkung der Trägerseilbremse nicht beeinträchtigen. Es darf z.B. keine Festschmierstoffanteile enthalten.

- *Nicht-Verträglichkeit mit den verwendeten Polymeren*

Wenn die Kompatibilität des Nachschmiermittels mit den sowohl im Seil selbst als auch in dem Seilbahnsystem verwendeten Polymeren und Gummi nicht gewährleistet ist, werden diese Materialien, wenn sie in Kontakt mit diesem Nachschmiermittel kommen, schneller verschleifen.

Deshalb dürfen nur Schmiermittel verwendet werden, welche alle erforderlichen Kompatibilitätstests bestanden haben ("A.2.2 *Quellen des Ausfütterungswerkstoffes der Seilscheibe*: Bei vollständigem Eintauchen in Seilschmierstoff über eine Zeitspanne von 14 Tagen bei einer Temperatur, die der niedrigsten über 20 °C liegenden Temperatur entspricht, bei der ein Eintauchen möglich ist, darf die Volumenveränderung der Probe des Ausfütterungswerkstoffes 20 % nicht übersteigen. Die Härteminderung darf 10 °Shore A nicht übersteigen. Das verwendete Verfahren muss mit DIN 53521 übereinstimmen" siehe EN 12385 Teil 8 Anhang A.2.2).

- *Viskosität und Haftfähigkeit und / oder übermäßige Menge*

Wenn das verwendete Nachschmiermittel während des Betriebs unter planmäßigen Bedingungen (Temperatur und Luftfeuchtigkeit) seine Viskosität ändert, wird dies zu folgenden Problemen führen:

- Einerseits Verschmutzung der Anlage und der Passagiere und andererseits übermäßiger Verschleiß der Scheiben- und Rollenfütterung
- Die Klemmungen würden auf den Rollen haften bleiben und gegebenenfalls brechen.

Aus diesem Grund sollte darauf geachtet werden, dass der tatsächliche Temperatur- und Feuchtigkeitsbereich der Umgebung, in dem das System arbeitet, innerhalb des Temperatur- und Feuchtigkeitsbereiches liegt, der eine störungsfreie Funktion des Schmiermittels gewährleistet.

## 4 ABSCHLIESSENDE BEMERKUNGEN

- Die Verwendung eines korrekten Grundschmiermittels sowie eines geeigneten Nachschmiermittels während des Betriebs führen zu einer wesentlichen Verlängerung der Seillebensdauer.
- Diese Empfehlung gibt aktuelle technische Hintergrundinformationen und Hinweise für die üblichen Verfahren (Reinigung, Nachschmierung). Darüber hinaus weist sie auf mögliche Gefahren die durch Missbrauch entstehen können hin.
- Es ist wichtig zu betonen, dass im Falle von Unsicherheiten oder Unklarheiten, immer der Seilhersteller kontaktiert werden muss.

## 5 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN

### **Grundschmierung**

Schmierung, die während der Herstellung auf das Seil appliziert wird.

### **Nachschmierung**

Schmierung, die während des Betriebs auf das Seil appliziert wird. Je nach der Funktion des Seils oder des Seilstückes, welches nachgeschmiert wird, kann die Nachschmierung kontinuierlich oder zu bestimmten Zeitpunkten erfolgen.

### **Nützliche Seillebensdauer**

Zeitspanne, während der das Seil den Anforderungen der geltenden Normen entspricht.

### **Reibkorrosion**

Reibkorrosion bezieht sich auf einen Schaden, der in Folge Abnutzung und manchmal in Folge Korrosion an den Grenzen der Kontaktflächen zweier aufeinander pressenden metallischen Flächen entsteht. Dieser Schaden wird typischerweise bei hoher Belastung und bei wiederholter relativer Oberflächenbewegung, die beispielsweise durch die Relativbewegung der Drähte und Litzen im Seil in Folge Biegung, induziert wird.

### **Spannungsrissskorrosion**

Spannungsrissskorrosion ist das in Folge von chemischen Prozessen beschleunigte Wachstum eines Risses.