



Die Seilauswahl beeinflusst die Instandhaltung

Das Ziel einer vorbeugenden Instandhaltung muss sein: Instandsetzung von Bauteilen, zu einem günstigen und frei wählbaren Zeitpunkt, um ungeplante Ausfälle und somit zusätzliche Kosten zu vermeiden.

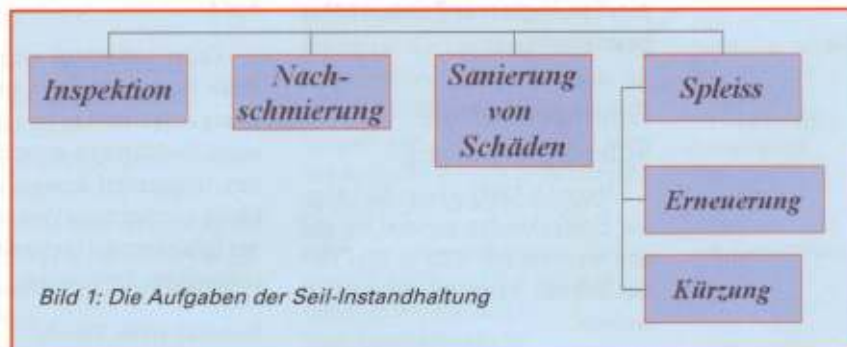
Von besonderer Bedeutung ist die vorbeugende Instandhaltung von Verschleiss teilen, deren Lebensdauer von der jeweiligen Beanspruchung abhängig sind, und dazu zählen Drahtseile. Bei Bergbahnseilen werden mit der Typenauswahl (Kaufentscheidung) die Möglichkeiten der Instandhaltung weitgehend definiert, Bild 1. Das heisst, bereits beim Kauf müssen (sollten), neben den Anschaffungskosten, alle anfallenden Betriebs- und Wartungsaufwendungen in die Amortisationsrechnung mit einbezogen werden. (Total Cost of Ownership).

Instandhaltung der Spleissverbindung

Die Lebensdauer von Langspleissen ist primär durch Machart und handwerkliche Ausführung sowie von den eingesetzten Materialien abhängig. Weil die handwerkliche Ausführung von Langspleissen einer breiten Streuung unterworfen sein kann, leiten sich aus den verschiedenen Seilkonstruktionen entscheidende Bedingungen für Instandhaltung der Spleisse ab. Ausserdem bestimmen die unterschiedlichen Eigenschaften der für die Herstellung der Spleisse eingesetzten Materialien die Haltbarkeit.

Seilauswahl - Arten von Seileinlagen

Seilbahnseile, insbesondere endlos gespleisste Förderseile, sind durch umfangreiche Normen und Regelwerke stark reglementiert. Diese Normen konzentrieren sich primär auf den „tragenden“, also metallischen Teil der Seile und bieten dem Seilhersteller einen grossen Spielraum bei der Ausführung der



Aktuelle Seilkonstruktionen:

Fasereinlagen	3 oder 4 Litzen. Früher Naturfasern. Heute meist synthetische Fasern	Grosse Dehnung und grosse Längung
Thermisch eingebettete Vollkunststoffeinlagen	Polyamid oder Polyethylen, oft auch mehrschichtig	kleinere Durchmesserreduktion, sehr kleine Längung
Kunststoff-Compound Einlagen (z.B. TEUFELBERGER Lo-Stretch)	vollständige Abstützung der Litzen durch die Compound-Einlage und Trensen	geringe Längung

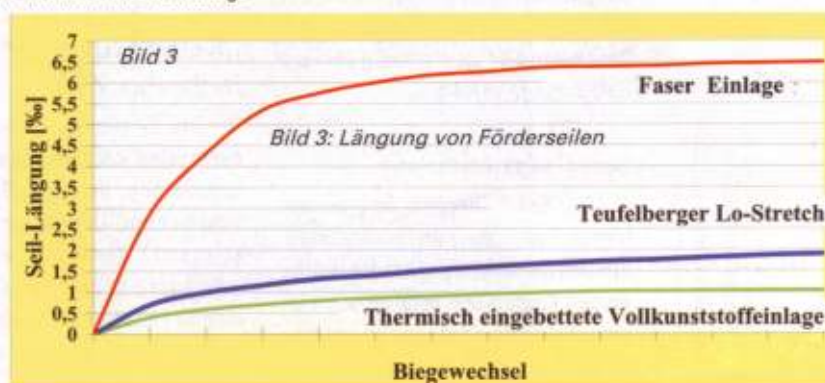
Bild 2: Die unterschiedlichen Einlagen führen, neben ihren Einflüssen auf andere Seileigenschaften, primär zu unterschiedlichen Längungen der Seile.

„nicht tragenden“ Fasereinlagen. Diese bestimmen jedoch entscheidend die Eigenschaften eines Förderseiles und sind daher Schwerpunkt von Weiterentwicklungen.

Längung von Förderseilen

Die Längung der Seile ist, im Blick auf die damit verbundenen Kürzungen der Förderseilschlaufen, eine unerwünschte Erscheinung.

Hinzu kam der Wunsch, den verfügbaren Spannweg aus Kostengründen kontinuierlich zu reduzieren. Seile mit herkömmlicher Fasereinlage, mit einer Längung von ca. 6,5%, wurden daher diesen Anforderungen nicht mehr gerecht. Die Entwicklungen führten einerseits zu thermisch eingebetteten Vollkunststoffeinlagen (Längung ca. 1%) und zur Kunststoff Compound-Einlage (Längung ca. 1,5-2%), Bild 3.





Seilbahn-Fachtagung in Andermatt

Zu beachten ist jedenfalls die Anzahl Biegewechsel. Je nach endloser Seillänge und Betriebsgeschwindigkeit durchläuft das Seil die Scheiben der Anlagen mit einer bestimmten Häufigkeit. Es gibt aber auch Anlagentypen die mehr als zwei Scheiben haben, in denen das Seil, relativ gesehen, im gleichen Zeitraum höher beansprucht wird.

Einflüsse auf die Spleisserneuerung

Nach EN 12927-3 kann die Länge der Einsteckenden minimal mit 60d und maximal mit 100d in drei verschiedenen Varianten ausgeführt werden.

Spleissverbindung mit langen Einsteckenden

Für die Einsteckenden wird die gesamte Spleisslänge herangezogen. Die Knoten sind gleichmässig über die Spleisslänge verteilt. Durch die langen Einsteckenden wird das Umwickelmaterial geschont.

Spleissverbindung mit langem Mittelstück

Die Einsteckenden können mit mind. 60d ausgeführt werden; sie dürfen aber auch länger sein. Die Differenz auf die Spleisslänge wird von einem Mittelstück mit der vorhandenen Seileinlage gebildet.

Spleissverbindung mit aufgeteiltem Mittelstück

Die Einsteckenden können mit mind. 60d ausgeführt werden; sie dürfen aber auch länger sein. Zwischen den Stossenden befinden sich die aufgeteilten Mittelstücke, welche die Differenz zur Spleisslänge betragen. Die Knoten sind gleichmässig über die Spleisslänge verteilt.

Spleisserneuerung

Der Spleissbereich ist einer erhöhten Beanspruchung unterworfen. Speziell die Kontaktpunkte der Drähte an den Knoten und sehr oft auch an eingefallenen Stossenden, zeigen



Bild 4: Verschleiss und Reibkorrosion an einer Knotenlitze nach ca. 50.000 Biegewechseln

sich entsprechende Abnützungen, Bild 4.

Es ist unbedingt erforderlich, diese Punkte erhöhter Beanspruchung zeitgerecht zu versetzen, weil sonst Drahtbrüche entstehen können. Ungeachtet dessen, erfordern häufig geometrische Veränderungen des Spleisses oder Lockerdrähte eine zeitgerechte Erneuerung.

Beispiel: siehe Tabelle

Eine interne Analyse mehrerer hundert Anlagen zeigte, dass die Hälfte aller Bahnen eine endlose Seillänge von bis zu 2600 m haben. Pro Betriebsjahr werden bei diesen Anlagen im Mittel 12'500 Biegewechsel ausgeführt.

Anlagentyp	kuppelbarer 6er Sessellift (6CLD)	
Endlose Seillänge		2600 m
Seildurchmesser		43 mm
Spleisslänge	LS = 1200d	51,6 m
Länge der Einsteckenden	Maximal 100d	4,3 m
	Minimal 60d	2,6 m

Diese Zahlen bedeuten, dass, um die Punkte mit der höchsten Beanspruchung vollständig aus dem Spleiss entfernen zu können, eine Überlänge benötigt wird, die folgender Längung entspricht: Bei Einsteckendenlänge 100d entsprechen 4,3 m hier 1,6 ‰ Längung, bei Einsteckendenlänge 60d entsprechen 2,6 m hier 1 ‰ Längung.

„Keine Längung“ ist nicht das Ziel

Die Erfahrung zeigt, dass bei der ersten Kürzung, bzw. Spleisserneuerung, bei allen Seilen noch ausreichend Überlänge zur Verfügung steht. Weist das Seil allerdings eine äusserst geringe Längung auf, wie bei thermisch eingebetteten Vollkunststoffeinlagen, ist dies bei

den Folgeintervallen häufig nicht mehr der Fall. Oft wird versucht, den Zeitpunkt der Spleisserneuerung hinauszuzögern, um durch entsprechende Biegewechsel die benötigte Überlänge zu erhalten. Dabei wird aber der Spleiss überbeansprucht, was oft in einer irreparablen Schädigung endet. Immer öfters müssen daher Seile mit sehr geringer Längung vorzeitig abgelegt werden, weil der Spleiss, mangels Überlänge, nicht mehr zielführend erneuert werden kann und der Aufwand eines Einspleissstückes in keiner wirtschaftlich vernünftigen Relation steht.

Als generellen Richtwert kann empfohlen werden, spätestens nach 50'000 bis 65'000 Biegewechseln eine

Erneuerung des Spleisses durchzuführen. Einschränkend muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass durch die handwerkliche Ausführung und den Einsatz verschiedener Wickelmaterialien, die Haltbarkeit einer grossen Streuung unterworfen ist, die bei der Anwendung dieser Richtwerte zu beachten ist.

Fazit: Die Seilauswahl hat einen massgeblichen Einfluss auf die Rahmenbedingungen, unter denen zu einem späteren Zeitpunkt die Instandhaltung des Seiles und vor allem des Spleisses durchgeführt wird. Bei Neuanlagen wird, durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Anlagenhersteller, Betreiber und Seilhersteller, eine über die gesamte Seillebensdauer kostengünstige Lösung gefunden.

*) Teufelberger GmbH,
www.teufelberger.com



Le choix du câble influence la maintenance



Ing. Robert Traxl*

Le but d'une maintenance préventive doit être de pouvoir réparer les composants à un moment avantageux et librement déterminable pour éviter des défaillances imprévues et en conséquence des coûts supplémentaires.

La maintenance préventive de points d'usure dont la longévité dépend de la sollicitation correspondante est d'une importance particulière et les câbles sont particulièrement concernés. Les possibilités de maintenance des câbles utilisés dans le transport à câbles de montagne sont largement définies par le choix du type (décision d'achat). C'est-à-dire qu'en dehors des coûts d'acquisition, dès l'achat, tous les frais d'exploitation et d'entretien considérés doivent (devraient) être inclus dans le calcul d'amortissement (Total Cost of Ownership).

Maintenance de l'épissurage

La longévité des épissures longitudinales est en premier lieu fonction de leur type et exécution, de même que des matériaux utilisés. Les conditions déterminantes pour la maintenance des épissures découlent des différentes constructions des câbles, étant donné que la qualité de la réalisation d'épissures longitudinales peut être soumise à une grande dispersion. D'autre part les différentes caractéristiques des matériaux utilisés pour la fabrication des épissures déterminent leur durabilité.

Choix du câble - Types d'âmes de câbles

Les câbles, en particulier les câbles de transport épissés sans fin, sont très réglementés par de nombreuses normes et dispositions réglementaires. Ces normes se concentrent en premier lieu sur la partie „portante“, donc métallique des câbles et laissent aux fabricants une grande marge dans l'exécution des âmes en fibres „non portantes“. Cependant elles sont déterminantes dans les caractéristiques d'un câble de transport et constituent en conséquence le point central des perfectionnements.

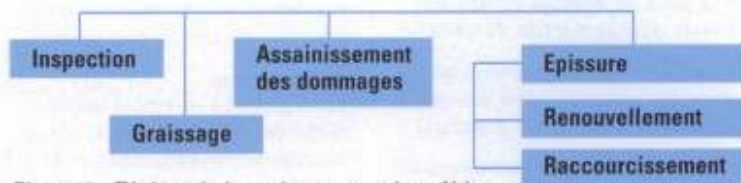


Figure 1 : Tâches de la maintenance des câbles

Constructions de câbles actuelles:

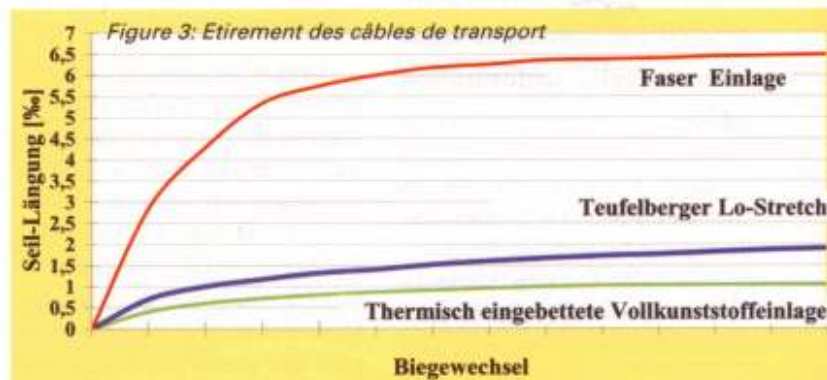
Âmes de fibres	3 ou 4 torons, antérieurement fibres naturelles. Aujourd'hui généralement fibres synthétiques	Grand allongement et grand étirement
Âmes entièrement en matière plastique scellées thermiquement	Polyamide ou polyéthylène, souvent aussi multicouche	Plus petite réduction du diamètre, très petit étirement
Âmes Compound de matière plastique (par ex. TEUFELBERGER LoStretch)	Soutien intégral des torons par une âme Compound et des brides	Faible étirement

Figure 2: Les différentes âmes conduisent, en dehors de leurs effets, à d'autres caractéristiques des câbles, en premier lieu des étirements différents.

Etirement des câbles de transport

L'étirement des câbles est une apparition indésirable dans la perspective des raccourcissements des boucles de câbles de transport qui y sont liés. Il s'y est ajouté le souhait, pour des raisons de coût, de réduire de façon continue

la course de tension disponible. Les câbles à âmes de fibres classiques, d'un étirement d'env. 6,5%, ne répondent en conséquence plus à ces exigences. Les développements ont conduit d'une part à des âmes entièrement en matière plastique, thermiquement scellées (étirement env. 1%) et à des âmes Compound de matière plastique (étirement env. 1,5-2 %).





Dans tous les cas le nombre d'alternances de flexion doit être observé. Selon la longueur sans fin du câble et la vitesse d'exploitation, celui-ci passe sur les poulies des installations à une fréquence déterminée. Mais il existe également des types d'installations qui possèdent plus de deux poulies, donc, dans lesquelles le câble, considéré d'une façon relative, est plus hautement sollicité sur la même période de temps.

Influences sur le renouvellement des épissures

Selon la norme EN 12927-3, la longueur des extrémités à assembler peut présenter au minimum 60d et au maximum 100d selon trois variantes différentes.

Liaison épissurée à extrémités à assembler longues

Il est fait appel pour les extrémités à assembler, à la totalité de la longueur de l'épissure. Les nœuds sont uniformément répartis sur la longueur de l'épissure. Le matériau de guilage est préservé par les extrémités à assembler longues.

Liaison épissurée à élément central long

Les extrémités à assembler peuvent présenter au minimum 60d ; mais elles peuvent également être plus longues. La différence de longueur de l'épissure est constituée par un élément central avec l'âme de câble existante.

Liaison épissurée avec élément central réparti

Les extrémités à assembler peuvent présenter au minimum 60d ; mais elles peuvent également être plus longues. Les éléments centraux répartis, qui s'élèvent à la différence par rapport à la longueur de l'épissure, se trouvent entre les extrémités d'aboutement. Les nœuds sont uniformément répartis sur la longueur de l'épissure.

Renouvellement des épissures

La zone de l'épissure est soumise à une sollicitation élevée. Les points de contact des fils sur les nœuds et très souvent aussi sur les extrémités d'aboutement inclinées présentent, en particulier, des usures correspondantes, figure 4.

Il est impérativement nécessaire de décaler en temps utile ces points hautement sollicités, car sinon il peut en résulter des ruptures de fils. Indépen-

Figure 4 Usure et corrosion de friction sur un toron de nœud après env. 50.000 alternances de flexion.



damment de ceci, des modifications géométriques fréquentes de l'épissure ou des fils détendus nécessitent un renouvellement à temps.

Exemple: (tableau)

Une analyse interne de plusieurs centaines d'installations a montré que la moitié des transports à câbles présentait une longueur de câble sans fin atteignant 2600 m. 12'500 alternances de flexion sont réalisées en moyenne sur ces installations par année d'exploitation.

Ces chiffres signifient que, pour pouvoir complètement éliminer de l'épissure les points exposés à la sollicitation la plus élevée une surlongueur qui correspond à l'étirement suivant est nécessaire: dans le cas d'une longueur des extrémités à assembler de 100d, 4,3 m soit dans le cas particulier à un étirement de 1,6%, dans le cas d'une longueur des extrémités à assembler de 60d, 2,6 m correspondent ici à un étirement de 1%.

Le but n'est pas „l'absence d'étirement“

L'expérience montre que, lors du premier raccourcissement et par conséquent renouvellement d'épissure, on dispose sur tous les câbles d'une surlongueur encore suffisante. Toutefois, si le câble présente un étirement particulièrement faible, comme dans le cas des âmes antérieurement en matière plastique thermiquement scellées, ce n'est fréquemment plus le cas lors des renouvellements d'épissures ultérieurs. On tente souvent de retarder le moment du renouvellement de l'épissure pour obtenir la surlongueur nécessaire par le nombre correspondant d'alternances de flexion. Mais dans ce cas l'épissure est sursollicitée, ce qui aboutit souvent à un dommage irréparable. En conséquence, de plus en plus fréquemment, on doit prématurément déposer des câbles présentant un très faible étirement, car l'épissure, par manque de surlongueur, ne peut être renouvelée conformément

Type d'installation	Télésiège embrayable 6 places (6CLD)	
Longueur de câble sans fin		2600 m
Diamètre du câble		43 mm
Longueur de l'épissure	Ls = 1200 d	51,6 m
Longueur des extrémités à assembler	maximum 100d	4,3 m
	minimum 60d	2,6 m

à l'objectif et que les frais d'un élément d'épissurage ne se situent pas dans une relation économiquement satisfaisante.

On peut, comme valeur indicative générale, recommander d'effectuer un renouvellement de l'épissure au plus tard après 50'000 à 65'000 alternances de flexion. Cependant on doit savoir que, du fait de l'exécution manuelle et de l'utilisation de différents matériaux d'enroulement, la durabilité est soumise à une importante dispersion, qui doit être observée dans l'utilisation de ces valeurs indicatives.

Conclusion : le choix du câble a une influence déterminante sur les conditions cadres, dans lesquelles la maintenance de celui-ci et avant tout de l'épissure est réalisée ultérieurement. Une solution avantageuse sur la totalité de la longévité du câble doit, sur les installations neuves, être recherchée par une étroite collaboration entre le fabricant de l'installation, l'exploitant et le fabricant du câble.

*) Teufelberger GmbH
www.teufelberger.com

Chers collègues et chers amis,

Suite à la faible fréquentation des dernières Assemblées Générales votre comité vous propose de lier la partie formelle à une journée de conférences plus variées les unes que les autres. Le programme étant en cours d'élaboration nous ne pouvons vous communiquer précisément le détail des sujets abordés.

Retenez d'ores et déjà la date de cette journée:
1er juin 2007 salle du Vampire Martigny dès 09h

Dans l'attente de croiser l'un ou l'autre au détour d'une piste ... nous vous souhaitons une excellente fin de saison d'hiver et vous transmettons nos amicales salutations.

Votre comité