

Verbesserung und Optimierung von Tragseilen für Personenseilbahnen

von Ing. Robert Traxl MSc / Teufelberger Seil GmbH

Kaum ein anderes Seilwerk in der Welt hat so viel Erfahrung mit Tragseilen wie jenes im niederösterreichischen St. Aegyd, das heute zur Teufelberger - Gruppe gehört. Seit über 150 Jahren werden dort Stahlseile produziert. Die Fertigung der heute üblichen vollverschlossenen Seile der für Pendelbahnen und Kabelkräne wurde 1930 begonnen. Entsprechend groß ist die Erfahrung des Unternehmens in der permanenten Erhöhung von Komfort und Lebensdauer dieser Seile. Teufelberger hat die Methode der Drahtvorformung von vollverschlossenen Tragseilen perfektioniert und dafür den bezeichnenden Namen **STRESSLESS** gewählt.

Eine der Besonderheiten in der Herstellung vollverschlossener Seile ist der Umstand, dass die Drähte während des Verseilvorgangs hohen Spannungen unterworfen werden. Während diese Drahtspannung bei Rundlitzenseilen beim Verseilen durch Gegendrehung ausgeglichen wird, ist dies bei Profildrähten (wie sie für vollverschlossene Tragseile eingesetzt werden), wo es eine feste Zuordnung von Kopf- und Fußseite gibt, nicht möglich. Drahtseilhersteller wenden verschiedene Methoden an, um die beim Verseilen entstehende Eigenspannung durch Gegenformungen unmittelbar vor dem eigentlichen Verseilen weitgehend auszugleichen.

Im Zuge langjähriger Entwicklungs- und Testarbeiten hat sich Teufelberger bereits vor mehreren Jahrzehnten für ein Verfahren entschieden, das heute in perfektionierter Form unter dem bezeichnenden Namen **STRESSLESS** eingesetzt wird. Die enormen Standzeiten der Seile, die oft mehr als 40 Jahre im Einsatz sind, bestätigen diese Entscheidung. Die wesentlich höheren Beanspruchungen im Materialeilbahnbereich haben einen Zeitraffereffekt und zeigen in einem kürzeren Betrachtungszeitraum die hohe Robustheit von vollverschlossenen Seilen in **STRESSLESS** Technologie.

STRESSLESS – Die TECHNOLOGIE

STRESSLESS basiert auf dem über Jahrzehnte bewährten Verfahren der so genannten Gleitführung, das sich als ideale Methode der Drahtvorformung herausgestellt hat. Beim Gleitführungsverfahren werden die Profildrähte während des Verseilprozesses in besonders oberflächenschonender Weise zum Verseilpunkt geführt. Die Kunst dieser



Technik besteht darin, die Drähte exakt in die Wendelform zu bringen, die dem jeweiligen Seildurchmesser entspricht – ein Garant dafür, dass sich das Seil beim Handling (z. B. Seilzug) neutral verhält und gleichzeitig die Außendrahtlagen im Falle einer äußeren Beschädigung fix im

Seilverband integriert sind und nicht herauspringen. Innovationen im Werkzeugbau, verbunden mit den neuesten Erkenntnissen über die plastischen Eigenschaften von Profildrähten, ermöglichten die Perfektionierung dieser Technologie, die sich von der Methode der ursprünglichen „Gleitführung“ deutlich unterscheidet.

Werkzeuge aus der 3D-CAD Technologie

Die moderne 3D-CAD- und Funkenerosionstechnologie ermöglichten die Entwicklung und Herstellung komplizierter Werkzeuge, die der dreidimensionalen Schrägstellung und der Verdrehung der Profilform optimal Rechnung tragen können. Mittels moderner Berechnungsmethoden werden die zur Verformung notwendigen Spannungen für jede Profilform und Festigkeit der Drähte berechnet und somit die optimale Vorformung bei der Verseilung gewährleistet. Die Gefahr von überformten bzw. lockeren Drähten kann damit weitest eliminiert werden. Ein in Versuchen ebenfalls getestetes, schlichtes „Verdrehen“ von Profildrähten brachte nicht den gewünschten Erfolg, da sich der Formdraht zwar um die horizontale Achse dreht, die auf den Seildurchmesser abgestimmte Wendelform aber nicht hergestellt wird.

Was lag also näher, also dieser schonenden Methode den Namen **STRESSLESS** zu geben: **kein „Stress“ im Seil, kein „Stress“ bei der Montage, kein „Stress“ im Betrieb ... STRESSLESS ist die intelligente Verbindung bewährter Technologie mit neuestem Know-how.**

STRESSLESS DATA

Schnelle und sichere Datenverbindungen gehören zur notwendigen Infrastruktur moderner Skigebiete und alpiner Stützpunkte. Bankomat, Computersysteme, Sicherungs- und Wetterkameras, Restaurantkassen, Zutrittssysteme usw. sind heute selbstverständlich per Online-Datenverbindung mit der großen weiten Welt verbunden. Die Lichtwellenleitertechnologie hat sich am Markt für die leistungsfähige und gesicherte Übertragung großer Datenmengen durchgesetzt. Im alpinen Raum ist die Verlegung von so genannten Telekom-Seilen jedoch eine äußerst aufwändige Angelegenheit, zudem sind diese Seile vor äußeren Einwirkungen nicht immer ausreichend gesichert. Gerade Berggipfel, die durch Pendelbahnen erschlossen sind, weisen häufig eine besonders schwierige Topographie auf. Hier ermöglicht das neue STRESSLESS DATA System von Teufelberger die sichere und Kosten sparende Integration der Datenbündel in ein Tragseil von Pendelbahnen oder Kabelkrananlagen. Darüber hinaus kann diese Technologie in allen anderen statischen Seilen, wie zum Beispiel Halteseilen von Luftwarnbojen, zum Einsatz kommen.

Die neue STRESSLESS DATA Technologie basiert auf dem Ersatz von Runddrähten im Seilinneren durch Bündeladern, die anschließend mit variabler Anzahl von darüber liegenden Rund- und Profildrahtlagen zum fertigen Drahtseil verseilt werden. Die große Herausforderung dabei ist einerseits, die sensiblen Lichtwellenleiter während des Produktionsprozesses nicht zu beschädigen, andererseits gilt es zu vermeiden, dass die Umwelteinflüsse, denen das Seil im Betrieb ausgesetzt ist, nicht auf die Lichtwellenleiter einwirken. Weder dürfen Drehbewegungen und Dehnungen der Seile

über ein gewisses Ausmaß an den nicht dehnbaren Lichtwellenleiter weitergegeben werden, noch können die filigranen Leiterbündel zu hohen Temperaturen ausgesetzt werden.

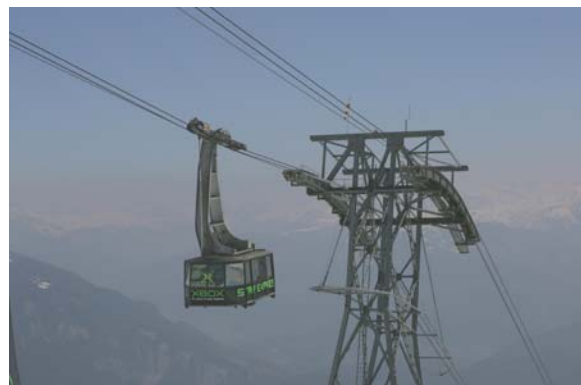
Teufelberger steckte in die Verseiltechnologie von Lichtwellenleitern viel Ingenieurleistung und ein Jahr Entwicklungsarbeit. Das Ergebnis ist ein einzigartiger Herstellungsprozess, der in dieser Form kein zweites Mal auf der Welt angewandt wird.

STRESSLESS DATA gewährt höchste Datensicherheit über die gesamte Lebensdauer des Seils, die zumeist jene der Seilbahn übersteigt. Die Datenbündel sind vor äußeren Einflüssen vollkommen geschützt, für die empfindlichen Lichtwellenleiter eine unabdingbare Voraussetzung. Ein weiterer unschätzbare Vorteil dieser Technologie ist die Möglichkeit, Endverbindungen mittels Metallverguss durchzuführen, ohne die Lichtwellenleiter in Mitleidenschaft zu ziehen. Metallvergüsse sind etablierte Endverbindungen bei Seilbahnen und erfahrungsgemäß extrem langlebig. Diese Erfahrung liegt beim Kunstharzverguss noch nicht ausreichend vor, weshalb die Zulassung für Seilbahnen gemäß EN 12927-4 prinzipiell nicht vorgesehen ist. Teufelberger bietet als einziger Seilhersteller Tragseile mit integriertem Lichtwellenleiter an, die mit dem etablierten Metallverguss verankert werden können. Um die temperaturempfindlichen Lichtwellenleiterfasern bei den Vergussarbeiten vor einer thermischen Überbeanspruchung zu schützen, musste sowohl ein besonderer Seilaufbau als auch eine entsprechende Vergusstechnologie entwickelt werden.

STRESSLESS DATA ermöglicht standardmäßig je nach Seildurchmesser die Integration von bis zu 42 Fasern, damit kann heute eine ganze Kleinstadt an das Internet angebunden werden. Der „totalen Vernetzung“ am Berg steht somit nichts im Wege. Auch in größeren Skigebieten reichen heute in der Regel zwei bis vier Faserstränge vollkommen aus, um das anfallende Datenvolumen zu bewältigen. Die Ausleitung der Datenstränge am Seilende wurde so konstruiert, dass die Anschlüsse ohne Gefährdung der Stränge „handwerkertauglich“ durchgeführt werden können. Natürlich können auch die vorgeschriebenen Versetzungsintervalle für Tragseile ohne Probleme erfolgen. Teufelberger bietet das komplette Servicepaket einschließlich Produktion, Montage, Durchgangsmessung und datentechnische Verbindung an.

Weltweit im Einsatz

Unzählige vollverschlossene Seile im weltweiten Einsatz, egal ob für die Personenbeförderung oder den Materialtransport, und die dabei beobachtete extreme Lebensdauer von Teufelberger-Produkten sprechen für die Überlegenheit dieser Technologie. Zu den aktuellen Projekten zählt etwa die Neubeseilung der mit 4.156 m längsten Pendelbahn der Schweiz von Mulania zum Crap Sogn Gion im Gebiet Laax, mit zwei 125-er



Gondeln. Die beiden 50 mm dicken Seile bringen ein Gesamtgewicht von 125 Tonnen auf die Waage.

Auch die beiden Sektionen der Krippenstein Seilbahn am Dachstein werden im Zuge der Erneuerung zur Gänze von Teufelberger beseilt. Die wahren Superlative findet man jedoch im Kabelkranbereich und hier wiederum vor allem in China. Ein Beispiel aus der aktuellen Auftragsliste von Teufelberger: Für das Staudammprojekt Xiangjiaba liefert Teufelberger vier vollverschlossene Tragseile mit einem Durchmesser von 106 mm und einem Gesamtgewicht von 350 Tonnen – in allen Fällen schöne Vertrauensbeweise in die Qualität unserer Seile und die ausgereifte **STRESSLESS** Technologie von Teufelberger.