

# Seilkonstruktionen der Bergbahnen und ihre Besonderheiten



Auf den Schweizer Seilbahnen der VTK-Mitglieder sind verschiedenste Seilkonstruktionen eingesetzt, die wir bei Kontrollen und Wartungen regelmäßig «in den Händen halten». Doch was bedeutet es eigentlich, wenn man ein Seale, Filler oder Warrington-Seale Seil auf seiner Anlage hat. Welche Unterschiede muss man gegebenenfalls beachten?

Text und Bilder:

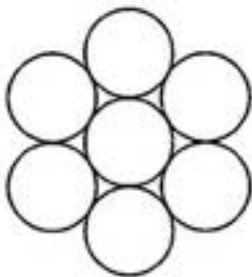
Dr. Ing. Konstantin Kühner

## Litzenkonstruktionen der Seilbahnen

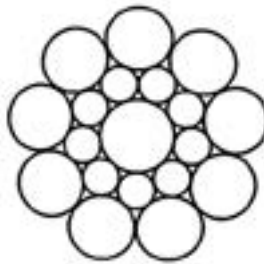
Die heutigen Litzenkonstruktion sind nahezu alle schon um die Jahrhundertwende entstanden. Seale entwickelte seine Litze zum

Beispiel für die Cable Car in San Francisco, da man den Rutschkupplungen der Fahrzeuge an der Seiloberfläche viel Drahtmaterial

entgegenzusetzen musste. Heute haben sich als «Klassiker» für Zug- und Förderseile überwiegend folgende Litzen etabliert:



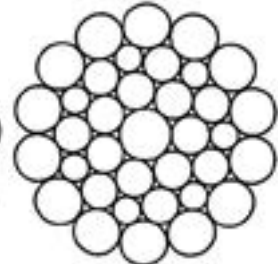
Standardlitze 1+6



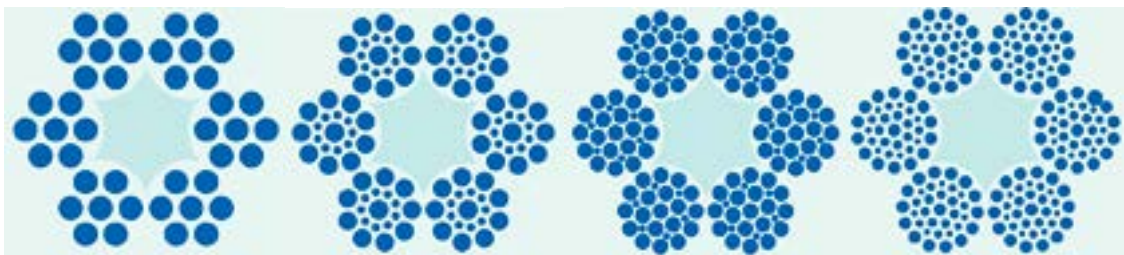
Seale-Litze 1+9+9



Filler-Litze 1+(6+6)+12



Warrington-Seale-Litze  
1+7+(7+7)+14



6x7 + FC  
(42 Drähte im Seil)

6x19 Seale + FC  
(114 Drähte im Seil)

6x25 Filler + FC (obwohl  
150 Drähte im Seil sind,  
werden nur 114 gezählt)

6x36 Warrington-Seale + FC  
(216 Drähte im Seil)

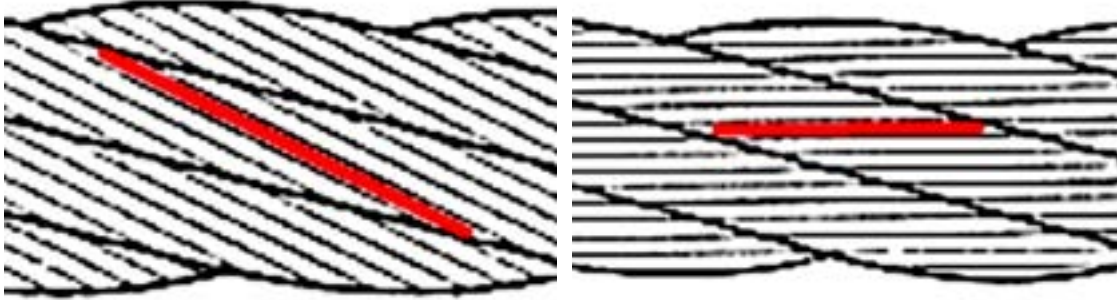
Für Umlaufbahnen mit festen Fahrzeugklemmen, also vor allem Schleplifte und festgeklemmte Sesselbahnen, werden bevorzugt Seilkonstruktionen eingesetzt, die mit dicken Außendrähten ausreichend Widerstand gegen die Belastungen der Klemmen bieten können.

Die einfachste Konstruktion ist

dabei das Seil vom Typ 6x7, bei dem die Litzen aus jeweils einem Kerndraht bestehen, der von sechs gleichgroßen Drähten umschlungen ist. Es sind 6x7-Seile bis ca. 20 mm Durchmesser im Einsatz, häufig sind sie aber etwas kleiner.

Da man Seildrähte nicht unendlich dick ausführen kann, nimmt

man ab etwa 16 mm bis ungefähr 35 mm Seildurchmesser die Seale-Litze (S), welche mit zwei Drahtlagen um den Kerndraht geschlagen ausgeführt ist. Es gibt die Ausführung 6x15, 6x17 und 6x19 Seale, je nachdem, aus wie vielen Drähten die Litze aufgebaut ist. Diese ist besonders robust gegen die Einwirkungen der festen Klemmen, da sich durch eine dün-



Große sichtbare Länge eines Außendrahts am Gleichschlagseil.

Kleinere sichtbare Länge eines Außendrahts am Kreuzschlagseil.

Die erste Drahtlage einer Aussenlage deutlich dickeren Drähten im Seil unterbringen lässt. Man spricht bei Seale, aber auch Filler und Warrington-Seale von einer sogenannten Parallelverseilung, denn die äußeren Drähte liegen sanft in den Zwischenräumen der inneren Drahtlage. Durch diese Linienberührung werden Pressungen und Querkräfte im Seil besser verteilt und die Lebensdauer des Seils verbessert.

Die Filler Litze (F) zeigt in ihrem Querschnitt kleine «Fülldrähte», wie der englische Name schon andeutet, die jedoch bei der Tragkraft oder Drahtbruch-Zählung nicht mit einbezogen werden. Diese Fülldrähte stabilisieren den Seilverbund, indem sie die Rundheit und Quersteifigkeit der Litze erhalten. Filler-Seile werden etwa in den Durchmesserbereichen 28-42 mm eingesetzt. In Laborversuchen hat Filler unter allen Litzen die besten Biegeeigenschaften gezeigt. Man findet sie meistens in Zug- und Gegenseilen von Pendelbahnen mit komplexen Scheiben-Anordnungen, wenn es viele Biegungen in der Station zu leisten gibt.

In kuppelbaren Umlaufbahnen haben sich ebenfalls die dicken Aussendrähte der Seale-Litze bewährt, jedoch kann man die Seale-Litze nicht mehr für Seile moderner Anlagen mit 50 oder 60mm Durchmesser sinnvoll herstellen. Hier hat sich die Warrington-Seale Litze (WS)

etabliert. Ein schweres Seil einer kuppelbaren Umlaufbahn vom Typ 6x36 Warrington Seale bietet 216 Einzeldrähte, die in 5 unterschiedlichen Durchmessern im Seilquerschnitt verbaut sind. Die Litze ist wegen ihres großen Durchmessers aus einem Kerndraht mit drei Drahtlagen aufgebaut. Ziel ist es, das Seil möglichst gut mit Draht auszufüllen, um eine hohe Bruchkraft zu erzielen. Die Warrington-Seale Litze ist dabei vergleichsweise rund in ihrer Oberfläche, recht stabil gegen Querdrücke und robust gegen äussere mechanische Einflüsse sein. Es gibt sie auch noch aus 25, 31 oder sogar 41 Drähten. Spannseile können z.B. in der Konstruktion 6x41 Warrington-Seale ausgeführt sein.

## Schlagart und Richtung

Seilbahnseile werden überwiegend in Gleichschlag ausgeführt, das bedeutet, dass die Drehrichtung der Drähte in den Litzen und der Litzen im Seil gleich ist. Das Gleichschlagseil reagiert besonders milde auf den Kontakt zu Scheiben, denn die Außendrähte zeigen eine große Berührlänge zum Scheibenfutter. Dadurch versagen Gleichschlagseile bevorzugt im Innern und müssen auf Seilbahnen magnetinduktiv geprüft werden. Zudem lassen sich Gleichschlagseile besser spleißen.

Der Außendraht eines Kreuzschlagseils hingegen liegt nur

kurz in der Scheibe auf, wodurch diese Drähte verstärkt außen brechen. Das ist auch ein Stück weit Absicht, denn Kreuzschlagseile in Kranen und Aufzügen werden meist nur sichtgeprüft und müssen ihren Verschleiß sicher aussen anzeigen.

Die Schlaglänge eines Seils beschreibt die Windungslänge einer Litze, ähnlich der Gewindesteigung einer Schraube. Üblicherweise liegt die Nennschlaglänge eines Seilbahnseils bei etwa dem Siebenfachen des Seilnennendurchmessers. Je nach Hersteller und Einsatzzweck kann diese aber etwa zwischen 6,5 und 7,5 x d liegen. Wichtig ist, zu überwachen, ob sich die Schlaglänge eines Seils im Betrieb verändert – und an welcher Stelle dies geschieht. Dies kann ein Anzeichen für Verschleiß, Drall oder andere technische Probleme mit dem vorliegenden Seil sein.

Die überwiegende Zahl der Seile ist mit rechtsgängiger Schlagrichtung ausgeführt. Die ist in der konventionellen Fahrtrichtung von Umlaufbahnen begründet: gegen den Uhrzeigersinn «rechts auf». In Kombination mit der korrekten Schlagrichtung entwickelt sich nur minimaler Drall und der Spleiß hält erfahrungsgemäß länger. Außerdem drehen bei dieser Kombination die leichten Gehänge von Schleppliften an den Stützen nach der Station eher nach aussen weg vom Stützenschaft. Eine Anlage mit

umgekehrtem Drehsinn im Uhrzeigersinn «links auf» sollte daher mit einem linksgängigen Gleichschlagseil versehen werden.

Bei Pendelbahnen kann man dies durch die wechselnde Fahrtrichtung nicht berücksichtigen. Hier sind daher die Seile fast immer in Gleichschlag rechts ausgeführt. Wenn ein Zugseil viel mit Drall zu kämpfen hatte, wurden in Einzelfällen auch schon bewusst Kreuzschlagseile aufgelegt, um diesen Einfluss ein wenig zu kompensieren.

## Seileinlagen

Als Seele, Herz oder Kern des Seils dient die Fasereinlage, welche selbst meistens als ein eigenständiges Seil aus Kunstfasern ausgeführt ist. Sie sorgt für eine sanfte Stützung des Seilverbands und kann sogar Schmiermittel als Speicher aufnehmen. Massivpolymereinlagen sind als Alternative als solider Kunststoffstab ausgeführt. Das schafft Steifigkeit, aber das Seil längt sich entsprechend weniger und kann weniger Schmierstoff bevorraten. Längung mag zwar wegen der Kürzungsarbeiten unerwünscht sein, sie erlaubt aber, Spleißknoten regelmäßig zu ersetzen und zu sanieren. Wenn das Seil nicht mehr gekürzt werden kann, kann ein defekter Spleiß zur Ablegereife eines Seils führen, obwohl die freie Seilstrecke noch betriebssicher ist.

In anderen Seilanwendungen werden auch sogenannte Stahleinlagen eingesetzt, dann wird als Seilkern meist ein eigenständiges Drahtseil mit verseilt. Dadurch wird das Seil steif und bietet eine höhere Bruchkraft, jedoch bei einem größeren Eigengewicht. Für Seilbahnen sind Stahleinlagen nicht ideal: die Litzen und die Stahleinlage berühren sich z.B. im Seilinnern eher zufällig und nur punktuell. Dadurch würden in der Belastungssituation einer Seilbahn zu schnell Drahtbrüche

entstehen und die hohen Lebensdauern von vielen Betriebsjahren könnten nicht erreicht werden. Das größere Seilgewicht wirkt sich ebenfalls negativ auf die Gestaltungsmöglichkeiten von Spannfeldern und Stützenstandorten aus.

Einzig bei Standseilbahnen werden gerne Einlagen aus Weichmetall wie z.B. Kupfer mit verseilt. Hier ist ein hohes Eigengewicht des Seils ausdrücklich gewollt, damit das Seil beim Anfahren und Bremsen auch wirklich in der Schiene liegen bleibt und nicht aus den Streckenrollen nach oben abhebt.

## Benennung

Die Seile werden entsprechend ihres Aufbaus exakt benannt. Bei einem Seil mit der Bezeichnung 20 6x195-FC 1960 B zZ handelt



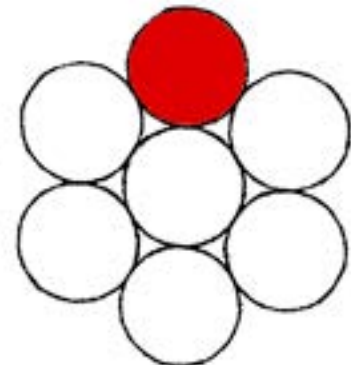
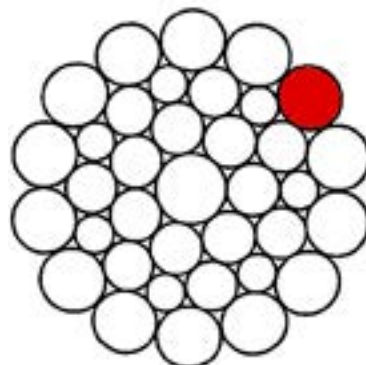
es sich zum Beispiel um ein sechslitziges Seil (6x) der Konstruktion Seale (S) mit 19 Drähten je Litze mit Nenndurchmesser 20mm. Die Einlage ist aus Kunstfasern hergestellt (FC). Das Seil hat eine Nennfestigkeit von 1960 N/mm<sup>2</sup>. Man beachte zum Vergleich, dass eine Schraube vom Typ 8.8 nur 800 N/mm<sup>2</sup> Bruchfestigkeit bei einer Streckgrenze

von 80%, also 640 N/mm<sup>2</sup> bietet. Die Drahtennfestigkeit wirkt auf den ersten Blick, als hätte sie einzig Einfluss auf die Bruchkraft des Seils. Bevor man sich aber für möglichst hochfeste Seile mit der vermeintlich höchsten Sicherheit und Wirtschaftlichkeit entscheidet, sollte man sich jedoch bewusst machen, dass der Seildraht mit steigender Festigkeit immer spröder und empfindlich gegen Querbelastrungen wird. Wie andere gerichtete Materialien auch, z.B. bei Holz, Blech oder Fleisch, weist der Seildraht eine Faserrichtung entlang seiner Achse mit besten Eigenschaften auf. Quer zur Faser jedoch wird er bei Belastung geschwächt. Ein hochfestes Seil reagiert somit empfindlicher auf spontane Einwirkungen und Querbelastrungen.

Die Drähte sind als Korrosionsschutz verzinkt (B). Das Seil ist rechtsgängig in Gleichschlag ausgeführt: dies verraten die Schenkel der beiden Buchstaben zZ – ein kleiner für die Litzen, ein großer für das Seil.

## Litzenkonstruktionen und Drahtbrüche

Bei der Sicht- und Magnetprüfung der Seile werden unter anderem die Drahtbrüche im Seil gezählt, um diese mit den «theoretischen Querschnittsverlusten» der vorgegebenen Ablegekriterien zu vergleichen. Diese werden jedoch in Prozent auf einer sogenannten Bezugslänge angegeben. Je nach Litzenkonstruktion kann sich ein



# Wissen

gebrochener Draht sehr unterschiedlich auswirken. Anders gesagt: die verschiedenen Litzen erlauben unterschiedlich viele Drahtbrüche, bis die Ablegereife des Seils erreicht ist.

Die nachfolgende Tabelle soll beim Auszählen von Drahtbrüchen aus der magnetischen Seilprüfung unterstützen, den Bezug zur Ablegereife herzustellen. Dabei sollte man unbedingt beachten, dass ein Seil mit vielen Drahtbrüchen auf der Bezugslänge 500xd

im weiteren Betrieb auch rasch immer mehr Drahtbrüche entwickeln wird. In dem Fall sollten alle wachsam sein, die weiteren Kontrollen enger zu takten und gegebenenfalls den Wechsel des Seils vorzubereiten.

Seilkonstruktion	Querschnittsanteil je gebrochenem Aussendraht	Anzahl Drahtbrüche bei Ablegereife nach EN 12927		
		6% auf 6xd	10% auf 30xd	40% auf 500 xd
6x7-FC	2.38%	3	5	17
6x15S-FC	2.08%	3	5	20
6x17S-FC	1.52%	4	7	27
6x19S-FC	1.27%	5	8	32
6x25F-FC	0.88%	7	12	46
6x36WS-FC	0.60%	10	17	67

Bei Fragen zu diesem Artikel oder einfach «rund um's Seil» stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung – schreiben Sie uns einfach unter [info@jakob.ch](mailto:info@jakob.ch)!