

Messen und Beurteilen der Seilschlaglänge



Dr. Ing. Konstantin Kühner

Das Messen der Schlaglänge der Zug- und Förderseile erfordert ein gewisses Knowhow. Die Seilexperten von Jakob Rope Systems verraten hier, wie es einfach und schnell geht.



Text und Bilder:
Dr. Ing. Konstantin Kühner

Mit der neuen Seilnorm SN EN 12927 ist für Seilbahnen europaweit vorgeschrieben worden, die Schlaglänge der Rundlitzen-seile regelmässig zu messen. Erfahrene Fachleute sind diesen Prozess sicher schon gewohnt. Für neue Mitarbeitende und Einsteiger in dieser Messung sollen im Folgenden einige praktische Informationen über die Durchführung der Messung und die Beurteilung gegeben werden. So geht die Aufgabe leichter von der Hand.

Messung der Schlaglänge

Die Schlaglänge eines Rundlitzen-seils lässt sich mit recht einfachen Mitteln messen. Welche Technik man wählt, ist dabei nicht so entscheidend. In einem kleinen Vergleichsversuch hat die Univer-

sität Stuttgart vor wenigen Jahren einmal herausgefunden, dass die Ergebnisse der verschiedenen Methoden recht ähnlich sind.

Messung mit dem Meterstab

Ausgerüstet mit einem wasserfesten Filzstift und einem Meterstab ist diese Methode sicher die einfachste und effektivste. Man markiert mit dem Filzstift eine Litzenkuppe, möglichst auf der Mitte, und zählt die Litzen dem Seil entlang durch. Bei einem sechs-litzigen Seil zählt man entsprechend «1, 2, ... 6, 1» und macht auf die Litze Nummer «1» wieder einen Strich. Dies wird über 2 oder 3 Schlaglängen wiederholt und jeweils wieder Litze Nummer «1» auf der Kuppe markiert. Nun kann man den Meterstab auflegen, den Wert z.B. über drei Schlaglängen ablesen und das Ergebnis entsprechend durch 3 teilen. Durch diesen Trick wird der Messfehler beim händischen

Ablese klein und man bekommt ein gutes Ergebnis.

Messung mit einem Papierstreifen

Bei dieser Methode wird am besten ein Streifen von einer Rolle Millimeterpapier, von einer Kassenrolle oder bei kleinen Seilen ein kariertes A4-Blatt-Papier auf das Seil aufgelegt. Man kann es ein wenig um das Seil herumformen, dass es wie ein rundes Dach auf dem Seil zu liegen kommt. Nun kann durch sanften Druck z.B. mit einer Bleistiftmine oder einem Wachsmalstift das Oberflächenmuster des Seils abgenommen werden. Wenn einem beim ersten Mal das Papier zerreisst - nicht verzweifeln! Mit etwas Übung gelingt der Abdruck immer besser. Anhand des Abdruckbildes kann man gut die Übergänge der Litzen finden, die Schlaglänge markieren und ausmessen, siehe Bild 1. Auch hier sollte man zur Minderung des Ablesefehlers der händischen Messung über zwei oder drei Schlaglängen gehen und das Ergebnis entsprechend teilen. Ein Vorteil dieser Messung ist, dass man das auf Papier festhält und damit archivieren kann. Dafür funktioniert sie bei Regen verständlicher Weise nicht so gut.

Nutzung einer speziellen Messlehre

Vor allem für grosse Seildurchmesser haben Profis schon seit gut 30 Jahren mechanische Messlehren im Einsatz, die man

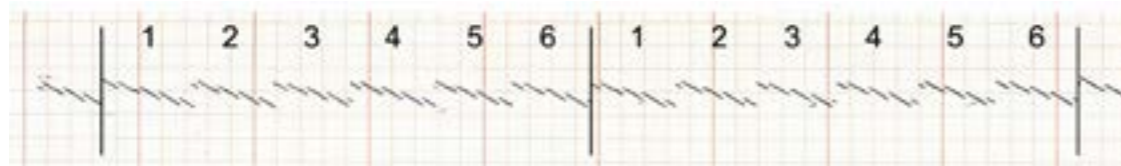


Bild 1: Beispiel der Schlaglängenmessung mit einem Papierstreifen.

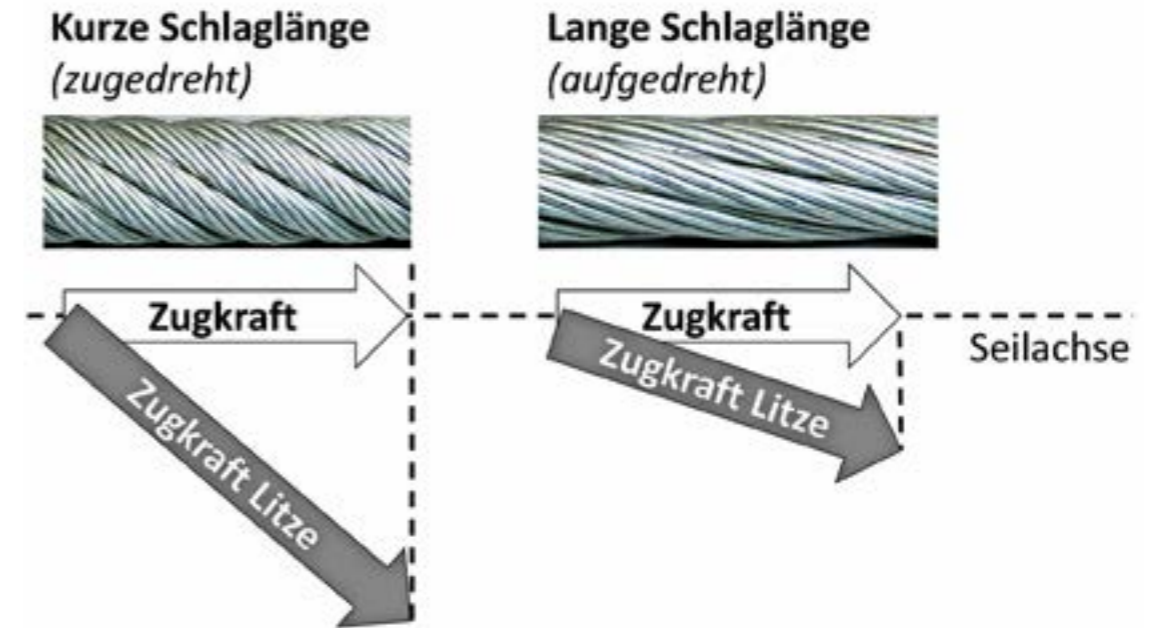


Bild 2: Vereinfachte Skizze zur Veranschaulichung der Litzenkräfte. In einem Seil mit kurzer Schlaglänge müssen die Litzen mehr Zugkraft aufnehmen.

auf das Seil aufsetzen kann und per Rändelschraube Messstifte bis zum «Einrasten» in die Litzen-gassen verfahren kann. Das Ergebnis ist sehr genau, jedoch ist die Lehre teuer und kann für grosse Seile auch recht schwer und sperrig in der Handhabung werden. Immerhin beträgt die Schlaglänge eines 60 mm Förderseils einer kuppelbaren Umlaufbahn über 400 mm und auch hier kann es für das Messergebnis helfen, über zwei Schlaglängen zu messen. Somit sollte eine Lehre etwa über einen Meter Distanz messen können. Wenn das Ergebnis bestimmt ist und die Schlaglänge feststeht, stellt sich die Frage, was man mit der Schlaglänge nun anfängt und was eine Abweichung vom Nennwert eigentlich bedeutet. Im Folgenden wollen wir ein paar Ansätze bieten, was man aus der Schlaglänge herauslesen kann.

Beurteilung der Schlaglänge

Die Nennschlaglänge eines Zug- oder Förderseils mit 6 Litzen beträgt üblicher Weise ca. 7 x Seilennendurchmesser, da hier

ein gutes Verhältnis aus Seillebensdauer und Längsdehnung erreicht wird. Je nach Seiltyp, Hersteller und Einsatzzweck kann dieser Faktor aber etwa zwischen 6,5 x d und 7,4 x d variieren. Daher sollte man zur Bewertung einer Messung unbedingt die Produktionsschlaglänge des Seils kennen. Diese ist meistens im 3.1-Zeugnis des Herstellers angegeben. Bei alten Seilen kann es vorkommen, dass der Wert nicht mehr bekannt ist und auch nicht mehr herausgefunden werden kann. So simpel es auch klingt: Wenn die gemessene Schlaglänge stark vom erwarteten Ergebnis abweicht, sollte man die Messung nochmals wiederholen. Man kann sich auf dem Seil schnell um eine Litze verzählen.

Zudrehen

Wenn sich die Schlaglänge verkürzt, spricht man von einem «Zudrehen» des Seiles. Die Litzen liegen steiler, nahezu quer zur Seilachse und machen in einer kürzeren Distanz einen Umgang im Seil. Eine kurze Schlaglänge ist für die Seillebensdauer grundsätzlich besser: das Seil wird steifer

quer zur Seilachse und federt beim Biegen auf den Scheiben weniger ein. Das führt zu weniger innerem Verschleiss. Auf den Scheiben liegen durch die kürzere Schlaglänge mehr Litzenkuppen im Einlagefutter, so dass die Kraft zwischen Seil und Scheibe «auf mehr Schultern» verteilt werden kann. Dadurch wird die Pressung im Seil geringer.

Aber auch Nachteile sind zu beachten: Kurze Schlaglängen reduzieren die effektive Bruchkraft, denn die Litzen bilden einen grösseren Umweg zur Seilachse aus und müssen daher höhere Kompensationskräfte ertragen. Das kann man mit Vektoren leicht visualisieren, siehe Bild 2.

Ausserdem machen kurze Schlaglängen das Seil in Achsrichtung weicher. Es federt mehr, längt sich mehr und wird unter Umständen stärker von Vibrationen angeregt. Aus diesem Grund schlägt man Zug- und Förderseile in der Produktion nicht zu kurz. Bei bestimmten Anlagen kann es aber Sinn machen, z.B. bei kurzen Standseilbahnen, die automatisch betrieben werden und sehr viel

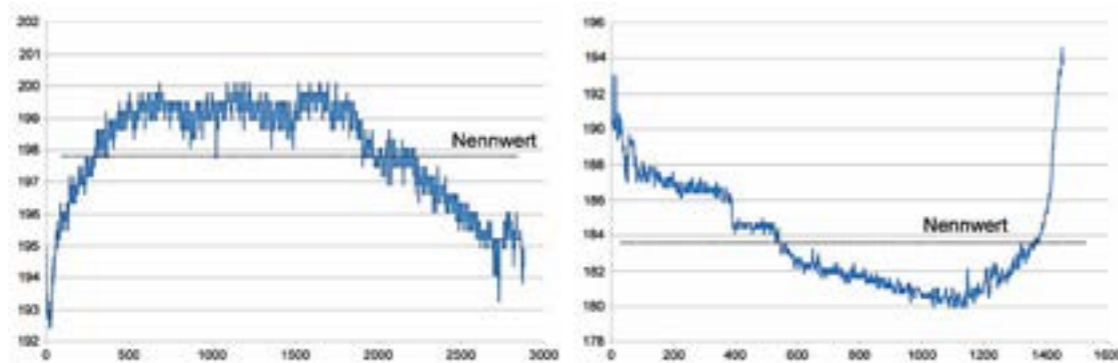


Bild 3: Typischer Schlaglängenverlauf eines oberen Zugseils (links) und eines unteren Zugseils (rechts) über die ganze Länge in der jeweiligen Station gemessen.

fahren. Wenn hier die Seildehnung wegen der kurzen Länge nicht sehr ins Gewicht fällt, kann man das Seil in der Produktion kürzer schlagen lassen und sollte bei guter Pflege mehr Lebensdauer herausbekommen.

Aufdrehen

Wenn sich eine Schlaglänge verlängert, wird dies als «Aufdrehen» bezeichnet. Die Litzen liegen immer näher bzw. flacher an der Seilachse, je weiter das Seil aufdreht. Dadurch wird das Seil in Achsrichtung steif und die effektive Bruchkraft erhöht sich. Jedoch wird es quer zur Seilachse weicher, es ovalisiert beim Biegen, denn die Litzen fallen tiefer in das Scheibenfutter und es entsteht mehr innerer Verschleiss. Da nun entlang der Scheibe weniger Litzenkuppen das Futter berühren, wird ausserdem die Pressung zwischen Seil und Scheibe grösser. Lange Schlaglängen können somit nachteilig für die Seillebensdauer sein. Zusätzliche Drahtbrüche kann man bei starker Schlaglängenänderung in beiden Verdreh-Zuständen bekommen, da der Seilverband durch den Drall verschoben wird und sich an verschiedensten Stellen Pressungsspitzen oder Litzenberührungen ergeben können.

Pendelbahn-Zugseile

Pendelbahnen schieben über ihre langen Spannfelder in den Zugseilen Drall und «gespeicherte» Schlaglängen aus den

einzelnen Abschnitten vor sich her. Schlaglängenänderungen vor den Fahrzeugen treten daher regelmässig auf und können bei ca. 10 bis 15 % Abweichung liegen. Und dies in beide Richtungen, zu langen und zur kurzen Schlaglänge hin. Daher werden meistens Pendelbahnzugseile mit gedrehten Kunstfasereinlagen ausgeführt. Eine Massivpolymer-Einlage könnte diesen Drall-Effekten nur schwer standhalten.

Bei oberen Zugseilen wird die Schlaglänge vor dem Fahrzeug überwiegend kürzer, jedoch nicht zwingend bei jeder Anlage. Bei unteren Zugseilen wird die Schlaglänge überwiegend vor den Fahrzeugen länger. Den Effekt zeigen in Bild 3 die beiden Beispiele aus Schlaglängenmessungen über die ganze Seillänge hinweg: Wenn die Schlaglänge eines Seils diesem Trend widerspricht oder gegenüber dem Nennwert im zweistelligen Prozentbereich abweicht, sollte man die Ursache dieser Veränderung untersuchen. Vielleicht kann man die Station besser spüren oder auffällige Rollengummis erneuern.

Die folgenden Massnahmen, die entweder in Erprobung bzw. nicht unumstritten in der Branche sind, sollten nur in Absprache mit dem Prüfsachverständigen und dem Seilhersteller erfolgen:

- Zudrehen des meist unteren Zugseils zu kürzeren Schlaglängen, wenn man in der Revision den Zugseilanschluss ohnehin zu Wartungszwecken abgenommen

hat. Wegen des oben beschriebenen Effekts der Schlaglänge sollte man kurze Schlaglängen auf keinen Fall beim Aushängen aufdrehen lassen («Drall rauslassen»).

- Wechsel der Seilkonstruktion auf Kreuzschlag

Zug- und Förderseile von Umlaufbahnen

Bei Einseil-Umlaufbahnen liegt die Schlaglängenabweichung der Förderseile meist deutlich unter 10 %. Wenn zwischen den Fahrzeugen stärkere Schlaglängendifferenzen vorliegen, liegt es häufig an der Spur in den Stationen. Das Seil kann dann beim Lauf über herabhängende oder schräg gestellte Rollen zwischen dem Aufsetzen der Fahrzeuge bzw. den Kuppelvorhängen drehen. Dieser Drall wird zwischen den Fahrzeugen gespeichert und bei kuppelbaren Anlagen erst in der Gegenstation beim Lösen der Klemme wieder freigelassen. Eventuell kann man das hören oder das Seil rollt sogar beim Entspannen auf den Stationsrollen zur Seite. Spurfehler in der Station kann man recht leicht finden: Die Einlageschnüre der Scheiben und Rollen verraten, wo das Seil einseitig aufläuft. Siehe dazu Bilder 4 und 5.

Bei den Schlaglängen der Zugseile von Zweiseil-Umlaufbahnen fehlen (zumindest unseres Wissens nach) noch belastbare Vergleichswerte, die Aussagen darüber ermöglichen, was normal und was kritisch ist. Bei der



Bild 4: Einlageschnüre «sprechen» mit uns - hier läuft das Seil nicht zentrisch in eine Scheibe ein, sondern schräg.



Bild 5: Einseitiger Verschleiss ist ein Hinweis auf Schräglauf eines Förderseils auf einer Rolle.

Messung einzelner Anlagen, insbesondere bei Bahnen mit tiefer Zugseilablage an den Stützen, wurden schon grosse Entspannungseffekte beim Öffnen der Klemme in der Gegenstation festgestellt, während die Spurführung des Zugseils in der Station unauffällig und nicht zu beanstanden war. Sollten Sie Dralleffekte auf Ihrer Umlaufbahn mit Trag- und Zugseilen haben und diese einmal

mit jemandem diskutieren wollen, dürfen Sie sich sehr gerne unter den abschliessend genannten Daten bei Jakob Rope Systems melden.

Wir hoffen, dass diese Zusammenstellung bei der Schlaglängen-Messung und Beurteilung auf Ihrer Seilbahnanlage hilfreich ist. Die Messung ist mit einfachsten Mitteln durchführbar und einen

ersten Blick auf die Ergebnisse kann man gefahrlos in Eigenleistung werfen.

Falls Ihnen beim Lesen dieser Darstellung noch Fragen, Anregungen oder Kritik aufgekommen, freuen wir uns über Ihre Rückmeldung.

seil@jakob.ch
konstantin.kuehner@jakob.eu