

SEILE UND SEILKONSTRUKTIONEN

BARTHEL, THOMAS; SCHEUNEMANN, WOLFGANG; VOGEL, WOLFRAM

Bei „Stahldrahtseile für Treibscheibenaufzüge“ handelt es sich um eine sechsteilige Artikelreihe zu Fragen, die in den letzten Jahren zwischen Anwendern und Seilherstellern diskutiert wurden. Sie soll dabei behilflich sein, häufige Fragestellungen zu beantworten und bei der Ursachenforschung im Falle eines unerwarteten Verhaltens der Kombination Aufzug/Seil zu unterstützen. Viele Antworten sind das Ergebnis von Forschungsprojekten oder der gemeinsamen Ursachenermittlung mit den Betreibern der Anlagen.

An dieser Stelle möchten sich die Autoren bei allen Gesprächspartnern für deren Offenheit bedanken.

Wann kommt ein 8-litziges Seil mit Stahleinlage zum Einsatz?

Das 8-litzige Seil mit Stahleinlage (Bild 18) hat die meisten der Vorteile und nur wenige der Nachteile des 8-litzigen Seiles mit Fasereinlage.

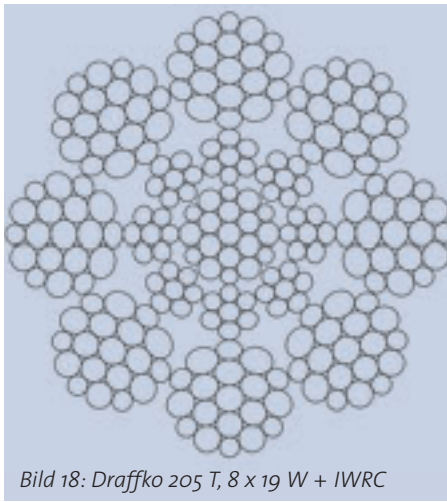


Bild 18: Draffko 205 T, 8 x 19 W + IWRC

Vorteile:

- 8-litzige Seile sind runder als 6-litzige Seile,
- 8-litzige Seile mit Stahleinlage bleiben im Betrieb rund im Querschnitt und sind damit gut für Rillen mit großem Unterschnitt geeignet,
- 8-litzige Seile sind biegeweich und besitzen gute Dauerbiegeeigenschaften,
- kleine bleibende und elastische Dehnung,
- geringe Seildurchmesseränderung unter Last, auch über die Zeit und
- hohe Bruchkraft im Verhältnis zum Durchmesser.

Einsatzbereich:

Das 8-litzige Seil ist die servicefreundliche Lösung für den stärker beanspruchten Aufzug, bevorzugt für Seillängen von 50 bis 100 m.

Zu beachten ist, dass die Seilendbefestigungen unbedingt – wie natürlich bei allen Aufzugsseilen – gegen Verdrehung gesichert werden müssen. Bei großen Förderhöhen sollten die Seile bei der Montage so wenig wie möglich aufdrehen. Die Rillen der Treibscheibe sind bei Seilwechsel zu kontrollieren.

Wann kommt ein 9-litziges Seil mit Stahleinlage zum Einsatz?

Das 9-litzige Aufzugsseil wurde 1955 als wahrscheinlich erstes Aufzugsseil mit Stahleinlage als DRAKO 300 T entwickelt (Bild 19).

Vorteile:

- ein sehr runder Querschnitt und damit kleine Pressung zwischen Seil und Rille,
- viele dünnere Drähte und damit sehr gutes Dauerbiegeverhalten. Zusätzlich kann man durch eine besondere Anordnung der Drähte in den Litzen und der Litzen im Seil Drahtüberschneidungen vermeiden und so die Möglichkeit innerer, nicht sichtbarer Drahtbrüche verringern,
- eine kleine bleibende und elastische Dehnung und damit eine hohe Haltegenauigkeit auch bei hohen Schächten.

Einsatzbereich:

Das 9-litzige Aufzugsseil ist die beste Lösung als Tragseil für alle Aufzugsanlagen mit großen Förderhöhen und auch für Treibscheibenaufzüge mit vielen Umlenkscheiben.

Zu beachten ist, dass die Seilendbefestigungen unbedingt gegen Verdrehung gesichert werden müssen. Bei großen Förderhöhen ist zudem besonders wichtig, dass die Seile bei der Montage so wenig wie möglich aufdrehen sollten. Zweckmäßig ist eine Mantellinie auf dem Seil, die hilft, die Ausrichtung der Seile zu kon-

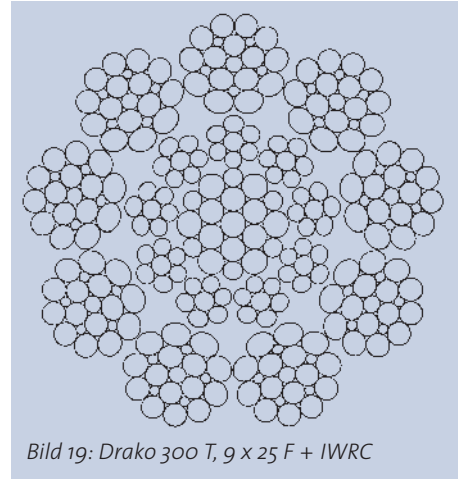


Bild 19: Drako 300 T, 9 x 25 F + IWRC

trollieren und gegebenenfalls zu korrigieren. Die Rillen der Treibscheibe sind bei Seilwechsel zu kontrollieren.

Was sind parallel geschlagene Seile?

Bei den bisher vorgestellten Seilkonstruktionen werden die Seileinlage und die Außenlitzen in getrennten Arbeitsgängen unabhängig voneinander verseilt. Diese Seile sind robust und relativ unempfindlich gegen Lockerungen durch äußere Einwirkungen z. B. infolge von Schrägzug. Bei einem parallel verseilten Seil werden die Seileinlage und die Litzen in einem Arbeitsgang mit gleicher Schlaglänge verseilt. Die Außenlitzen liegen dabei linienförmig im Bett von zwei Litzen der Seileinlage, Bild 20. Diese Seile haben eine hohe Bruchkraft und teilweise sehr hohe Dauerbiegeleistungen in Laborversuchen mit kurzen Seilen. Sie sind jedoch empfindlich gegenüber Aufdrehen bei der Montage und/oder unter Schrägzug,

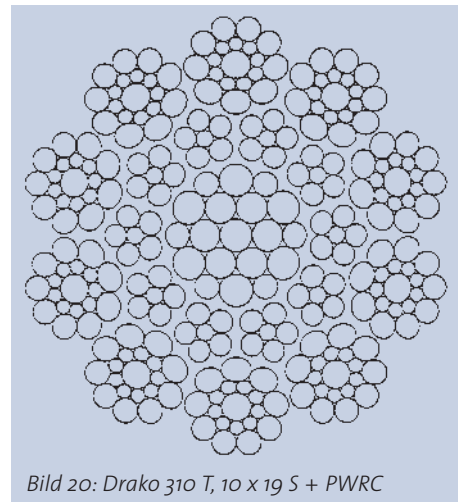


Bild 20: Drako 310 T, 10 x 19 S + PWRC

der bei einer 2:1-Aufhängung praktisch zwangsläufig ist.

Auch die Verwendung von Kunststoff-Ab-leitscheiben zusammen mit dieser Seilart kann kritisch sein. Die Erfahrungen zeigen, dass der Einsatz unproblematisch ist für Seillängen bis etwa 40 m. Inwieweit darüber hinausgehende Seillängen befriedigend arbeiten werden, hängt von der Erfahrung des jeweiligen Seilherstellers, insbesondere aber von der Aufzugsanlage selbst, ab.

Welche Tragseile werden für indirekthdraulische Aufzüge eingesetzt?

Bei indirekthdraulischen Aufzügen laufen die Tragseile nur über Umlenkscheiben mit Rundrillen. Durch das Fehlen einer Treibscheibe können z.B. üppiger geschmierte Seile eingesetzt werden. Zudem sind wegen der Rundrillen auch höhere spezifische Seilzugkräfte möglich. Die typisch verwendeten Seilkonstruktionen sind 6-litzige Seile mit Fasereinlage, die extra stark vorgereckt sind (Bild 15), und 8- und 9-litzige Seile mit Stahleinlage (Bild 18 und Bild 19). Die übliche Seilfestigkeitsklasse ist 1770 und bei Seilen mit Stahleinlage gelegentlich noch 1570 und 1570/1770.

Was sind Gewichtsausgleichseile (gespannte Unterseile)?

Für Treibscheibenaufzüge mit Nenngeschwindigkeiten über 2,5 m/s sind gespannte Unterseile vorgeschrieben zum Gewichtsausgleich und zur Begrenzung des Gegengewichtsspringens unter der Wirkung der Fangvorrichtung oder der Puffer. Die Trag- und Unterseile unterscheiden sich wesentlich hinsichtlich der Einsatzbedingungen. Die Erfahrungen der letzten Jahrzehnte haben zu speziellen Unterseilkonstruktionen geführt mit erhöhter Seillebensdauer, großer Laufruhe und konstanten Seillängen. Diese Konstruktionen basieren auf den Forderungen

- nach stärkerer Schmierung,
- einem sehr runden Querschnitt und damit kleine Pressung zwischen Seil und Rille,
- vielen dünneren Drähten und damit einem sehr guten Dauerbiegeverhalten,
- dickere und dafür weniger Seile und Spannseilrollen einzusetzen und
- dickere Seile bei kleinem $D/d = 30$ einzusetzen und der Konsequenz daraus flexible vieldrätige Seilkonstruktionen zu wählen, Bild 21.

Seilverdrehungen sind nicht auszuschließen, da häufig 2 Spannseilrollen nebeneinander angeordnet sind. Ausgangspunkt können Fluchtungsfehler sein. Vorzeitige Seilzerstörungen insbesondere bei Seilen

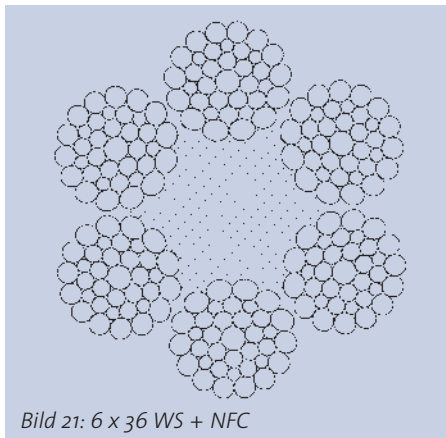


Bild 21: 6 x 36 WS + NFC

mit Stahleinlage sind möglich. Seile mit Naturfasereinlage reagieren bei den typischen geringen Unterseilkräften auf wechselnde Luftfeuchtigkeit im Schacht (Bauphase, Monsun-Klima etc.) mit deutlichen Längenänderungen. Kunstfasereinlagen haben sich als Problemlösung bewährt. Als Unterseile werden regelmäßig 6-litzige Seile mit hoher Masse mit Kunstfasereinlage vorgeschlagen. Für Seildurchmesser von $d = 13$ mm bis 25 mm werden z. B. 6 x 25 Filler und für größere Seilnennendurchmesser Seile der Konstruktion 6 x 36 Warrington-Seile eingesetzt.

Was ist ein Geschwindigkeitsbegrenzerseil?

Reglerseile sind ein wesentliches Funktionselement im Geschwindigkeitsbegrenzer, der bei Erreichen einer Übergeschwindigkeit die Fangvorrichtung einrückt. Das Reglerseil läuft in einer Formrille des Begrenzeres. Die Kraftübertragung bei Auslösen des Fangvorgangs erfolgt über Reibung zwischen Seil und Rille. Der dosierten Schmierung der Seile kommt deshalb eine wesentliche Bedeutung zu. In jüngerer Vergangenheit steigt die Anforderung an die Bruchkraft, die gesteigert wird durch größere Seildurchmesser, erhöhte Seilfestigkeitsklassen oder durch die Vollstahlseil-Ausführung.

Als Reglerseile werden meist traditionell 6-litzige Seilkonstruktionen mit Fasereinlage in der Regel 6 x 19 Warrington + FC eingesetzt, Bild 15. Es handelt sich dabei weitgehend um Seile der Durchmesser 6 mm und 6,5 mm in den Seilfestigkeitsklassen 1770 und zum Teil sogar 1960. Die EN 81 schließt allerdings die Seilfestigkeitsklasse 1960 für Tragseile aus, lässt sie aber für die Reglerseile zu. Mit zunehmender Förderhöhe und damit Seillänge steigen die erforderlichen Seilkräfte. Dies führt zum Einsatz von Reglerseilen mit Seildurchmessern von $d = 8$ mm bis 10 mm zum Teil bis 13 mm in der Seilkonstruktion 8 x 19 Warrington bzw. 8 x 19 Seale + IWRC, Bild 18.

Ein Teil der modernen Geschwindigkeitsbegrenzer bremsen das Reglerseil nicht

mittels Blockierung der Begrenzerscheibe, sondern durch sich schließende Bremsbacken. Das hierfür benötigte Reglerseil darf dann nicht zu feindrätig bzw. feilitzig sein. Obwohl sich in den verschiedenen Bauformen von Geschwindigkeitsbegrenzern die meisten der oben angeführten Seilkonstruktionen bewährt haben, sollte die Festlegung der Seilkonstruktion letztlich durch den Begrenzerhersteller erfolgen.

Werden Seile mit Fasereinlage als Reglerseile in besonders hohen Gebäuden eingesetzt, so ist der Einsatz von Seilen mit Kunstfasereinlage vorzuziehen. Die Seile sollten dann aber stark vorgereckt sein, um die Längung im Betrieb zu begrenzen. Dies ist deshalb von Bedeutung, da auch die Begrenzerseile vorgespannt sein müssen und der Spannweg begrenzt ist. In USA trifft man noch in gewissem Umfang auf Reglerseile der Festigkeitsklasse IRON. Die bei diesen Seilen vorgeschriebene Nennzugfestigkeit der Außendrähte von 700 N/mm² ist bedingt durch die in manchen Geschwindigkeitsbegrenzern verwendeten Messingbremsbacken. Sie würden mit Stahlseilen höherer Festigkeitsklassen vermutlich zu schnell verschleifen.

Seileinlage

In Aufzugsseilen werden je nach Einsatzzweck zwei verschiedene Einlagearten verwendet: die Fasereinlage aus Natur- oder Kunststofffasern und die Stahleinlage.

Was ist eine Fasereinlage?

In Aufzugsseilen kommen Fasereinlagen aus Natur- oder Kunststofffasern zum Einsatz, wobei die Naturfasern – meist Sisal – am weitesten verbreitet sind. Seile mit Fasereinlage passen sich aufgrund ihrer Verformbarkeit in gewissen Grenzen der jeweiligen Rillenform an. Die Vorteile der Fasereinlage sind

- die Widerstandsfähigkeit gegen Pressung,
- die relativ geringe elastische Seildehnung und
- die geringe Deformierbarkeit.

Die Nachteile sind, dass

- gute Garnqualitäten (d.h. dünne, gleichmäßige Garne) teuer und nicht leicht zu bekommen sind,
- das Material Feuchtigkeit aus der Umgebungsluft aufnimmt und
- Verrottung möglich ist.

Die Fasereinlage wird als Schmiermittelspeicher gesehen. Die Fähigkeit viel Fett zu speichern kann aber auch zum Nachteil werden. Eine hohe Schmierung der Fasereinlage bei der Herstellung und eine

verstärkte Abgabe im Betrieb führen zu einem raschen Seildurchmesserschwund, da aus der Fasereinlage herausgepresstes Fett ein Volumenverlust der Fasereinlage bedeutet.

Kunstfasern wie Polypropylen (PP), durchaus üblich bei Kranseilen und Seilbahnseilen, sind auch bei Aufzugsseilen zum Einsatz gekommen. Bei Rillenverschleiß auf Scheibe mit einer Härte unter 200 HB Härte waren gerade Seile mit dieser Einlage häufig beteiligt. Trotz aller Vorteile gilt zu beachten, dass Fasereinlagen für Aufzugsseile mit kleinem Durchmesser (7 mm und weniger) aus Naturfasern selbst bei großer Sorgfalt nicht immer mit genügender Durchmesser-Genauigkeit hergestellt werden können.

Fasereinlagen aus Polypropylen haben aber die Vorteile in feuchter Umgebung keine Verrottung und keine Volumenänderung zu zeigen. Die Nachteile der PP-Einlage liegen in der höheren elastischen Dehnung und der damit verbundenen höheren Wahrscheinlichkeit für Seilabdrücke in Seilscheiben.

Für Reglerseile und Unterseile in Anlagen mit großer Seillänge, insbesondere in Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit, sollten Chemiefasereinlagen gewählt werden. Naturfasern nehmen Feuchtigkeit auf, die Einlage wird dicker und das Seil kürzer. Bei großen Reglerseillängen reicht dann der meist nur relativ geringe Spannweg nicht aus. Polyamidfasern haben als Fasereinlagen für Seile in Rundrillen wegen ihrer Druckbeständigkeit sehr gute Ergebnisse gebracht. Sie sind jedoch relativ teuer. Bild 22 zeigt einen Vergleich der verschiedenen Fasermaterialien für Fasereinlage für Aufzugsseile.

Die Aufgaben der Schmiermittel werden zu einem späteren Zeitpunkt beleuchtet. Es kann aber festgestellt werden, dass besondere Anforderungen bezüglich der Gleichmäßigkeit der Einlage und an die dosierte Schmierung gestellt werden. Der Einfluss der Seileinlage auf die Seillebensdauer wird häufig unterschätzt.

Was ist eine Stahleinlage?

Stahleinlagen erhöhen den metallischen Querschnitt und vermindern damit die Zugbeanspruchung im Einzeldraht. Seile mit Stahleinlage haben unter gleichen Lastverhältnissen eine geringere Dehnung als Seile mit Fasereinlage. Die Stahleinlage kann sehr vielgestaltig sein, Bild 9. Die Stahleinlage kann separat (unabhängig) in einem vorangehenden Arbeitsgang vor dem Verseilen mit den Litzen hergestellt sein, Bild 18 und Bild 19. Eine weitere Variante ist die Stahleinlage und die Litzen in einem Arbeitsgang, d. h. parallel herzustellen, Bild 20. Die Außenlitzen und die Litzen der Stahleinlage liegen – vergleichbar den Drähten in Parallel-

Fasermaterial	Fettaufnahme ohne Probleme ca.	Vorteile	Nachteile
Naturfaser Sisal	bis 17 %	gute Fettaufnahme, druckfest, wenig längselastisch	empfindlich gegen hohe Luftfeuchtigkeit
Naturfaser Hanf	bis 22 %	gute Fettaufnahme, gutes Litzenbett, wenig längselastisch	im Durchmesser weniger stabil als Sisal, empfindlich gegen hohe Luftfeuchtigkeit
Naturfaser Jute	bis 20 %		nur für Seile unter 6 mm Durchmesser
Chemiefaser Polypropylen	bis 12 %	gleichmäßig dick	wenig druckfest, plastifizierbar, bei hoher Temperatur ausschmelzbar
Chemiefaser Polyamid	bis 8 %	sehr druckstabil, gleichmäßig	geringe Fettaufnahme, teuer, sehr längselastisch (Seilherstellung problematisch), schmelzbar
Chemiefaser Aramid, z. B. Kevlar	gering	als Faser fast so zugfest wie Stahl, temperaturfest bis ca. 350°	als Faser schwer zur Fasereinlage verarbeitbar, sehr teuer

schlagslitzen – so, dass sie sich linienförmig berühren.

Allen Seilen mit Stahleinlage ist gemeinsam, dass bei der Montage die Seile nicht aufdrehen sollten. Obwohl Seile immer sorgfältig aufzulegen sind, ist der negative Einfluss von Seilverdrehung bei Seilen mit Fasereinlage geringer als bei Seilen mit Stahleinlage. Während in Seilen mit Fasereinlage alle Litzen durch Verdrehen des Seiles gleichmäßig länger oder kürzer werden, lockern sich in Seilen mit Stahleinlage die Außen- und Innenlitzen dabei unterschiedlich. Dies kann zu stark unterschiedlichem Tragverhalten im Seil und damit einer Lebensdauerreduzierung führen.

Wie wichtig ist die Schmierung von Litzen und Einlage bei der Herstellung?

Draht, Litze und Einlage sind wichtige Bauteile des Seils, die aber beim Lauf über Scheiben nur dann optimal zusammenarbeiten können, wenn Schmierung zwischen den Drähten vorhanden ist. Die Biegung des Seiles ist nur deshalb so leicht möglich, weil sich die Drähte gegeneinander verschieben können. Schmierung reduziert die Reibung zwischen den Drähten. Allerdings ist gerade für den Aufzug die Regel „viel hilft viel“ völlig falsch. Vielmehr muss ein Aufzugsseil, das häufig und jahrelang über Scheiben gebogen wird, gut aber wohl dosiert geschmiert sein. Zu beachten ist in diesem Zusammenhang, dass durch das Schmiermittel die notwendige Treibfähigkeit, die von der Geometrie der Treibscheibe aber auch vom Reibwert zwischen Seil und Scheibe bestimmt wird, nicht beeinträchtigt wird. Auch die Verschmutzungsgefahr durch abgeschleudertes Fett/Öl ist nicht zu vernachlässigen. Treibscheibenaufzüge sind je nach Auslegung sehr unterschiedlich in ihrer Treibfähigkeitsreserve, d. h. der Differenz aus theoretisch zur Verfügung stehender Treibfähigkeit und der davon genutzten Treibfähigkeit. Auf-

zugsseile werden nur selten für eine spezielle Aufzugsanlage gefertigt. Der Seilhersteller muss stets vom ungünstigsten Fall ausgehen und darf Aufzugsseile in der Regel nur relativ gering, mit großer Sorgfalt und äußerst gleichmäßig schmieren. Eine Entfettung der Seile wegen zu viel Schmiermittel ist äußerst zeit- und kostenintensiv. Wegen der langen Standzeiten von Seilen in Aufzugsanlagen kommt der Nachschmierung eine besondere Bedeutung zu. Für die Nachschmierung gelten die gleichen Anforderungen wie bei der Erstschmierung, wobei sichergestellt sein muss, dass Erst- und Nachschmierung zueinander chemisch verträglich sind. Für die Anwendung im Treibscheibenaufzug sind bitumenhaltige Schmiermittel ungünstig, da sie zähhaftende Krusten an Scheiben und Seilen bilden. Auf reibungsmindernde Bestandteile wie Molybdänsulfid oder Teflonpartikel sollte verzichtet werden, da sie hinsichtlich der Treibfähigkeit nur schwer abschätzbare Einflüsse haben können und die Anwendung nur unnötig verteuern.

Welche Bedeutung hat die Schlagrichtung?

Bei der Schlagrichtung werden rechts oder links geschlagene Seile unterschieden. In der Regel ist das Aufzugsseil rechts geschlagen, d. h., die Außenlitzen bilden eine Rechtsschraube. Wegen des Belastungsdralls, eines Drehmoments, das aus dem Bestreben des Aufzugsseils, den Verseilzustand unter Zugbelastung wieder rückgängig zu machen, resultiert, wurden Aufzugsanlagen in der Vergangenheit häufig mit paarweise rechts- und links geschlagenen Seilen ausgestattet. So konnten die aus dem Belastungsdrall resultierenden Kräfte auf die Führungsschienen von Fahrkorb und Gegengewicht kompensiert werden. Da diese Kräfte aber klein sind im Verhältnis zu den Kräften, die die Führungsschienen aufzunehmen vermögen, wird bei modernen Aufzugsanlagen der Forderung, dass alle Tragseile

einer Anlage möglichst gleich sein sollten, sie also stets einer Fertigung entstammen sollten, die Priorität gegeben. Auf den gemischten Einsatz rechts und links geschlagener Seile, die nur in getrennten Prozessen hergestellt werden können, wird regelmäßig verzichtet. Bei Trommelaufzugsanlagen muss die zur Seilschlagrichtung passende Trommelsteigung gewählt werden, d. h. „rechtes Seil – linke Trommel“.

Was bedeuten Kreuzschlag und Gleichschlag?

Ebenso wie die Litzen im Seil, können die Drähte in den Litzen rechts oder links geschlagen sein. Von Kreuzschlag spricht man bei unterschiedlicher Schlagrichtung von Außenlitzen im Seil und Drähten in diesen Außenlitzen. Bei gleicher Schlagrichtung der Drähte in der Litze und der Litzen im Seil spricht man von Gleichschlag. Bei Kreuzschlagseilen liegen die sichtbaren Außendrähte annähernd in Richtung der Seilachse. Bei Gleichschlagseilen sind die sichtbaren Außendrähte stark zur Seilachse geneigt.

Was zeichnet ein Kreuzschlagseil aus?



Kreuzschlagseile sind robust und problemlos zu montieren. Sie neigen beim Auflegen, also beim freien Hängen im Schacht, nur geringfügig zum Aufdrehen. Die elastische Dehnung ist bei Kreuzschlagseilen kleiner als bei Gleichschlagseilen. Wegen dieser Vorteile setzen die meisten Aufzugshersteller ausschließlich Kreuzschlagseile ein.

Was zeichnet ein Gleichschlagseil aus?



Gleichschlagseile erreichen in Rundrillen größere Biegeleistungen als Kreuzschlagseile. Sie sind aber empfindlicher gegenüber Schrägzug und stellen höhere Anforderungen an die Montage. Das Aufdrehen beim Auflegen der Seile, also beim freien Hängen im Schacht, muss verhindert werden, da es sonst zu Drahtlockerungen und in deren Folge zur vorzeitigen Seilschädigung kommt. Die Akzeptanz gegenüber Gleichschlagseilen ist weltweit sehr unterschiedlich. Während sie z. B. in England gleichberechtigt eingesetzt werden, bestehen in Deutschland Vorbehalte.

Gleichschlagseil oder Kreuzschlagseil?

Ein qualitativ minderwertiges oder nachlässig montiertes Gleichschlagseil birgt ein wesentlich größeres Gefahrenpoten-

zial als ein minderwertiges Kreuzschlagseil. Eine Aufzugsfirma, die auf Gleichschlagseile umstellen will, sollte nur eine langjährig erprobte Konstruktion dafür auswählen.

Warum vorgeformte Seile?

Bei vorgeformten Seilen sind die inneren Spannungen der Drähte in den Litzen und der Litzen im Seil reduziert, so dass vorgeformte Seile beim Entfernen der Seilabindung nicht aufspringen. Dadurch werden Ablängen und Montieren der Seile wesentlich erleichtert. Vorgeformte Seile bezeichnet man auch als spannungsarme oder drallarme Seile. In Europa sind vorgeformte Aufzugsseile inzwischen Standard.

Wozu werden Seile vorgereckt?

Mit dem Vorrecken von Aufzugsseilen soll die Verdichtung des Seilgefüges, die sonst während der ersten Belastungszyklen nach dem Auflegen erfolgt, vor der Inbetriebnahme erfolgen. Damit sollen die mit dem Verdichten des Seilgefüges einhergehende bleibende Seildehnung (= bleibende Längung) reduziert und der daraus resultierende Aufwand zum Kürzen der Seile nach kurzer Betriebszeit reduziert werden.

Wie werden Seile vorgereckt?

Erfahrene Aufzugsseilhersteller erzielen durch geeignete Maßnahmen beim Verseilen einen Vorreckeffekt durch Belastung mit ca. 30 % der Seilbruchkraft. Stärkeres Vorrecken erfordert einen gesonderten Arbeitsgang. ISO 4344 begrenzt die Maximalzugkraft beim Vorrecken auf 55 % der Mindestbruchkraft. Im Allgemeinen sind mehrere Reckvorgänge erforderlich.

Wann ist Vorrecken sinnvoll?

Den deutlichsten Effekt erzielt man beim Vorrecken von 8-litzigen Seilen mit Naturfasereinlage. Hier kann man 0,2 % bleibende Seildehnung erreichen, da sich die Litzen dauerhaft tiefer in die Fasereinlage einbetten. Bei Seilen mit Stahleinlage ist die Wirkung des Vorreckens auf die bleibende Dehnung relativ gering. Auch geht der Vorreckeffekt durch das Handhaben der vorgereckten Vollstahlseile beim Auflegen teilweise wieder verloren.

Autoren

Dr.-Ing. Wolfgang Scheunemann ist Technischer Direktor und Leiter des Technical Competence Centers bei Pfeifer DRAKO Drahtseilwerk GmbH & Co. KG

Dr.-Ing. Wolfram Vogel ist Leiter Forschung und Entwicklung bei Pfeifer DRAKO Drahtseilwerk GmbH & Co. KG

Dipl.-Ing. Thomas Barthel ist Versuchsleiter Aufzugstechnik bei Pfeifer DRAKO Drahtseilwerk GmbH & Co. KG