

DIE GLEICHMÄSSIGE LASTVERTEILUNG IM SEILSET

TIM EBELING

Tragseile richtig einzustellen war noch nie einfach und es wird zunehmend schwieriger, während die richtige Seilspannung immer wichtiger wird, um qualitativ hochwertige Aufzugsanlagen mit niedrigem Verschleiß und hohem Fahrkomfort zu garantieren.

Der Trend zu Tragseilen mit immer niedrigerem Seildurchmesser und vielfachen Aufhängungsverhältnissen an Aufzugsanlagen ist ungebrochen. Ausgelöst durch die Nachfrage nach Aufzugsanlagen mit möglichst wenig Platzbedarf und dem sich zunehmend verschärfenden Kostendruck, werden auch die Antriebe immer kleiner und kompakter bei gleichzeitig steigender Motordrehzahl und sinkendem Motordrehmoment. Hohe Motordrehzahlen ermöglichen bzw. erfordern durch das in der Regel geringe Drehmoment den Einsatz von Treibscheiben mit relativ kleinem Durchmesser. Zwangsläufig müssen die Tragseile dünner werden, um das richtige Verhältnis von Treibscheibendurchmesser zu Seildurchmesser (D/d) sicherzustellen.

Um eine ausreichende Seilsicherheit und eine hohe Tragfähigkeit zu gewährleisten, wird die Anzahl der Seile bzw. das Aufhängungsverhältnis erhöht. Neuanlagen mit 12 oder sogar 14 Tragseilen und stark untersetzenden Aufhängungsverhältnissen sind inzwischen fester Bestandteil des Aufzugsmarktes.

Wie die Seilforschung zeigt, nimmt die Biegeleistung von Seilen mit dem Durchmesser stetig ab. Ein kleineres Verhältnis von Treibscheibendurchmesser zu Seildurchmesser (D/d) verringert die Biegeleistung zusätzlich; mehrfache Umlenkungen der Seile ebenso.

Trägt ein Seil eines Seilsets deutlich mehr als die anderen Seile, so ist unmittelbar

einleuchtend, dass dieses Seil schneller verschleißt und gleichzeitig Treibscheibe und Umlenkrollen massiv schädigen kann: Die Standzeit des Seilsets wird nochmals beträchtlich herabgesetzt und sogar ein frühzeitiger verschleißbedingter Wechsel der Treibscheibe wird möglich. Dazu kommt, dass in dünnen Seilen hochfeste Drähte verwendet werden, um eine gute Traglast zu erreichen. Werden bei solchen Drähten keine besonders gehärteten Treibscheiben und Umlenkrollen verwendet, sind Abdrücke und Verschleiß unvermeidlich.

Seile mit kleinem Durchmesser weisen, wie die Abb. 1 zeigt, von vornherein eine geringere Lebensdauer auf. Um diese nicht noch zusätzlich herabzusetzen, muss die Gesamtlast in solchen Seilsets möglichst gleichmäßig verteilt werden.

Wer bereits einmal Seile eingestellt hat, weiß wie schwierig dies sein kann. Dadurch dass das Ändern der Seilspannung eines Seiles direkt eine Änderung der Seilspannung aller anderen Seile des Sets bedingt, ist bereits das Einstellen eines Seilsets von vier oder sechs Seilen relativ schwierig und kostet viel Zeit, selbst wenn man über ein Messgerät die Spannung jedes Seiles messen kann. Das menschliche Gehirn ist nur in der Lage sich iterativ an die Lösung des Problems heranzutasten: Über Versuch und Irrtum tastet sich der Mensch an das optimal eingestellte Seilset heran, indem er jedes Seil (oft mehrmals) in kleinen Schritten immer mehr spannt bzw. entspannt. Dieses Vorgehen kostete bei Seilsets von etwa einem halben Dutzend Seilen schon viel Zeit, bei einer Verdopplung der Seile pro Set, verdoppelt sich diese Zeit nicht nur, sondern steigt sogar exponentiell an.

Als erste Firma im Aufzugsmarkt bot die Henning GmbH mit dem Messsystem WeightWatcher eine Möglichkeit, diese Einstellung genau, dokumentierbar, effektiv und damit kostengünstig durchzuführen: Eine Softwarelösung führt den Monteur Schritt für Schritt durch die Seileinstellung (Abb. 3 u. Abb. 4). Dabei wird jedes Seil des Sets auf eine durch die Software errechnete optimale Spannung eingestellt. Das bedeutet, dass jedes Seil lediglich einmal vom Monteur angefasst wird und somit die Einstellung eines kompletten Seilsets, selbst wenn es aus 12 Seilen bestehen sollte, nur wenige Minuten dauert.

Solch eine Seilset-Einstellung ist, wie bereits im Anfang dieses Artikels ausgeführt wurde, gerade bei Anlagen mit kleinen Seildurchmessern sehr wichtig. Eine Einstellhilfe, wie die oben beschriebene und wie sie auch andere am Markt erhältliche Systeme bieten, ermöglicht eine effektive und kostengünstige Einstellung der Seile aber nur unter optimalen Bedingungen bzw. direkt aufgehängten Aufzugskabinen. Bei Aufzugsanlagen mit mehrfach umgelenkten Seilen, wie sie oftmals bei Anlagen mit kleinen Seildurchmessern verwendet werden, kommt eine zusätzliche Schwierigkeit hinzu: Wenn die Achsen der Treibscheibe und Umlenkrollen nicht exakt parallel zueinander ausgerichtet sind, die Rillenprofile Toleranzen zueinander aufweisen und/oder Schrägzüge vorhanden sind, herrschen unterschiedliche Lastverteilungen im Seilset, abhängig davon auf welcher Förderhöhe sich die Kabine aktuell befindet bzw. welchen der durch Umlenkungen begrenzten Seilabschnitte man betrachtet.

Eine Aufzugsanlage, die verschiedene mögliche Lastverteilungen im Seilset aufweist, besitzt keine Lastverteilung, die als ideal zu bezeichnen bzw. einzustellen wäre. Solch eine Anlage kann aber möglichst optimal eingestellt werden. Wenn bekannt ist, wie sich bei einer Fahrt über die gesamte Förderhöhe die Gesamtlast auf die einzelnen Seile abhängig vom aktuellen Kabinenstand verteilt, so kann eine optimale Einzelseil-Einstellung errechnet werden, die verhindert, dass einzelne Seile zu bestimmten Zeitpunkten

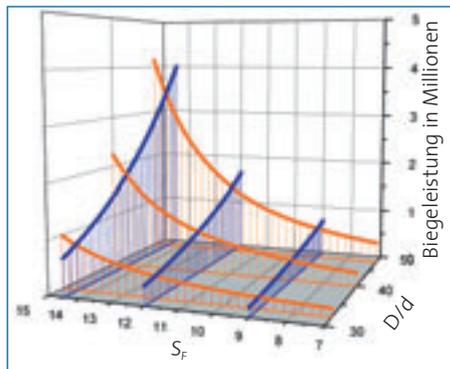


Abb. 1: Auswirkungen des Seildurchmessers (S_r) und des Verhältnisses von Treibscheibendurchmesser zu Seildurchmesser (D/d) auf die Biegeleistung¹⁾



Abb. 2: Mobiles Seillastmessgerät MSM12 und ein Seillastsensor LSM1 aus dem Messsystem WeightWatcher

1) Randbedingungen für den Einsatz von Tragseilen unter 8 mm im Aufzug, Dr. W. Scheunemann, Symposium Schwelm 2007

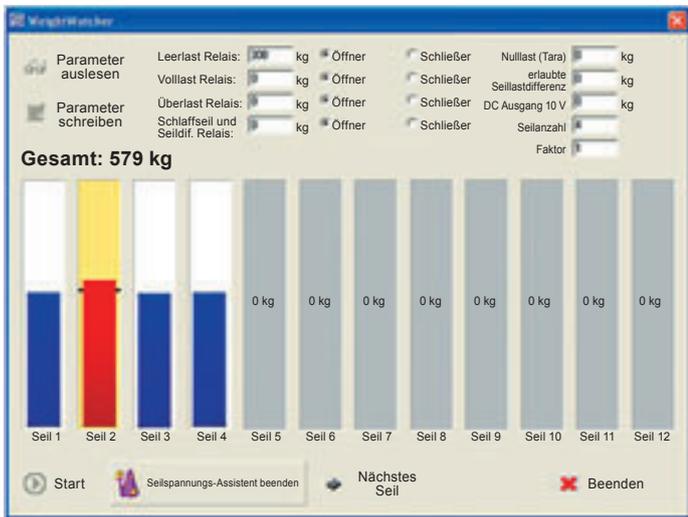


Abb. 3: Die Einstell-Software des stationären Lastmessgerätes AE12 gibt einen Seilspannungswert (schwarze Grenzlinie am roten Balken) vor, der vom Benutzer einzustellen ist ...

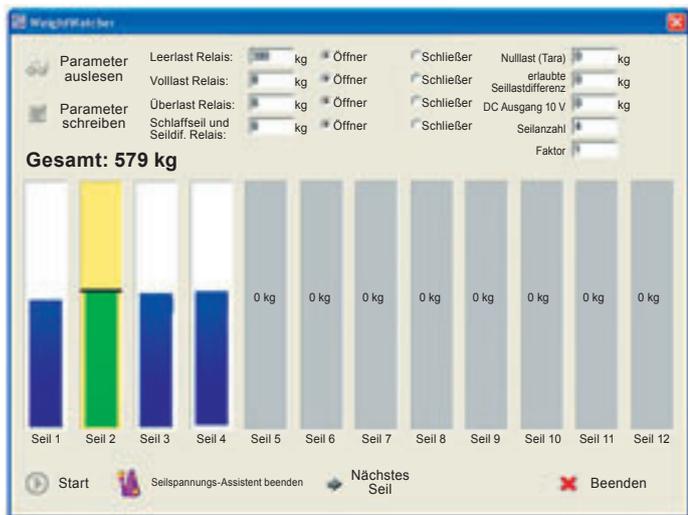


Abb. 4: ... sobald der Benutzer die vorgegebene Seilspannung eingestellt hat, wird dies visuell (grüner Balken) bestätigt und der Benutzer zum nächsten Seil und dessen Sollwert geführt. Sobald der Benutzer beim letzten Seil des Seilsets angekommen ist, ist die Seileinstellung abgeschlossen, ohne dass eines der Seile mehr als einmal eingestellt werden musste.

übermäßig viel Last tragen und stattdessen beständig für eine möglichst harmonische Lastverteilung im Seilset gesorgt ist.

Mit der Einbindung des Lastmesssystems „WeightWatcher“ in die Aufzugsdiagnose-Softwaresuite „LiftPC mobile Diagnose“ ermöglicht es die Henning GmbH, solche Messungen über die gesamte Förderhöhe durchzuführen. Die Signale der Lastsensoren in jedem Seil des Seilsets werden über eine Kabel- oder Funkverbindung während der gesamten Aufzugsfahrt kontinuierlich aufgezeichnet und in einem Diagramm visualisiert.

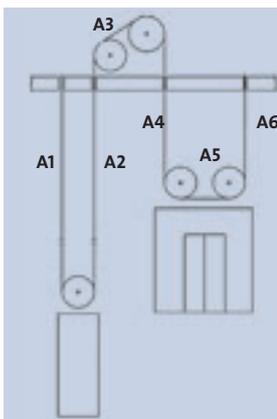


Abb. 5: Schema einer 2:1 aufgehängten Aufzugsanlage. In jedem der durch Umlenkungen begrenzten Seilabschnitte (A1 – A6) kann eine andere Lastverteilung im Seilset herrschen, die sich abhängig vom aktuellen Stand der Kabine im Schacht ebenfalls noch ändern kann.

Seillast-Report



Zeitstempel der Messung: 01.01.2006 12:00:21
MSM 12 Kalibrierdatum: 12.02.2008

Aufzugsanlage

Name: Beispielort
Fabriknummer: 12 Seile
Straße: Musterweg 12
Ort: 12121 Musterhausen

Einzelseil-Lasten

Seil	Vorher	Nachher
Seil 1 [kg]	98,00	112,00
Seil 2 [kg]	120,00	114,00
Seil 3 [kg]	101,00	113,00
Seil 4 [kg]	88,00	113,00
Seil 5 [kg]	90,00	115,00
Seil 6 [kg]	150,00	113,00
Seil 7 [kg]	110,00	109,00
Seil 8 [kg]	105,00	114,00
Seil 9 [kg]	109,00	112,00
Seil 10 [kg]	143,00	114,00
Seil 11 [kg]	131,00	115,00
Seil 12 [kg]	128,00	111,00

Abweichungen

vor der Einstellung (01.01.2006 12:00:21)
Standardabweichung: 14,55% [17 kg]
Maximale Abweichung: 31,58% [36 kg]

nach der Einstellung (01.01.2006 12:00:27)
Standardabweichung: 1,41% [2 kg]
Maximale Abweichung: 2,68% [3 kg]

Gesamt: 1373 kg

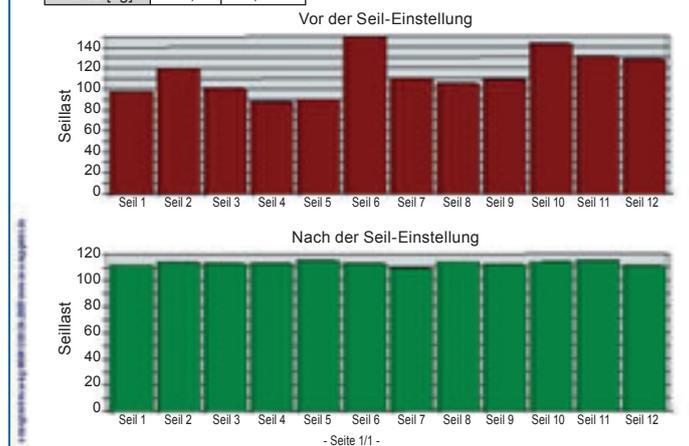


Abb. 6: Beispiel für einen Einstellreport des mobilen Seillastmesssystems WeightWatcher. In diesem Fall wurde ein Seilset von 12 Seilen eingestellt. Die max. Abweichung der Seile zueinander konnte von 17% auf 1% verbessert und somit frühzeitiger Verschleiß verhindert werden.

Dadurch werden alle Verschiebungen der Lastverteilung erfasst und können von der Software dazu benutzt werden, die oben angesprochene ideale Lastverteilung zu errechnen, die der Benutzer mit Hilfe einer softwaregeführten Einstellhilfe (ähnlich Abb. 3 u. Abb. 4) sofort an der Anlage einstellen kann.

Diese Seilset-Einstellung muss in regelmäßigen Abständen überprüft werden, da sich die Lastverteilung im Seilset durchaus im Laufe der Zeit ändern kann. Dies gilt für Altanlagen und im Besonderen für Neuanlagen, bei denen sich die Seile noch einlaufen müssen.

Unabhängig davon, ob es sich um eine reine Kontrollmessung oder um eine Einstellung der Lastverteilung im Seilset handelt, ist natürlich die Archivierung und Dokumentation der Messdaten für den Benutzer sehr wichtig.

Eine Rückverfolgbarkeit und Qualitätssicherung im Sinne der DIN EN ISO 9001 eines so wichtigen Kriteriums für Verschleiß, Lebensdauer und Instandsetzungskosten einer Aufzugsanlage wie der korrekten bzw. optimalen Seileinstellung ist sowohl für den Auftragnehmer, als auch für den Auftraggeber, unabhängig davon ob es sich dabei um Wartungs- und Serviceunternehmen, Errichter, Betreiber, Komponentenlieferanten oder Sachverständige handelt, eine wichtige Grundlage zur Bewertung einer Aufzugsanlage.



Tim Ebeling,
Henning
GmbH