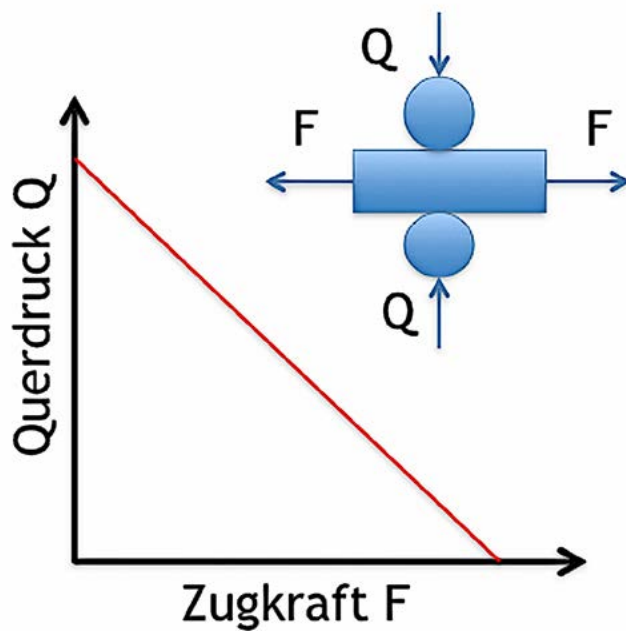


# Schäden an Drähten und Seilen durch Querdruck

Die Drähte von Stahlseilen sind in den Installationen und deren Betrieb diversen Querdrücken ausgesetzt. Diese sind nach Möglichkeit klein zu halten, denn sie reduzieren, wie es anhand von Beispielen gezeigt wird (Abb. 3 bis 10), sowohl die Bruchkraft als auch die Ermüdungsfestigkeit der Drähte.

Abb.1, [6]: Mit zunehmendem Querdruck  $Q$  nimmt die Bruchkraft  $F$  eines hochfesten Stahldrahtes etwa linear ab. Je nach örtlichen Verhältnissen dürfte auch die Abnahme der Ermüdungsfestigkeit ähnlich erfolgen.



Autoren:  
Gabor Oplatka und Max Schärli

## Das Problem

Querkräfte gefährden die Ermüdungsfestigkeit von Drähten auf drei Arten:

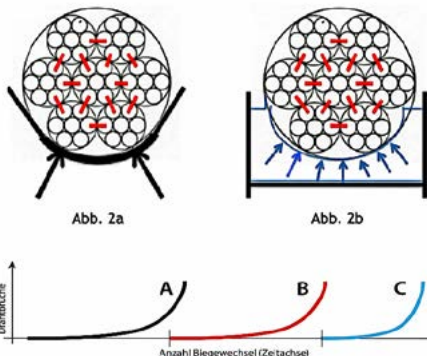


Abb. 2: Bei wiederholter Beanspruchung brechen die Drähte an der Stelle, wo sie der grössten Querpressung  $Q$  ausgesetzt sind. Bei Stahlrillen (Abb. 2a) sind es die äusseren Drähte (A). Die inneren Drahtbrüche (B) treten in der Regel erst auf, wenn das Seil wegen der äusseren Brüche (A) bereits ablegereif wurde. Bei weich gefüllten Rillen (Abb. 2b) dominieren die visuell nicht erkennbaren inneren Drahtbrüche (B) und die äusseren Drahtbrüche treten erst viel später auf (C).

Querkraft kann die Oberfläche der Drähte verletzt werden. Auch kleine Verletzungen führen zu einer Verminderung der Ermüdungsfestigkeit. Die Folgen sind Drahtbrüche an dieser Stelle - auch wenn die Querkraft schon längere Zeit nicht mehr vorhanden ist.

Aus allen diesen Gründen sind sowohl die Seilhersteller als auch die Konstrukteure der Anlagen und ebenso die Betreiber bestrebt, die Querbeanspruchung möglichst klein zu halten. Prof. Hugo Müller (Stuttgart) prägte in den 60er Jahren den Spruch: «Seile sind heikler als eine Braut. Sie sind empfindlich und sträuben sich gegen jede fremde Berührung.» Untersuchungen wie eine Querkraft die Bruchkraft eines Drahtes beeinflusst, sind sowohl durch theoretische Ermittlung der Spannungen [1], als auch experimentell [2] durchgeführt worden. Aus diesen lässt sich aber auf die Verringerung der Ermüdungsfestigkeit der Drähte eines in Betrieb

Durch äussere Querdrücke begünstigte Drahtbrüche

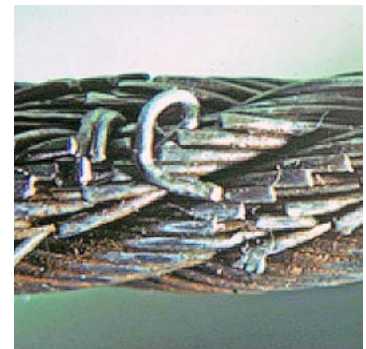


Abb. 3: Drahtbrüche an der Oberfläche (A) des Seiles. Diese sind visuell erkennbar. Die Brüche entstanden durch äusseren Querdruck, denn das Seil lief in Stahlrillen.



Abb. 4: Bruch eines Profildrahtes durch hohe örtliche Querpressung (A) bei der Auflage des Seiles auf einer Rollenketten.

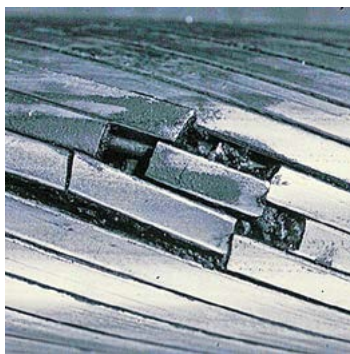


Abb. 5: Ein auf einem Stützenschuh aufliegendes Teil eines Tragseiles, beschädigt durch hohe Rollenlast des darüber rollenden Laufwerkes (A). Bei drei nebeneinander liegenden Drahtbrüchen besteht die Gefahr, dass Drähte austreten.

Durch innere Querdrücke begünstigte Drahtbrüche

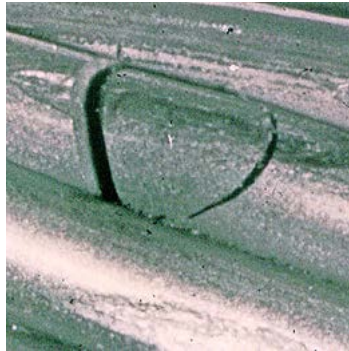


Abb. 6: Durch den Querdruck von den Nachbardrähten begünstigter innerer Drahtbruch (B).



Abb. 7, [6]: Der Ermüdungsbruch begann an der Druckstelle vom Nachbardraht (B).



Abb. 8. Innere Drahtbrüche (B) infolge gegenseitigem Druck der Litzen. Die Einlage des Seiles war zu dünn bemessen.



Abb. 9, [6]: Innere Drahtbrüche (B) bei einem mehrlagigen Litzenseil, verursacht durch die Querpressung der äusseren Litzen auf die innere Lage. Äussere Litzen wurden entfernt, um die inneren Litzen sichtbar zu machen.

stehenden Seiles nur sehr bedingt schliessen. Der Einfluss der Pressung auf die Lebensdauer der Seile, speziell in nicht optimal angepassten Stahlrillen und an den Berührungspunkten der Litzen, als Folge von zu dünnen Einlagen wird in [3] ausführlich behandelt.

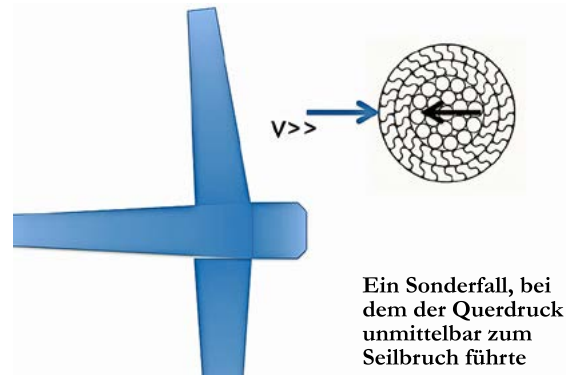
Je nach Führung oder Auflage eines Seiles werden die äusseren oder die inneren Querdrücke begünstigt (Abb. 2). Dies führt dazu, dass auf der Zeitachse die äusseren oder die inneren Drahtbrüche favorisiert werden.

## Bemerkungen und Empfehlungen

1. Seilführungselemente (Rollen, Scheiben) mit weich gefütterten Rillen sollten nur in Kombination mit einer Überwachung des



Abb. 10: Nach der Entfernung der äusseren Profildrahtlage sichtbar gewordene innere Drahtbrüche (B) in der zweiten Drahtlage eines verschlossenen Seiles, mitverursacht durch den Auflagedruck der äusseren Profildrähte.



Ein Sonderfall, bei dem der Querdruck unmittelbar zum Seilbruch führte

Abb. 11: Die Flügel-Vorderkante des mit Überschall fliegenden Flugzeuges prallte auf das gespannte verschlossene Seil. Die Schlagwelle übertrug sich auch auf die inneren Drahtlagen. Infolge der Querkraft brachen so viele Drähte, dass die restlichen die Zugkraft nicht mehr ertrugen und das Seil riss. Die Gegenkraft zur Querkraft bildete die träge Masse des Seiles (Schwarz).

inneren Seilzustandes verwendet werden. Die Häufung der nicht wahrnehmbaren, inneren Drahtbrüche hat schon zu «unerwarteten» Seilrissen geführt.

2. Klemmplatten und Bügelklemmen sollten nicht übermässig angezogen werden. Stattdessen verwende man längere Klemmplatten bzw. eine grössere Zahl von Bügelklemmen [4].

3. Stellen mit betrieblich notwendigen Querdrücken sollten überwacht und, wenn möglich, rechtzeitig verlegt werden; so

wie das Verschieben der fixen Klemmen.

4. Unsachgemäss befestigte Klemmplatten können später die Ursache von gehäuft auftretenden Drahtbrüchen sein [5].

## Literatur

[1] «Des Ingenieurs Taschenbuch», 28. Auflage, Hütte I, 6. Abschn.: Festigkeitslehre: S. 839.

[2] V. Geilnitz und W. Frick: Bruchkraftverlust hochfester Seildrähte bei Querpressung. DRAHT

Nr. 3/2017.

[3] Th. Wyss: Stahldrahtseile der Transport- und Förderanlagen. Schweiz. Druck- und Verlagshaus, Zürich 1957.

[4] Stefan Messmer: «Technische Anforderungen an Montageklemmen», VTK Mitteilungen 2007.

[5] Gabor Oplatka: «No Statute of Limitations for the Crime of Rope Abuse». OIPEEC Bulletin No. 69, 1995.

[6] Bildquelle: EMPA