

Drahtbruchformen und ihre Bedeutung



Dr.-Ing. Konstantin Kühner, Jakob Rope Systems

Drahtbrüche können Anhand ihrer Form wertvolle Informationen bieten, durch welchen Effekt sie entstanden sind. Daraus lassen sich mögliche Ursachen für den Schädigungsfortschritt eines Seils ableiten und meist auch auf der Anlage finden.



Irreguläre Bruchflächen, die durch die Schadeneinflüsse einer Litzenberührung entstanden sind.

Text und Bilder:
Dr. Ing. Konstantin Kühner

«Drahtseile sind gutmütig,» sagt man. Dank dieser angenehmen Eigenschaft arbeiten viele von uns gerne mit Seilen und wir vertrauen ihnen genauso wie die Fahrgäste unserer Bergbahnen. Mit der magnetischen Seilprüfung oder kurz «MRT» wird regelmässig physikalisch sichtbar gemacht, in welchem Zustand sich das Seil befindet und ob sich wie erwartet nur langsam Ermüdung und Verschleiss einstellen. Aus dem

Bericht erfahren wir, ob es neue Drahtbrüche gegeben hat – wie viele und an welchem Ort. Dazu werden hilfreiche Informationen über die Auslastung der Ablegekriterien in Prozent und eine Empfehlung für die nächste Prüfung gereicht. Gegebenenfalls werden noch Wartungs- und Service-Arbeiten empfohlen, zum Beispiel, wenn der Spleissbereich eingefallene Stösse zeigt oder an den Kreuzungen erste Drahtbrüche entstanden sind und sich eine Kürzung anbietet.

Doch was ist, wenn die Zuwachsrate der Drahtbrüche auf der freien Seilstrecke unerwartet hoch ist oder wenn sich Drahtbrüche auffällig an bestimmten Orten sammeln? Wenn das Seil sich in seltenen Fällen gerade nicht so verhält, wie wir es erwarten, sollte die Ursache rasch gefunden und nach Möglichkeit etwas dagegen unternommen werden.

Der Magnet kann uns sehr zuverlässig melden, dass im Seil ein Schaden vorliegt. Aber das Signal kann nicht eindeutig abbilden, welche Art von Schaden sich genau dahinter verbirgt, siehe Bilder 1 und 2. Daher wird die magnetische Seilprüfung mit einer visuellen Kontrolle (VI) ergänzt. Die verdächtige Stelle auf einem Zug- oder Förderseil wird dann zu einem guten Beobachtungspunkt im Bereich der Station oder einer Stütze gefahren und sorgfältig in Augenschein genommen.

Dabei können wir den Vorteil nutzen, dass Seile viele Informationen über ihren Verschleisszustand und die möglichen Ursachen

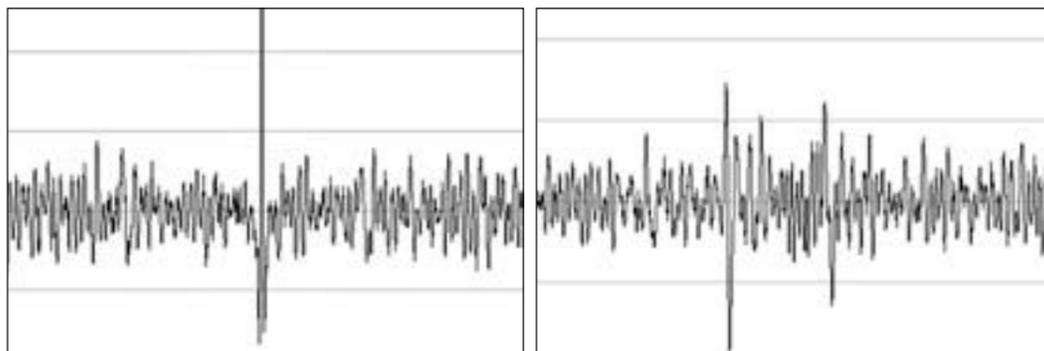


Bild 1: klassisches, gut interpretierbares Drahtbruchsignal in der MRT-Prüfung. Bild 2: unklares Signal in einer MRT-Prüfung, hier ist eine Sichtkontrolle am Seil nötig.



Bild 3: Ermüdungsbruch in einer Litze – die sehr klaren Bruchflächen verlaufen 90° zur Drahtachse.



Bild 4: Vergrößerung eines Ermüdungsbruches, der Riss begann vorne im ebenen Bereich.

chen verraten können, wenn wir nur genau hinsehen. Als Beispiel dafür wird in diesem Bericht gezeigt, welche charakteristischen Drahtbruchformen häufiger auftreten und welche Schussfolgerungen aus den verschiedenen Typen gezogen werden können.

Ermüdungsbruch

Dies ist der klassische Drahtbruch in einem Drahtseil, der sich mit den Jahren im Betrieb entwickelt. Durch millionenfaches Biegen eines Seils über die Scheiben der Anlage müssen die Drähte sich jedes Mal elastisch krümmen und wieder zurückfedern. Die Oberfläche wird dadurch mit der Zeit durch Ermüdung härter und spröder, bis sie auf mikroskopischer Ebene einreißt. Von nun an gelten die gleichen Gesetze wie beim Anriss eines Gussteils z.B. einer Fahrzeugklemme: mit

jeder Belastung bzw. jeder Krümmung wächst der Riss ein Stück weiter ins Material hinein, bis im Seil der Draht schliesslich bricht. Der Ermüdungsbruch erscheint daher wie ein Schwingriss, fast wie mit einem Messer 90° quer zu Drahtachse gezogen, siehe Bild 3 und 4.

Scherbruch

Diese Brüche verlaufen schräg, etwa 45° zur Drahtachse, vgl. Bild 5. Sie entstehen, wenn eine starke Querbelastung auf ein gespanntes Seil und seine Drähte gewirkt hat. Bei einer Entgleisung, bei gerutschten Gehängeklemmen oder auch bei äusseren Ereignissen wie Seilüberwürfen, Baumfall oder Kollisionen mit Baumaschinen kann diese Bruchform durch den kombinierten Belastungszustand entstehen.



Bild 5: Scherbrüche an den Drähten eines gebrochenen Seils.



Bild 6: Teller-Tasse-Brüche an einem überlasteten Baumaschinenseil.

Teller-Tasse-Bruch

Diese Bruchform wollen wir im Seilbahnseil möglichst nicht sehen, denn sie entsteht, wenn die Drähte im Seil durch Überlastung gerissen sind. Materialzugversuche von Stählen zeigen auch diese typischen Bruchenden mit Einschnürungen. Da wir Seilbahnseile sehr genau durch Kontrollen im Auge behalten, ist der Seilriss und somit diese Bruchform möglichst ausgeschlossen. Wenn es zum Beispiel aber um die Ursachenforschung bei gebrochenen Pistenwindenseilen geht, kann eine Häufung von Teller-Tasse-Brüchen darauf hinweisen, dass eine zu hohe Kraft auf das Seil gewirkt hat und es nicht eines «natürlichen Todes gestorben» ist.



Bild 7: Ermüdungsbrüche an Verschleissellipsen eines Drahtseils, das über Stahlscheiben gelaufen ist.

Bild 8: Irreguläre Bruchflächen, die durch die Schadeneinflüsse einer Litzenberührung entstanden sind.

Bruchstelle mit Verschleiss

Bei dieser Bruchform ist der Draht durch Kontakt mit anderen harten Materialien, häufig durch Stahl-Stahl Kontakt abgeschliffen worden. Dies kann zum Beispiel durch Relativbewegung des Seils zu Fahrzeugklemmen, durch das regelmässige Einlaufen in Seilscheiben oder Rollen aus Stahl oder durch das Anstreifen an Borden und Führungsblechen entstehen. Der Draht verliert dabei Material durch Abrieb. An der Restfläche entsteht dann entweder ein Anriss wie beim Ermüdungsbruch oder sie versagt durch Überlastung. Häufig nimmt der Bruch die Form eines Meissels an. Den vorherigen Verschleiss kann man gut an der Abplattung der Drahtoberfläche erkennen, siehe Bild 7. Man sagt auch «Verschleissellipse» dazu, weil die glatte Fläche die Form einer Ellipse annimmt.

Bei Entgleisungen oder anderen schnellen Bewegungen Stahl auf Stahl wird das Drahtmaterial auch erhitzt und es kann Reibmartensit entstehen. Darüber haben wir schon in anderen Artikeln beim VTK berichtet. Trotzdem nochmals: dies ist ein besonders gefährlicher Fall! Die Drahtoberfläche versprödet im Kontaktbereich

und kann im weiteren Betrieb sehr schnell Anrisse entwickeln. Dann versagen in kurzer Zeit viele Drähte im gleichen Abschnitt und die Ablegekriterien können sehr rasch erreicht werden. Sind Entgleisungen oder gerutschte Fahrzeuge bekannt, sollte die Stelle inspiziert und die harte Drahtoberfläche fein abgeschliffen werden. Mit dieser einfach und händisch umsetzbaren Massnahme kann man sehr viel gewinnen.

Irreguläre Bruchfläche

Wenn z.B. Querkräfte, Knicke und Querschungen, Verschleiss, Ermüdung, Korrosion usw. zusammenkommen, entsteht eine irreguläre, chaotische Bruchfläche. Findet man solche, sollte man auf die Suche nach besonderen Ereignissen und äusseren Einflüssen gehen. Baustellen, Unwetter, Steinschlag, unsachgemässe Handhabung – hier können viele Ursachen dazu geführt haben. Im folgenden Beispielbild war die Fasereinlage eines Spannseils zu schwach dimensioniert. Die Litzen des haben sich beim Biegen unter hoher Pressung und Mangel an Schmiermittel dauerhaft berührt. Die Drahtbrüche entstehen unter Zugkraft, Querpressung, Korrosion und Verschleiss, siehe Bild 8.

Zusammenfassung

Drahtbrüche können Anhand ihrer Form wertvolle Informationen bieten, durch welchen Effekt sie entstanden sind. Daraus lassen sich mögliche Ursachen für den Schädigungsfortschritt eines Seils ableiten und meist auch auf der Anlage finden. Bild 9 zeigt eine abschliessende schematische Übersicht der charakteristischen Drahtbruchformen. Zusätzlich zum Ergebnis der MRT-Prüfung ist daher die augenscheinliche Kontrolle der Seile und das Fotografieren von Auffälligkeiten sehr wichtig. Es gibt dabei Fälle, bei denen die Beurteilung und Entscheidung über weitere Massnahmen nicht leichtfällt. Dann kann es helfen, jemanden nach einer zweiten Meinung zu einem Schadensbild zu fragen, ob er oder sie genauso entscheiden würde. Wenn Sie eine Vermutung und Fotos eines möglichen Seilschadens mit uns teilen möchten, bieten wir gerne unsere Unterstützung an und freuen uns sehr über Ihre Kontaktaufnahme:

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

Bild 9: Übersicht der charakteristischen Drahtbruchformen

