

# Tragseilschaden

## FOLLOW-UP (BAV)

*Urs Amiet  
Fachbereich „Seile“  
Sektion Seilbahnen*



BUNDESAMT FÜR VERKEHR  
OFFICE FÉDÉRAL DES TRANSPORTS  
UFFICIO FEDERALE DEI TRASPORTI  
FEDERAL OFFICE OF TRANSPORT

Sehr geehrte Anwesende: Einleitend möchte ich meinen besonderen Dank aussprechen:

Erstens, an die Adresse der beteiligten Experten (EMPA, Seilprüfstellen, Seilhersteller) die eine schwierige Aufgabe bravourös bewältigt haben. Diese leisteten unter hohem Druck und Einsatz eine ausgezeichnete Arbeit.

Der zweite Dank geht an den Betreiber der betroffenen Seilbahn. Diese Personen dieser Unternehmung haben auf allen Hierarchiestufen durch IHR umsichtiges und äusserst professionelles Handeln Schlimmeres verhindert und zudem negativem Medienrummel vorgebeugt.

- Dieser Schadenfall ist weltweit erstmals aufgetreten. Die Fachwelt war vorerst geschockt und dieser Schock sass tief!  
Nachdem dann die Ursache klar war, standen viele Fragen im Raum. Handelt es sich um einen Einzelfall, oder sind weitere Bahnen betroffen?  
Welche Sicherheitsvorkehrungen waren nötig, Betriebseinstellung Ja/Nein
- Ich präsentiere Ihnen im folgenden Referat das weitere Vorgehen aus Sicht der Aufsichtsbehörde, aber – was Sie sicher interessieren dürfte - auch die Resultate der eingeleiteten Massnahmen.

## Massnahmen:

- ▶ Finden und Sanieren von bestehenden Fressstellen

„Massnahmenpaket 1“

- ▶ Vermeidung von Fressvorgängen

„Massnahmenpaket 2“

Welche Lehren können aus diesem Fall gezogen werden?

- Rückwirkend kann (wie üblich) festgestellt werden, dass der Schaden auf manche Weise hätte vermieden werden können. Mit Wissen von „Nachher“ sollten aber nicht die Beteiligten von „Vorher“ beschuldigt, sondern die Lehren für die „Zukunft“ gezogen und weitergegeben werden. Dies ist Ziel meines Referates
- Dieser Schadenfall deckte Wissenslücken auf betreffend:
  - Schadensprävention
  - Schadenerkennung
  - Schadensanierung

Um Ähnliche Vorfälle vermeiden, hat Bundesamt für Verkehr zwei Massnahmenpakete geschnürt

1. Das Vorgehen für das **Auffinden** und das **Sanieren** von bestehenden Fressstellen.

In der Folge verwende ich diesen Begriff für Reibspuren mit Schuppenbildung an der Seiloberfläche, mit oder ohne Wasserstoffversprödung. Sie haben bereits erfahren, wie solche Fressspuren verursacht werden.

2. Das Vermeiden von Vorgängen die zu diesem Schadensbild führen

1. Sonderinspektion durch Seilbahn-Betreiber
  - Instruktion
  - Resultate / Auswertung
2. Sanierungsmethoden
3. Visuelle Kontrolle durch Seilprüfstellen
  - als Nachprüfung (4-Augenprinzip)
  - nach Seilverschiebungen generell

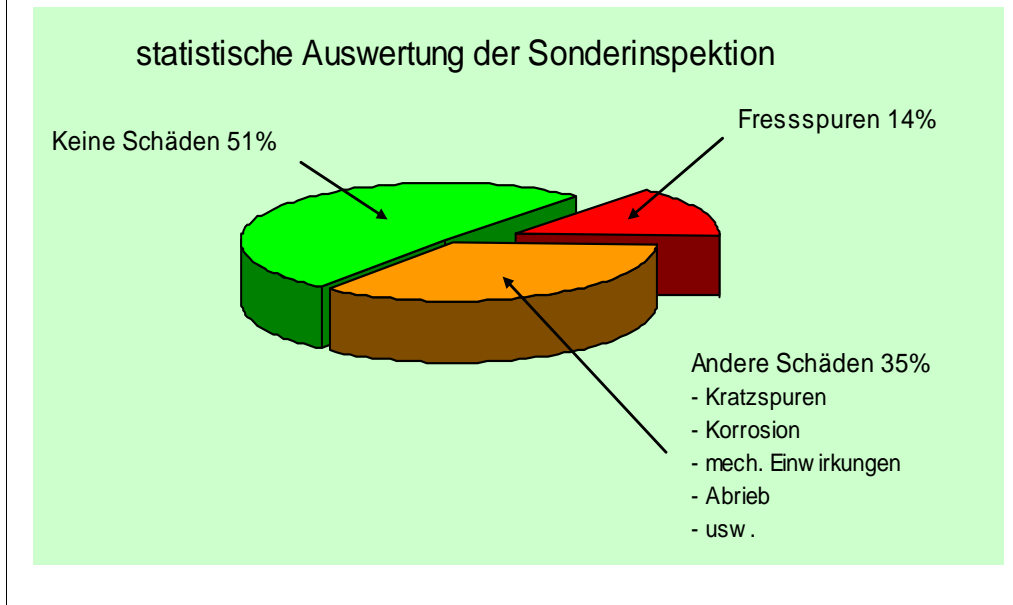
Was beinhaltet das Massnahmenpaket 1?

1. Als erstes: Eine Sonderinspektion der potentiell gefährdeten Tragseile innerhalb einer sehr kurzen Zeitspanne. Diese Aufgabe wurde den Seilbahnbetreibern zugemutet.
  - Daher musste jedoch Instruktionsmaterial erstellt werden. Auf den Umfang werde ich noch näher eingehen.
  - Auch die Resultate der Sonderinspektion werde ich in der Folge präsentieren
2. Die Sanierungsmethoden für diese komplexen Schadensbilder mussten evaluiert und ausgearbeitet werden. Das Resultat dieser Untersuchungen werde ich Ihnen in der Folge auch präsentieren.  
→ **Massnahmen 1 und 2 hatten oberste Priorität**
3. Als Zusatz zur Sonderinspektion sind im Sinne des 4-Augenprinzips visuelle Kontrollen angeordnet worden. Diese müssen durch die Seilprüfstellen oder die Seilhersteller durchgeführt werden.
  - Die Nachprüfungen erfolgen in Stichproben, auch nach allen Tragseilverschiebungen.

### März 2005: Aufforderung zur Sonderinspektion

- ▶ Schulungsunterlagen
  - Anweisungen BAV für visuelle Kontrolle
  - Merkblatt Fatzer AG „Seilreinigung“
- ▶ Musterkoffer EMPA
  - Seilmuster
  - CD mit Schadensbilder
  - Anweisungen EMPA

- Im **März 2005** wurden alle betroffenen Betreiber zur Sonderinspektion aufgefordert. Betroffen von dieser Massnahme waren 57 Anlagen. Es waren dies alle Seilbahnen deren Tragseile auf Auflagern aus Stahl (sog. Stahlsättel) geführt werden.
  - Da die Sonderinspektion an die Betreiber delegiert wurde, war eine **Schulung** notwendig.
    - Die detaillierte Instruktion umfasste, was, wie, durch wen, bis wann zu prüfen war. Bei positivem Prüfbefund musste unverzüglich ein Seilspezialist beigezogen werden.
    - Die einwandfreie Seilreinigung ist eine zwingende VORAUSSETZUNG!! für die visuelle Seilkontrolle. Die Tragseile müssen nach der Reinigung eine blanke Oberfläche aufweisen. Die Fatzer AG erstellte dazu ein Merkblatt.
  - Die EMPA ihrerseits fertigte mehrere Musterkoffer an, mit folgendem Inhalt:
    - Seilmuster / CD mit Schadensbilder / weiteren Instruktionen
- ➔ Diese Koffer zirkulierten unter den betroffenen Seilbahnen
- ➔ bis Ende April 2005 war der Prüfbefund einzureichen
- ➔ In Zwischenzeit mussten zudem Sanierungsmethoden erprobt und festgelegt werden.



Von den 57 betroffenen Seilbahnen meldete die Hälfte keine Schäden.

→ Alle diese Fälle werden noch bis Ende 2006 mittels den Stichproben überprüft.

Bei 14 %, d.h. in 8 Fällen wurden Fressspuren festgestellt

→ Beim Bekanntwerden wurde die Sanierung unverzüglich eingeleitet.

→ Alle Seile konnten saniert werden. bevor Ablegekriterien erreicht.

35% meldeten andere Schäden wie zum Beispiel:

→ Kratzspuren

→ Korrosion

→ Mechanische Einwirkung

→ Abrieb.

→ In all diesen Fällen wurden Seilspezialisten zur Beurteilung beigezogen

→ Diese Gruppe werden wir nun eingehender betrachten

## 35% Andere Schäden



BAV  
OFT  
UFT  
FOT

April 2006/U. Amiet Nr. 6

### Ursache: Nicht Tragseilverschiebung

1. Schäden durch Seilkontakt mit Stahlteilen
    - ▶ Abrieb / Reibung
  2. Korrosion
  3. Schlagspuren
  4. Blitzschlagstellen
- ➔ Ersatz 4 Tragseile

35% der Schäden wurden **NICHT** durch das Verschieben der Tragseile hervorgerufen.

Wir können die Ursachen in 4 Kategorien einteilen:

1. Schäden durch den Seilkontakt mit Stahlteilen. DIE Kategorie mit den häufigsten Fällen
  - In der Regel Abrieb verursacht durch Reibung oder auch Kratzspuren
2. Kat. 2: Äussere Korrosion, z.T starke Korrosionsnarben
3. Schlagspuren durch Montagearbeiten
4. Kategorie 4 : Blitzschlagstellen
  - ➔ Bei 2 Anlagen mussten Tragseile abgelegt / ersetzt werden
  - ➔ In der Folge möchte ich Ihnen ein paar Fälle zeigen:

## Stationspuffer



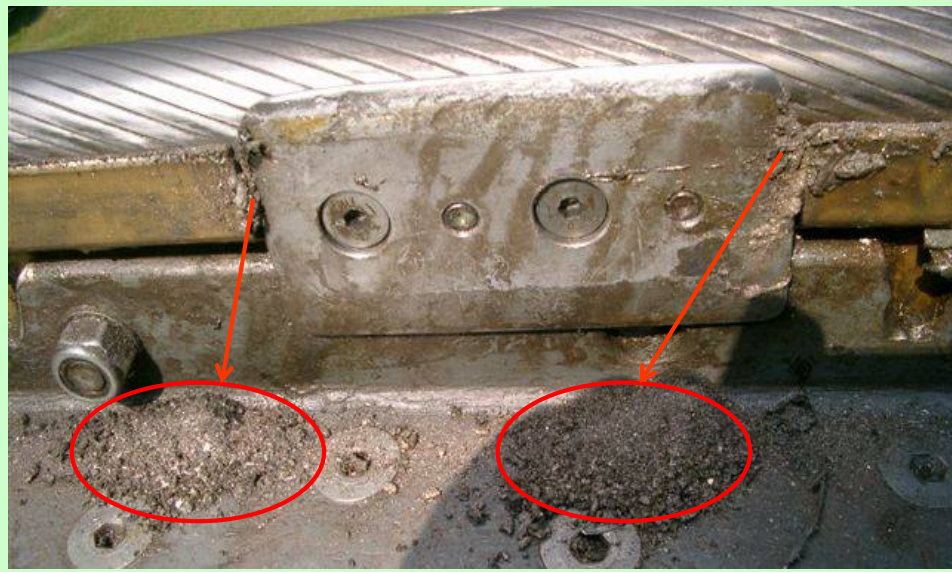
### Kategorie 1: Schäden ausgehend durch den Seilkontakt mit Stahlteilen

- Bild 1: Hier sehen Sie Verschleiss, verursacht durch den Stationspuffer
- Bild 2: Abrieb, verursacht durch Seilentgleisungsschutz
- Bild 3: auf diesem Bild erkennen sie eine deutliche Kratzspur

# 1. Kontakt: Seil mit Stahlelementen



April 2006/U. Amiet Nr. 8



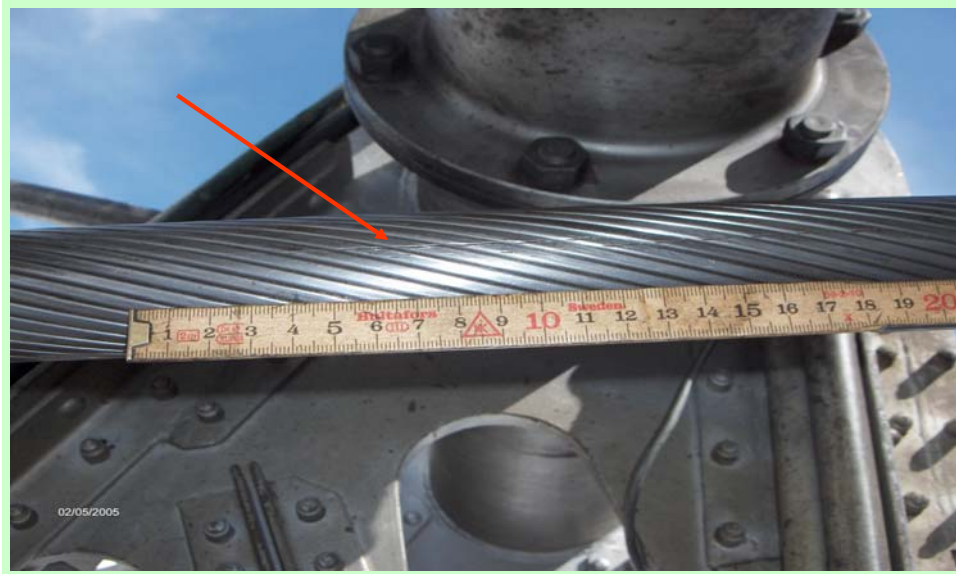


# 1. Kontakt: Seil mit Stahlelementen



BAV  
OFT  
UFT  
FOT

April 2006/U. Amiet Nr. 9



## 2. Korrosion



BAV  
OFT  
UFT  
FOT

April 2006/U. Amiet Nr. 10



Hier sehen sie ein Beispiel von starker äusserer Korrosion, mit z.T mit ausgeprägten Korrosionsnarben

### 3. Schlagspuren



April 2006/U. Amiet Nr. 11



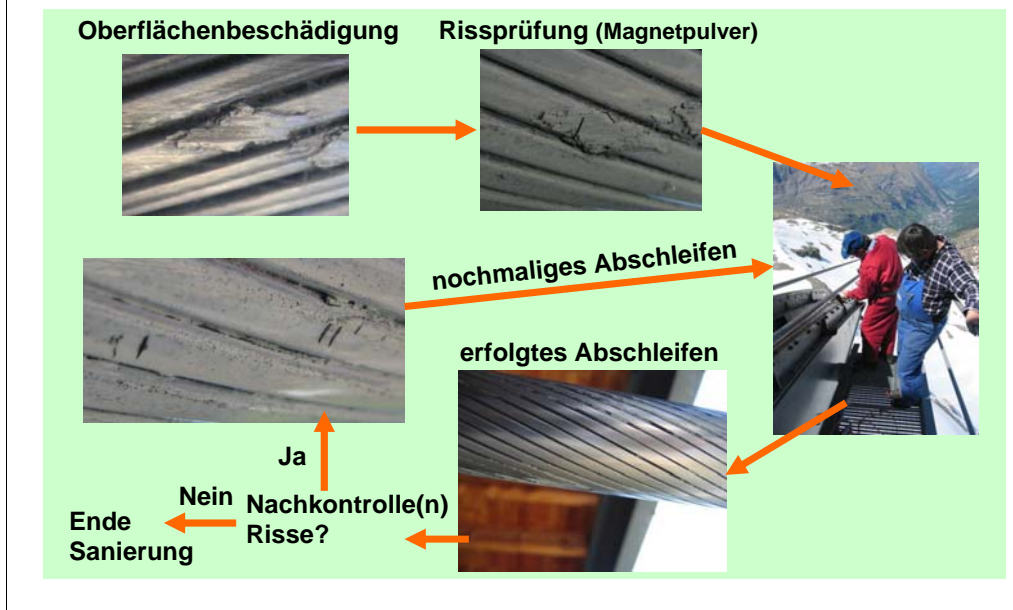
Kategorie 3, Schlagspuren, vermutlich verursacht bei Montagearbeiten

Ich möchte betonen dass das Auffinden all dieser Beschädigungen ein äusserst positiver Nebeneffekt aus der Aktion „Sonderinspektion“ darstellt.

# Seilsanierung (Fressspuren)



April 2006/U. Amiet Nr. 12



Nun, welche Methoden wurden zur Sanierung von Fressstellen angewendet:

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass bei allen Fressspuren auch immer Mikrorisse vorhanden sind.

→ Diese Erkenntnis beeinflusste natürlich die Sanierungsmethode

Der Sanierungsprozess durch Abtragen der schadhafte Schicht (durch Abschleifen muss solange wiederholt werden, bis keine Risse mehr detektiert werden.

→ Die Querschnittsverminderung blieb bei allen Fällen unter der 5%- Grenze, dem Ablegekriterium für Tragseile.

Natürlich müssen diese sanierte Stellen dauernd überwacht und kontrolliert werden. Ein entsprechendes Überwachungskonzept wurde zusammen mit den Experten entwickelt und festgelegt.

### Massnahmen:

▶ Finden und Sanieren von bestehenden Fressstellen

▶ Vermeidung von äusseren Beschädigungen

„Massnahmenpaket 2“

Ich möchte noch kurz das Massnahmenpaket 2 erläutern.

Nach den Ergebnissen der Sonderinspektion wurde die Zielformulierung erweitert. Es sind nicht nur mehr Fressspuren sondern möglichst jegliche Beschädigungen an der Seiloberfläche zu vermeiden.

### Schliessen von Wissenslücken

- ▶ Konstruktive Anpassungen:
  - Vermeidung Stahl/Stahl
  - Seilaufbau (Querschnitt Decklage)
- ▶ Arbeitsanweisungen Montagefirmen
- ▶ BAV-Projekt „Montageklemmen“
- ▶ Prüfverfahren: visuell / zerstörungsfrei
- ▶ Beurteilung von Beschädigungen
- ▶ Schulung / Vorträge

#### Welche Lücken müssen geschlossen werden?

- Konstruktiv Kombination **Stahlseil auf Stahl** mit Längsbewegung vermeiden
- Der Anteil der Decklage am Querschnitt des Seiles darf nicht so hoch sein, dass allfälliges Versagen die Zugsicherheit des Restseiles gefährdet.

Die Montagefirmen müssen Prozesse für Arbeiten wie z.B. für Tragseilversch. Umgang mit Klemmpl., beherrschen.

Montageklemmen z.B. können ähnliche Schäden hervorrufen. Sie erfahren näheres im Vortrag von Hr. Dr. Messmer IWM

Sowohl die visuelle als auch die magnetinduktive Prüfung ist vorschriftsgemäss durchzuführen. Keine dieser Prüfungen kann durch häufigere Durchführung der anderen Prüfung ersetzt werden! Mit visueller Prüfung können Schäden festgestellt werden, welche die MgInd-Prüfung aus physikalischen Gründen nicht anzeigt und umgekehrt. Mit der visuellen Prüfung können irreversible Spätfolgen von Schäden vermieden werden. Hingegen werden mit der MgInd-Prüfung nur bereits eingetretene Schäden festgestellt. Deshalb ist visuelle Seilprüfung unerlässlich.

Schäden müssen zwingend beurteilt und überwacht werden. Speziell nach Ereignissen mit möglichen Oberflächenverletzungen. Nach Vorkommnissen, wie die ruckartige Bewegung des Seiles, rutschenden Klemmplatten, Montagearbeiten usw. unverzüglich Kontrolle ob Beschädigungen am Seil entstanden. Solche können saniert werden, bevor es zu Folgeschäden kommt. → Für die Instandsetzungen bei Beschädigungen gibt es viele Möglichkeiten

Die Wissenslücken müssen nachhaltig durch Schulung /Referate geschlossen bleiben

- ▶ **Steigerung Sicherheit**
  - Seilbahnunternehmen sensibilisiert
    - visuelle Seilprüfung neuer Stellenwert
    - Seilreinigung neue Bedeutung
  - Wissenslücken aufgedeckt
  - Problematik Stahl/Stahl-Kombination
- ▶ **Sonderinspektion ausdehnen**
  - alle Tragseile!!
- ▶ **langwieriger Prozess (Jahre)**
- ▶ **Auch Ausland betroffen**

## Fazit / Conclusion / Conclusion / Conclusion

Dieser Fall hat eine Steigerung der Seil-Sicherheit provoziert. Daher ging zu Beginn meines Referates mein spezieller Dank an alle Beteiligten Fachleute und das Seilbahnunternehmen.

- Die Seilbahnunternehmen sind sensibilisiert, die visuelle Seilprüfung hat einen neuen Stellenwert erhalten, die Seilreinigung ist in den Vordergrund gerückt.
- Gravierende Wissenslücken wurden geschlossen
  - Bei den Betreibern, Montagefirmen, Seilhersteller, Aufsichtsbehörde
- Die Problematik des Seilkontaktes mit Stahlteilen ist bekannt, insbesondere bei hoher Flächenpressung
- Die Sonderinspektion wird im Sinne von Stichproben auf alle Seilbahnen mit Tragseile ausgedehnt (z.B. nach Tragseilverschiebungen)
- Umsetzung der Massnahmen ist ein langwieriger Prozess. Wir sprechen hier nicht von Monaten, sondern von Jahren.
- Die gesamte Problematik beschränkt sich nicht auf die Schweiz



Abschliessend sei noch eine Frage sei erlaubt:

- Welches andere Maschinenelement hätte eine derart grosse Beschädigung überstanden ohne zu kollabieren?
- Seile, meine Damen und Herren gelten daher nach wie vor als **Sicher** und verdienen unser volles Vertrauen!
  - Vorausgesetzt natürlich, dass diese richtig inspiziert und gepflegt werden.
- Für Fragen, stehen wir gerne zur Verfügung.
- Ich danke Ihnen für die Aufmerksamkeit