

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 134 (2008)
Heft: 13: Seilbahnen

Artikel: Sicher am Seil
Autor: Oplatka, Gábor
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-108909>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

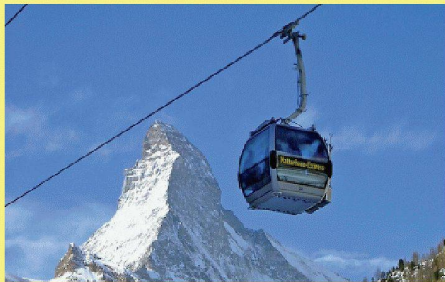
Download PDF: 22.12.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

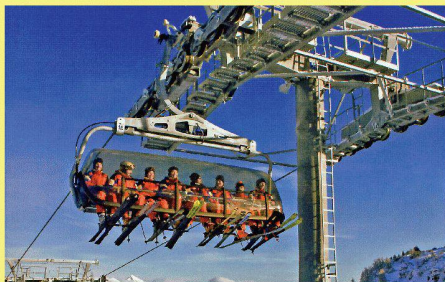
SICHER AM SEIL



01



02



03

01 Pendelbahn: Die zwei mit Trageilbremsen an den Laufwerken ausgerüsteten Fahrzeuge fahren auf je zwei Trageilen und werden von einem Zugseil im Gegentakt bewegt. Fahrgeschwindigkeit 10 m/s im Feld und 7 m/s bei der Stützenüberfahrt (Bild: CWA)

02 Gondelbahn: Einseil-Umlaufbahn mit Fahrzeugen für 8 Fahrgäste, die in den Stationen vom Förderseil abgekuppelt werden. Fahrgeschwindigkeit 6 m/s auf der Strecke, 0,6 m/s im Ein- und Aussteigebereich (Bild: CWA)

03 Sesselbahn mit kuppelbaren Klemmen: Die Sessel mit bis zu 8 Personen Fassungsvermögen, die in den Stationen vom Förderseil abgekuppelt werden, können mit Wetterschutzhauben und Sitzheizung ausgerüstet werden. Fahrgeschwindigkeit 5 m/s auf der Strecke, 0,5 m/s im Ein- und Aussteigebereich (Bild: Doppelmayr)

Obwohl sie als gefährlich empfunden werden, gehören Seilbahnen statistisch gesehen zu den sichersten Verkehrsmitteln. Die wenigen Unfälle werden meist durch menschliches Fehlverhalten verursacht. Die Sicherheit kann durch einfache technische und organisatorische Massnahmen erhöht werden.

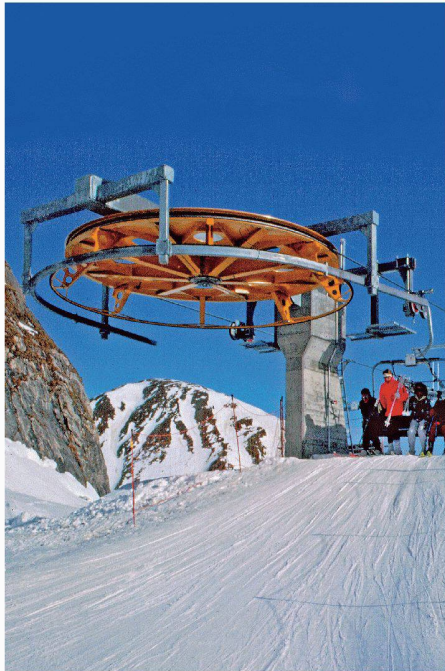
Gemäss der Statistik der unter der Aufsicht des Bundes stehenden schweizerischen Seilbahnen für die letzten fünf verfügbaren Jahre (2002–2006) wurden an den 645 Bahnen (Bestand 2006) jährlich etwa 188 Millionen Fahrgäste gezählt. Davon erlitten im Schnitt jährlich 13.4 Personen eine Verletzung. Pro 100 Millionen Fahrgäste wurden demnach etwa 7.1 Personen verletzt, oder anders ausgedrückt tritt eine verletzte Person pro 14 Millionen Fahrgäste ein. In diesen fünf Jahren erlitt kein Fahrgast tödliche Verletzungen. Leider muss dieses Jahr wegen einer Seilentgleisung ein Todesfall beklagt werden. Davor ereignete sich der letzte tödliche Unfall auf schweizer Seilbahnen 1996 infolge eines Achsbruches. Die Zahl der Verletzten pro 100 Millionen Fahrgäste unterscheidet sich, wie Tabelle 6 zeigt, zwischen den Seilbahntypen deutlich.

Die Wahrnehmungen der Öffentlichkeit und der Fahrgäste weichen aber deutlich von den beruhigenden Aussagen der Statistik ab. Seilbahnunfälle prägen sich wegen ihrer Seltenheit und gleichzeitigen Dramatik bei den Menschen stark ein. Man erinnert sich an alte, vor 20 und mehr Jahren geschehene Unfälle, wie wenn sie sich vor kurzem zugetragen hätten. Ein unvorgesehener Stillstand wird meistens als Panne oder Unfall empfunden, sodass Fahrgäste beispielsweise berichteten, dass sie an einer Bahn «eine Ewigkeit lang zwischen Leben und Tod gehangen haben». Gemäss den Angaben der Bahn wurde dabei der Betrieb wegen eines locker gewordenen Sicherheitsschalters während 12 Minuten automatisch unterbrochen. Das Beispiel zeigt, wie wichtig die rechtzeitige und korrekte Information der Fahrgäste ist.

WAS PASSIEREN KANN

Einen «typischen Seilbahnunfall» gibt es nicht. Wenn es einen definierten typischen Unfall gäbe, wäre schon längst etwas dagegen unternommen worden. Die statistischen Daten in Tabelle 7 zeigen jedoch, dass die Sesselbahnen eine Ausnahme von dieser generellen Beurteilung bilden. Trotz den in der Schweiz obligatorischen Abschlussbügeln kommen Abstürze vor allem von Kindern vor. Eine spezifische Gefährdung besteht bei den fix gekuppelten Sesselbahnen (Bild 4). Diese sind nebst dem Paternoster und den Rolltreppen bzw. Förderbändern die einzigen Verkehrsmittel, welche von den Fahrgästen bei voller Fahrgeschwindigkeit besetzt und verlassen werden. Das Ein- und Aussteigen bereitet speziell älteren Fussgängern Schwierigkeiten, weshalb bei fix gekuppelten Sesselbahnen im Vergleich zu den anderen Seilbahntypen die meisten Verletzungen vorkommen.

Die Fahrgäste befürchten am meisten das Reißen eines Seils. Diese Gefahr kann, sachgerechte Instandhaltung vorausgesetzt, als sehr klein bezeichnet werden, denn Stahldrahtseile gelten als Musterbeispiel für Redundanz (Bilder 9–11). Der Bruch eines Drahtes bewirkt nur eine lokale Schwächung des Seils, weil die anderen Drähte seine Funktion übernehmen. Im betroffenen Draht baut sich die Zugkraft in einer Entfernung von etwa 20 Seildurchmessern von der Bruchstelle dank der Reibung zu den Nachbardrähten erneut voll auf. Drahtbrüche können durch zerstörungsfreie Inspektionen (mittels Magnetinduktionsprüfung), deren periodische Durchführung vorgeschrieben ist, auch im Inneren eines Seils festgestellt werden. Da die Gesetzmässigkeit bekannt ist, nach welcher die Drahtbrüche mit der Zeit zunehmen, können die Seile rechtzeitig ersetzt werden. Allerdings kann ein Seil durch fremde Einwirkungen, wie etwa Feuer, Kollision mit Flugzeug, Bruch eines Anlageteils, widerregte Schwingungen, Berührung mit einer Hochspannungsleitung, Sabotage usw. zum Bruch gebracht werden.



04

04 Sesselbahn mit fix gekoppelten Klemmen: Die 2 bis 4 Personen fassenden Sessel werden bei voller Fahrgeschwindigkeit (bis 2.0 m/s für Skifahrer und 1.6 m/s für Fussgänger) bestiegen und verlassen. Im Bild eine gut angelegte Ausstiegsstelle für Skifahrer (Bild: Doppelmayr)

05 Funitel: Umlaufbahn mit zwei synchron laufenden Förderseilen. Sie haben eine grössere Windstabilität und Freiheit zu Längsschwingungen als Gondelbahnen. Die bis 30 Personen fassenden Fahrzeuge werden in den Stationen von den Seilen abgekuppelt (Bild: CWA)

06 Anzahl der Verletzten pro 100 Millionen beförderte Fahrgäste an den unter Bundesaufsicht stehenden Seilbahnen in der Schweiz in den Jahren 2002–2006 (Daten: Bundesamt für Verkehr)

07 Prozentuale Verteilung der verletzten Fahrgäste bei den Sesselbahnen 2002–2006

K: Kinder, F: Frauen, M: Männer

Sk: Sessel am Seil kuppelbar

Sf: Sessel am Seil fix gekuppelt

In diesem Zeitraum sind an den kuppelbaren Sesselbahnen 3-mal mehr Fahrgäste als an den fix gekuppelten Anlagen befördert worden (Daten: Bundesamt für Verkehr)

08 Gründe für Vorfälle an Seilbahnen

09 Querschnitt eines verschlossenen Seils, das wegen seiner glatten Oberfläche als Tragseil verwendet wird (Bilder: ETH)

10 Querschnitt eines Litzenseils. Wegen seiner Biegsamkeit dient es als Zug- und Förderseil

11 Schnittmodell eines Klemmkopfes. Der Klemmkopf ist eine kontrollierbare Endbefestigung für korrosionsgefährdete und grossen Wechselbelastungen unterworfenene Litzenseile, wie beispielsweise die Zugseile. Er wurde an der ETH Zürich entwickelt und wird heute weltweit verwendet



05

Standseilbahnen	1.2
Pendelbahnen	0
Gondelbahnen	1.1
Kuppelbare Sesselbahnen	7.2
Fix gekuppelte Sesselbahnen	27.3
Übrige Bahnen, z. B. Funitels	0
Insgesamt	7.1

06

Ereignis	K	F	M	Sk	Sf
Sturz vom Sessel (Einstieg)	7	17	10	15	19
Sturz ins Auffangnetz	0	7	2	2	7
Sturz vom Sessel (Strecke)	33	2	0	19	16
Sturz vom Sessel (Ausstieg)	0	17	5	10	12
Summe	40	43	17	46	54

07

Typisch für die Ursachen von ausserordentlichen Ereignissen ist, abgesehen von den vorher beschriebenen Fremdeinwirkungen, dass mehrere an und für sich bedeutungslose Umstände in einer unglücklichen Kombination zusammentreffen und damit zu einer gefährlichen Situation führen. Da die Anzahl der möglichen Kombinationen sehr gross ist, können nicht alle vorausgesehen werden. Oft müssen die Seilbahnfachleute nach einem Vorfall eingestehen, dass sie von der eingetretenen Kombination der Umstände überrascht wurden. Umso wichtiger ist es, aus konkreten Fällen die richtigen Lehren zu ziehen und diese zu veröffentlichen oder mindestens den zuständigen Personen zugänglich zu machen, um die Wahrscheinlichkeit der Wiederholung solcher oder ähnlicher Fälle zu verkleinern.

Leider ist die Seilbahnbranche nicht sehr mitteilungsfreudig bezüglich der näheren Umstände von Vorfällen. Diese werden in der Regel mit grosser Diskretion behandelt. Die Aufsichtsbehörden der wichtigsten Seilbahnländer treffen sich jährlich zu einer Aussprache. Hier kommen aber in der Regel nur die Fälle mit gravierenden Folgen zur Sprache und nur selten die Beinahe-Unfälle. Die Mitteilungen darüber sind nicht öffentlich zugänglich, und sie schlagen sich auch nicht in Orientierungen der Betreiber, sondern in Vorschriften nieder. In der Schweiz werden die gravierenden Seilbahnunfälle seit einigen Jahren von einer unabhängigen Stelle untersucht, deren Berichte öffentlich zugänglich sind.¹

WARUM ETWAS PASSIERT

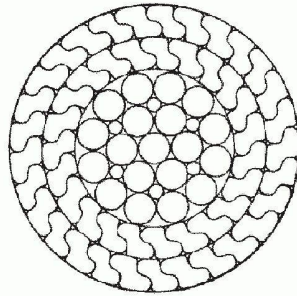
Ein ernsthafter Vorfall an einer Seilbahn wird als Ereignis bezeichnet, wenn dieser ohne gravierende Folgen bleibt, sei es wegen glücklicher Umstände oder weil die vorgesehenen Sicherheitseinrichtungen erwartungsgemäss funktioniert haben. Ein Unfall ist eingetreten, wenn der Vorfall gravierende Folgen hat. Entweder haben die Sicherheitseinrichtungen nicht funktioniert, oder der Fall war nicht vorgesehen, und deshalb existierte eine entsprechende Sicherheitsvorrichtung gar nicht. Tabelle 8 zeigt, wie die auslösenden Gründe für Vorfälle an Seilbahnen grob verteilt sind.

Ursache	Ereignis	Unfall
Technische Gründe oder höhere Gewalt	80 %	20 %
Fehlverhalten von Fahrgästen oder Personal	20 %	80 %

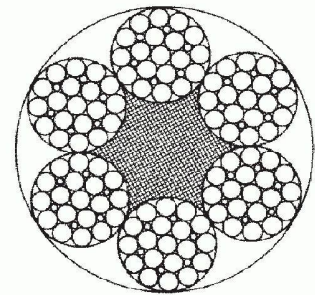
08

17 MASSNAHMEN FÜR NOCH MEHR SICHERHEIT AN SEILBAHNEN

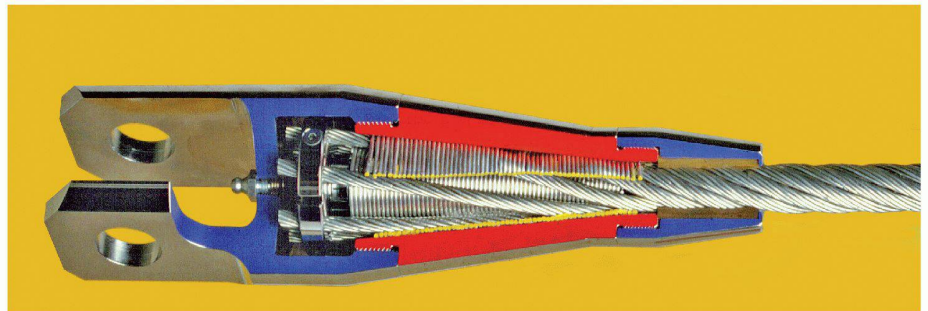
1. Die Konzeption der Anlage verunmöglicht fehlerhaftes Verhalten der Fahrgäste. Fehlverhalten darf nicht mit Vorteilen «belohnt» werden.
2. Reduktion des Bestandes von fix gekuppelten Sesselbahnen. Diese sind bei den Fahrgästen wegen der Ein- und Aussteigeprozedur sowie wegen ihrer geringen Kapazität und langen Fahrzeit unbeliebt.
3. Bei der Konstruktion einer Anlage werden auch ganz selten vorkommende, ausserordentliche Betriebszustände berücksichtigt.
4. Bevor in einer bewährten Anlage ein in einer anderen Anlage bewährtes Element integriert wird, ist die Kompatibilität umfassend zu prüfen.
5. Nicht originale Ersatzteile werden nicht oder nur mit grosser Vorsicht verwendet.
6. Provisorische Montagen und Reparaturen werden baldmöglichst ersetzt: Sie bergen die Gefahr in sich, mit der Zeit als Definitive betrachtet und gebraucht zu werden, wobei sie dann versagen.
7. Punktuelle Verbesserungen werden bezüglich ihrer Nebeneffekte im Detail untersucht.
8. Aus fremden Sprachen übersetzte Handbücher sind mit Vorsicht zu verwenden.
9. Nach ausserordentlichen Vorkommnissen wie Seilentgleisung, Rutschen einer Klemmplatte usw. wird unverzüglich kontrolliert, ob Schäden entstanden sind, damit sie beseitigt werden können, bevor es zu Folgeschäden kommt.
10. Die visuelle und die magnetinduktive Prüfung der Seile sind vorschriftsgemäss durchzuführen. Keine dieser Prüfungen kann durch häufigere Durchführung der anderen ersetzt werden.²
11. Vorzeichen von Schäden wie erhöhte Temperatur, tropfendes Öl, Geräusche, Vibrationen, lose Teile oder Späne sind zu beachten.
12. Was an einer Anlage messbar ist, wird gemessen, und die Resultate werden grafisch dargestellt. Dadurch lassen sich Trends und Unstetigkeiten besser erkennen. Sonst besteht die Gefahr, dass langsame Veränderungen nicht bemerkt werden.
13. Reinigungsarbeiten werden durch qualifiziertes Personal ausgeführt, denn dabei können Fehler entdeckt werden.
14. Für Instandhaltungsarbeiten wird genügend Zeit, Personal, Platz und Werkzeug zur Verfügung gestellt.
15. Gute Beleuchtung als eine elementare Voraussetzung für sicheres Arbeiten und das Erkennen von Unzulänglichkeiten ist gewährleistet.
16. Für die Aufsicht bei den Stationen von Skiliften und Sesselbahnen wird eine Hilfe, beispielsweise durch einen Fühler, der die Annäherung eines Fahrgasts signalisiert, angeboten. Die Aufsichtstätigkeit ist nicht durch technische Massnahmen ersetzbar. Sie gehört, insbesondere bei schwachem Verkehr, zu den Arbeiten, welche die Aufmerksamkeit nur sehr selten, aber dann voll beanspruchen. Dabei ist es nicht zu vermeiden, dass die Aufmerksamkeit des Menschen mit der Zeit nachlässt und er deshalb im entscheidenden Moment nicht präsent ist.
17. Auch sehr erfahrene Konstrukteure bestimmter Seilbahntypen sollen sich nicht ohne Weiteres mit der Konstruktion anderer Typen, die unterschiedliche Spezialkenntnisse voraussetzen, befassen.



09



10



11

Technische Gründe und höhere Gewalt sind für den überwiegenden Teil der Ereignisse verantwortlich. Sie führen aber nur selten zum Unfall, was zeigt, dass die Sicherheitseinrichtungen gut funktionieren. Beim menschlichen Fehlverhalten zeigt sich eine umgekehrte Verteilung. Die Dunkelziffer dürfte hier jedoch hoch sein, denn Vorfälle ohne Konsequenzen werden vermutlich weniger lückenlos gemeldet.

Auch die aktuellen theoretischen Kenntnisse sind nicht lückenlos. So fehlt beispielsweise eine allgemeingültige Rechenmethode für das Verhalten einer Zweiseil-Umlaufbahn bei transienten Vorgängen (Beschleunigung und Verzögerung). Man behilft sich deshalb mit empirisch erarbeiteten Grenzwerten, zu denen ein als hinreichend erachteter Sicherheitsabstand eingehalten wird.

WAS GETAN WERDEN KANN

Im nebenstehenden Kasten sind, ohne Anspruch auf Vollständigkeit und rechtliche Relevanz, technische und organisatorische Massnahmen zur Optimierung der Betriebssicherheit von Seilbahnen aufgeführt. Wären sie rechtzeitig ergriffen worden, hätten sie zur Vermeidung einiger in der jüngsten Zeit weltweit eingetretener Vorfälle beigetragen. Die Massnahmen sind mehrheitlich trivial, was zeigt, dass Vorfälle meistens aus trivialen Gründen entstehen und dass der Weg zu ihrer Vermeidung oft nicht kostspielig sein muss.

Gábor Oplátka, Prof. em. Dr. Dr. h. c., ehem. Leiter des Bereichs Seilbahntechnik des Instituts für Leichtbau und Seilbahntechnik an der ETH Zürich, gabor@oplatka.ch

Anmerkungen

1 Unfalluntersuchungsstelle für Bahnen und Schiffe, www.uus.admin.ch

2 Gábor Oplátka: Zur Instandhaltung von verschlossenen Seilen. Internationale Seilbahnrundschau 4 (2005)