



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra
Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Abschlussbericht der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über die Kollision zweier Seilbahnsessel

vom 3. Januar 2024

in Visperterminen (VS)

Reg.-Nr. 2024010302

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Der alleinige Zweck der Untersuchung eines Unfalls oder eines schweren Vorfalls ist die Verhütung von Unfällen oder schweren Vorfällen beim Betrieb von Eisenbahnen, Seilbahnen und Schiffen. Es ist ausdrücklich nicht Zweck der Sicherheitsuntersuchung und dieses Berichts, Schuld oder Haftung festzustellen¹. Wird dieser Bericht zu anderen Zwecken als zur Unfallverhütung verwendet, ist diesem Umstand Rechnung zu tragen.

In diesem Bericht wird aus Gründen des Persönlichkeitsschutzes für alle natürlichen Personen und ihren Funktionen unabhängig von ihrem Geschlecht die männliche Form verwendet.

¹ Artikel 15 des Eisenbahngesetzes vom 20. Dezember 1957 (EBG), Stand am 1. Juli 2024 (SR 742.101) und Artikel 18a im Bundesgesetz über Seilbahnen zur Personenbeförderung (Seilbahngesetz) vom 23. Juni 2006 (SebG), Stand am 1. Januar 2021 (SR 743.01).

Inhaltsverzeichnis

Glossar	5
1 Zusammenfassung.....	6
1.1 Kurzdarstellung	6
1.2 Überblick.....	6
1.3 Ursachen.....	6
1.4 Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise.....	6
2 Sachverhalt.....	8
2.1 Ort des Ereignisses.....	8
2.2 Untersuchung.....	9
2.3 Vorgeschichte	9
2.4 Ablauf des Ereignisses.....	9
2.5 Schäden.....	11
2.5.1 Personen	11
2.5.2 Infrastruktur.....	11
2.5.3 Fahrzeuge.....	11
2.6 Beteiligte und betroffene Personen	11
2.6.1 Seilbahnpersonal	11
2.7 Beteiligte und betroffene Unternehmen	11
2.7.1 Seilbahnunternehmen	11
2.8 Infrastruktur.....	11
2.8.1 Seilbahnanlage	11
2.8.2 Seilbahnsteuerung	12
2.9 Fahrzeuge.....	12
2.9.1 Seilbahnsessel und Seilklemmen.....	12
2.9.2 Prüfung der Klemmkraft	14
2.10 Kommunikation	15
2.11 Auswertung der Datenaufzeichnung.....	15
2.11.1 Daten der Seilbahnsteuerung.....	15
2.11.2 Klemmkraftprüfung von Sessel Nr. 68.....	15
2.11.3 Video.....	15
2.12 Besondere Untersuchungen.....	15
2.12.1 Wetter, Sichtverhältnisse.....	15
2.12.2 Prozesse / Zusammenarbeit	16
2.12.3 Nachweisdokumente.....	16
2.12.4 Untersuchung weiterer Seilklemmen und Tellerfedern	16
2.12.5 Metallurgische Untersuchung der Tellerfedern	17
2.13 Regelungen und Funktionsbeschreibungen	18

2.13.1	Regelungen zur Prüfung der Seilklemmen	18
3	Analyse	21
3.1	Technische Aspekte.....	21
3.2	Organisatorische Aspekte	21
3.3	Betriebliche oder prozessuale Aspekte	22
4	Schlussfolgerungen.....	23
4.1	Befunde	23
4.1.1	Technische Aspekte.....	23
4.1.2	Organisatorische Aspekte	23
4.1.3	Betriebliche oder prozessuale Aspekte	23
4.2	Ursachen.....	24
5	Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen	25
5.1	Sicherheitsempfehlungen.....	25
5.2	Sicherheitshinweise	26
5.3	Seit dem Unfall getroffene Massnahmen.....	26

Glossar

Vorgaben

SebG Bundesgesetz über Seilbahnen zur Personenbeförderung vom 23. Juni 2006 (Seilbahngesetz), Stand am 1. Januar 2021 (SR 743.01)

Begriffe

BAV Bundesamt für Verkehr
SISAG Seilbahn- und Industrielle Sicherheitstechnik AG.

1 Zusammenfassung

1.1 Kurzdarstellung

Am 3. Januar 2024 um ca. 16:05 Uhr ereignete sich in Visperterminen (VS) eine Kollision zweier Seilbahnsessel. Kurz nach dem Befahren der Stütze 11 rutschte der Sessel Nr. 68 bei der Talfahrt am Förderseil talwärts und kollidierte mit dem davor verkehrenden Sessel Nr. 67. Zwei Passagiere wurden leicht verletzt. Die beiden Seilbahnsessel wurden beschädigt.

1.2 Überblick

Verkehrsmittel Seilbahn

Beteiligte Unternehmen

Seilbahnunternehmen GIW AG (SVG), Visperterminen
Sesselbahn Visperterminen – Giw mit kuppelbaren
Zwei-Personen-Sesseln, BAV-Nr. 73.145

Beteiligte Fahrzeuge Seilbahnsessel Nr. 68
Seilbahnsessel Nr. 67

1.3 Ursachen

Die Kollision zweier Seilbahnsessel vom 3. Januar 2024 in Visperterminen ist auf das Rutschen der Seilklemme des Sessels Nr. 68 am Förderseil zurückzuführen.

Zum Unfall haben beigetragen:

- Der Verlust von gebrochenen Tellerfedern und Teilen davon nach dem Befahren der Klemmkraftprüfung sowie Risse in den Tellerfedern führten zum Nachlassen der Klemmkraft der Seilklemme.
- Korrosion an den Tellerfedern begünstigte die Entstehung von Rissen, die zu Brüchen und in der Folge zum Verlust von Tellerfedern führten.

1.4 Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise

Im Zwischenbericht vom 1. Februar 2024 über die Kollision zweier Seilbahnsessel in Visperterminen vom 3. Januar 2024 hatte die SUST die Sicherheitsempfehlung Nr. 179 ausgesprochen:

Sicherheitsdefizit:

Das Versagen einer Seilklemme kann schwerwiegende Unfälle zur Folge haben. Ein Verlust der Klemmkraft kann, wie im vorliegenden Fall, zum Rutschen der Klemme auf dem Förderseil und zur Kollision von Seilbahnsesseln oder im schlimmsten Fall zum Absturz eines Sessels führen. Die Aufrechterhaltung der Klemmkraft einer Seilklemme muss daher dauerhaft gewährleistet sein.

Tellerfedern kommen in einer Vielzahl von Seilbahnanlagen in unterschiedlichen Klemmentypen zur Anwendung. Die Verwendung von in einer Federsäule geschichteten Tellerfedern ist somit weit verbreitet.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Untersuchung deuten auf einen möglichen Qualitätsmangel der verwendeten Tellerfedern hin.

Sicherheitsempfehlung Nr. 179:

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) sollte sicherstellen, dass Hersteller und Betreiber von Anlagen mit Klemmen mit Tellerfedersystemen des Typs AK (AK 2, AK 2.1, AK 4, AK 4.1, AK 6 und AK 6.1) von der in Visperterminen aufgetretenen Problematik Kenntnis erhalten und dass angemessene Kontroll- und Korrekturmaßnahmen ergriffen werden.

In diesem Abschlussbericht werden weder neue Sicherheitsempfehlungen noch Sicherheitshinweise ausgesprochen.

2 Sachverhalt

2.1 Ort des Ereignisses

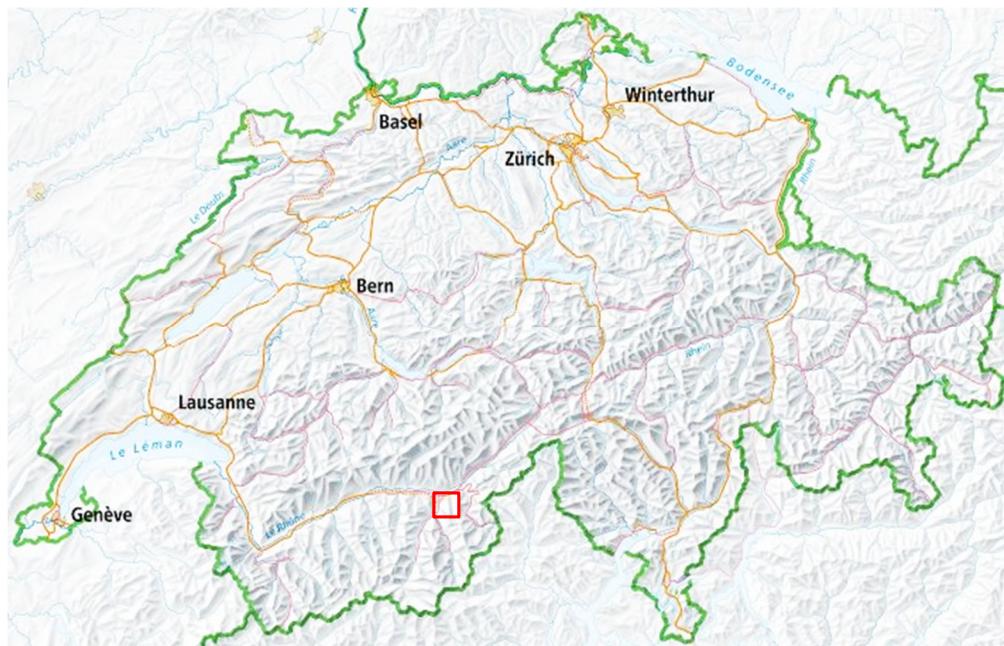


Abbildung 1: Übersichtskarte zum Ort des Unfalls.
Quelle der Basiskarte: Bundesamt für Landestopografie.

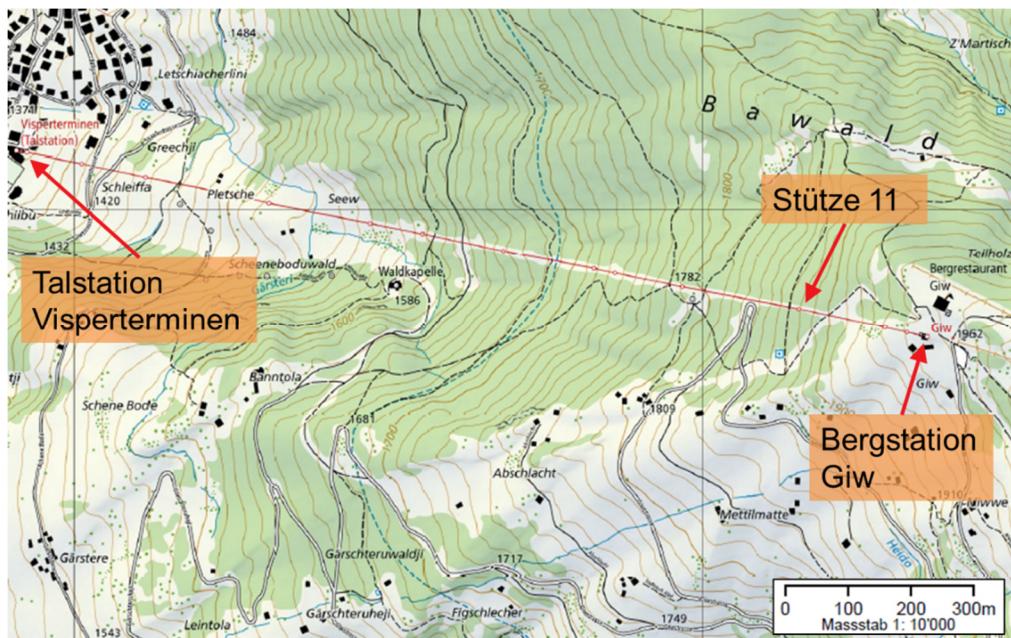


Abbildung 2: Detailkarte zum Ort des Unfalls.
Quelle der Basiskarte: Bundesamt für Landestopografie.

2.2 Untersuchung

Die Meldung über die Kollision zweier Seilbahnsessel in Visperterminen (VS) traf am 3. Januar 2024 um 18:30 Uhr ein. Die SUST hat eine Untersuchung eröffnet.

Für die Untersuchung standen zur Verfügung:

- Bestandsaufnahme auf der Unfallstelle;
- Fotos;
- Gutachten;
- Meteorologische Daten;
- Datenaufzeichnungen der Seilbahnsteuerung;
- Kartenmaterial;
- Ergebnisse der Befragungen der Beteiligten.

2.3 Vorgeschichte

Um ca. 08:00 Uhr begann der Technische Leiter seine Arbeit in der Talstation. Er erledigte dort die vorgesehenen täglichen Kontrollen. Anschliessend begab er sich auf eine Kontrollfahrt von Visperterminen zur Bergstation Giw. Auch in der Bergstation führte der Technische Leiter die vorgegebenen Kontrollen durch, die alleamt keine Unregelmässigkeiten oder Störungen offenbarten. Er erledigte die Einträge der Kontrollen in die Unterhaltsdatenbank. Um 09:00 Uhr wurde der fahrplanmässige Betrieb gestartet. An jenem Tag verlief der Bahnbetrieb vorerst ohne besondere Vorkommnisse.

2.4 Ablauf des Ereignisses

Um ca. 16:00 Uhr fuhr der Seilbahnsessel Nr. 68 durch die Bergstation. Zwei Personen stiegen auf den Sessel, um zur Talstation zu fahren. Bei der Talfahrt, kurz nach dem Befahren der dritten Seilbahnstütze nach der Ausfahrt aus der Bergstation (Stütze Nr. 11; Abbildung 3), begann der Sessel Nr. 68 auf dem Seil talwärts zu rutschen und kollidierte mit dem davor verkehrenden Sessel Nr. 67, auf dem ein Passagier sass. Die beiden Seilbahnsessel fuhren direkt hintereinander weiter bis zur Talstation.

Die Anlage wurde vom Personal in der Talstation mittels eines Nothaltes gestoppt, als beide Seilbahnsessel in der Talstation eintrafen. Die drei betroffenen Passagiere wurden durch das Seilbahnpersonal betreut. Zwei Personen wurden leicht verletzt. Der Technische Leiter nahm die Seilbahnsessel Nr. 67 und 68 in der Talstation ausser Betrieb. Anschliessend wurde die Anlage mit reduzierter Geschwindigkeit leer gefahren. Nachdem keine Passagiere mehr unterwegs waren, wurde der Betrieb eingestellt.



Abbildung 3: Blick talwärts nach der Vorbeifahrt an der Seilbahnstütze 11. Ungefähr an dieser Stelle begann der Seilbahnsessel Nr. 68 am Förderseil zu rutschen.



Abbildung 4: Foto der kollidierten Seilbahnsessel nach der Ankunft in der Talstation.

2.5 Schäden**2.5.1 Personen**

Zwei Passagiere wurden leicht verletzt.

2.5.2 Infrastruktur

Keine. Auch am Förderseil wurden keine Beschädigungen festgestellt.

2.5.3 Fahrzeuge

Die Seilbahnsessel Nr. 67 und 68 wurden beschädigt.

2.6 Beteiligte und betroffene Personen**2.6.1 Seilbahnpersonal****2.6.1.1 Technischer Leiter**

Person	Jahrgang 1984, Anstellung bei der SVG, Dienstort Visperterminen
Werdegang	Der Technische Leiter absolvierte die Ausbildungen zum Seilbahn-Mechatroniker und zum Seilbahn-Fachmann. Er ist seit Oktober 2023 in der Funktion als Technischer Leiter bei der SVG tätig.

2.7 Beteiligte und betroffene Unternehmen**2.7.1 Seilbahnunternehmen**

GIW AG (SVG), Visperterminen

2.8 Infrastruktur**2.8.1 Seilbahnanlage**

Bei der Seilbahnanlage Visperterminen – Giw handelt es sich um eine Sesselbahn mit kuppelbaren Zwei-Personen-Sesseln. Der Antrieb befindet sich in der Bergstation. Die Anlage in ihrer heutigen Auslegung wurde im Jahr 1999 durch die Garaventa AG (GAG) gebaut. Im regulären Umlauf fahren 83 Sessel. Der Abstand zwischen den einzelnen Sesseln beträgt rund 40 m. Die Anlage weist eine Streckenlänge von 1593 m auf. Auf der Strecke befinden sich dreizehn Seilbahnstützen. Die Talstation liegt auf 1381 m ü. M., die Bergstation auf 1962 m ü. M. Die max. Förderleistung beträgt 900 Personen pro Stunde. Die maximal zulässige Fahrgeschwindigkeit beträgt 5 m/s. Zur Verbesserung des Fahrkomforts und zur Reduktion der Geräuschemissionen wird die Anlage im Winter mit einer reduzierten Geschwindigkeit von 3.5 m/s betrieben. Die Fahrzeit beträgt ca. 5 Minuten und 20 Sekunden. Auf dem kurzen Abschnitt von der Bergstation zur Stütze 13 verläuft die Strecke nahezu neigungsfrei. Zwischen den Stützen 13 und 12 beträgt die Längsneigung 21.18°, zwischen den Stützen 12 und 11 23.60°. Nach der Stütze 11 wird im Bereich der Unfallstelle eine Längsneigung von 25.06° erreicht. Der

Streckenverlauf wurde somit nach der Ausfahrt aus der Bergstation bis zur Unfallstelle von Stütze zu Stütze steiler.

2.8.2 Seilbahnsteuerung

2.8.2.1 Beschreibung

Die Anlage ist mit einer Steuerung der Firma SISAG ausgerüstet.

Die Klemmkraft der Seilklemmen wird jeweils nach dem Kuppeln in der Berg- und in der Talstation gemessen und durch die Steuerung überwacht. Unter- oder überschreitet die gemessene Klemmkraft vordefinierte Werte, wird die Anlage automatisch gestoppt.

2.8.2.2 Feststellung

Die Seilbahnsteuerung funktionierte ordnungsgemäss, es gab keine Hinweise auf Fehlfunktionen. Es wurden keine Defekte oder Störungen an Sicherheitseinrichtungen registriert. Auch die Klemmkraftprüfung funktionierte störungsfrei: Die Klemmkräfte der Seilklemmen an den Sesseln, die durch die Stationen fuhren, wurden ordnungsgemäss gemessen.

2.9 Fahrzeuge

2.9.1 Seilbahnsessel und Seilklemmen

2.9.1.1 Beschreibung

Bei der Seilbahnanlage Visperterminen – Giw ist für die Seilbahnsessel keine Garage vorhanden. Wenn die Anlage ausserhalb der Betriebszeiten stillsteht, verbleiben die Seilbahnsessel am Förderseil. Die Seilklemmen sind somit dauerhaft der Witterung ausgesetzt.

2.9.1.2 Seilklemmen

Das Förderseil weist einen Seildurchmesser von 36 mm auf. Zur Befestigung der kuppelbaren Seilbahnsessel am Förderseil werden Seilklemmen des Typs AK 2.1 eingesetzt. Die für den festen Halt der Seilklemme am Förderseil erforderliche Klemmkraft wird über eine Federsäule aufgebaut. Diese besteht aus 20 wechselseitig auf einem Kniehebel geschichteten Tellerfedern (Abbildung 5).

Gemäss der Funktionsbeschreibung der GAG, Zeichnung AS 37258b, müssen die verbauten Tellerfedern folgende Eigenschaften aufweisen:

- Aussendurchmesser: 80 mm
- Innendurchmesser: 41 mm
- Wanddicke: 4.00 mm
- Als Standard-Korrosionsschutz wird die Oberfläche mit einer leichten Phosphat- und Ölschicht versehen.

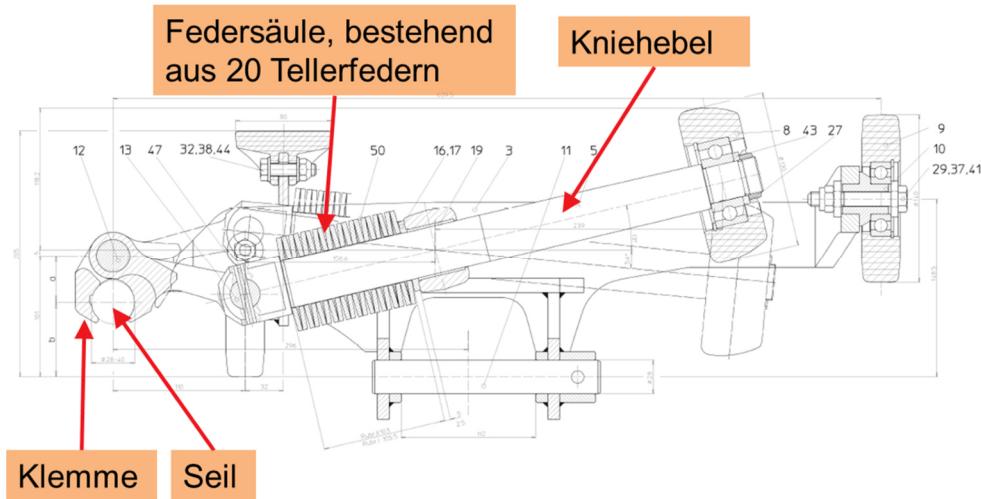


Abbildung 5: Technische Zeichnung der Seilklemme Typ AK 2.1

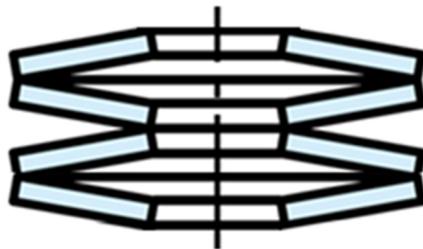


Abbildung 6: Prinzipbild einer Federsäule, bestehend aus vier wechselseitig geschichteten Tellerfedern.

2.9.1.3 Feststellung

In der Federsäule der Seilklemme des Sessels Nr. 68 fehlte eine Tellerfeder komplett. Von einer weiteren Tellerfeder war nur noch ein kleines Bruchstück vorhanden, das aus der Federsäule herausragte. Der Rest dieser Tellerfeder fehlte ebenfalls. Eine dritte Tellerfeder in der Federsäule wies einen durchgehenden, radial verlaufenden Riss auf (Abbildung 7). Mehrere Tellerfedern waren auf der konvexen Seite im Bereich unterhalb des Kniehebels korrodiert (Abbildung 8). An den korrodierten Stellen war die als Korrosionsschutz vorgesehene Fettschicht teilweise nicht mehr vorhanden.

Mittels einer Berechnung der GAG konnte plausibilisiert werden, dass bei der in Visperterminen vorhandenen Seilneigung und geschlossener Klemme das Fehlen von zwei Tellerfedern in Kombination mit weiteren, gebrochenen Tellerfedern in einer Federsäule, die normalerweise aus 20 Tellerfedern besteht, zum Verlust der für ein sicheres Festhalten der Klemme am Förderseil erforderlichen Klemmkraft und damit zum Rutschen der Klemme am Förderseil führen kann.

Die Seilklemmen des Typs AK 2.1 wurden mit offen liegenden Federsäulen konstruiert. Sie sind nicht mit einem Wetterschutz, z.B. in Form eines Abdeckbleches, ausgerüstet. Bei anderen Seilklemmen des Typs AK (z.B. AK3, AK4, AK4mod.,

AK4.1 und AK6) sind die Tellerfedern in einem Klemmenkasten angeordnet und so vor Witterungseinflüssen besser geschützt.

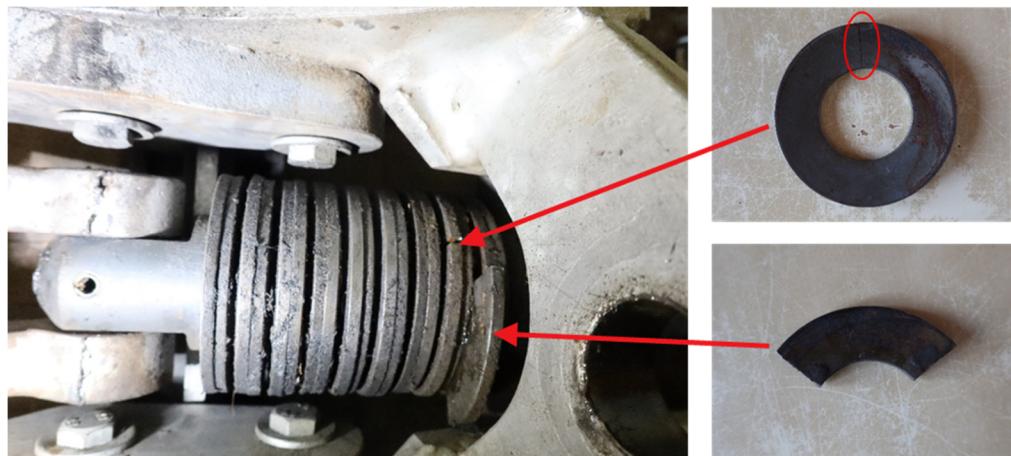


Abbildung 7: Vorgefundene Federsäule des Seilbahnsessels Nr. 68. Die Detailaufnahmen zeigen das noch vorhandene Bruchstück einer defekten Tellerfeder sowie eine Tellerfeder mit einem durchgehenden Riss.



Abbildung 8: Tellerfeder aus der Federsäule des Seilbahnsessels Nr. 68. Rot markiert die im unteren Teil der Tellerfeder vorhandene Korrosion.

2.9.2 Prüfung der Klemmkraft

Die Klemmkraft jeder Seilklemme wird jeweils vor dem Verlassen der Berg- und der Talstation durch eine automatische Prüfungseinrichtung gemessen. Werden bestimmte, vordefinierte Werte unter- resp. überschritten, gibt die Seilbahnsteuerung einen Alarm aus und stoppt die Seilbahnanlage automatisch. Die fehlerhafte Seilklemme muss überprüft und ggf. ausser Betrieb genommen werden. Der in der Bergstation eingestellte Sollwert für diese Klemmkraftprüfung (100%) beträgt gemäss dem Instandhaltungs- und Messprotokoll der SISAG vom 6. Dezember 2022 2.40 kN. Der obere Grenzwert (130%) beträgt 3.12 kN, der untere Grenzwert (75%) 1.80 kN. Anhand der Berechnung der GAG konnte eruiert werden, dass die

Seilklemme bei der in Visperterminen vorhandenen Seilneigung bei einem Wert von 1.65 kN am Förderseil zu rutschen beginnt.

Die Messwerte der Klemmkraftprüfung werden nach der Messung an Displays, die sich in den Kommandoräumen der Stationen befinden, angezeigt. Der gemessene Wert bleibt am Display solange ersichtlich, bis der Messwert der nachfolgenden Seilklemme gemessen und am Display angezeigt wird. Die Werte werden nicht aufgezeichnet. Die Einrichtungen zur Prüfung der Klemmkraft wurden letztmals im Dezember 2023 durch die Firma SISAG überprüft.

Die Einrichtung zur Prüfung der Klemmkraft ist wartungsfrei. Sie wird monatlich mit einem Prüfwerkzeug bei langsam laufender Bahn auf eine korrekte Funktionsweise geprüft. Die Prüfungen werden in der Unterhaltsdatenbank protokolliert. Es gab keine Hinweise auf ein Versagen der Klemmkraftprüfung.

2.10 Kommunikation

Im Zeitraum vor dem Unfall fand keine für das Ereignis relevante Kommunikation statt. Nach dem Ereignis rief der Seilbahnmitarbeiter in der Talstation umgehend den Technischen Leiter herbei. Der Technische Leiter sprach mit seinem Stellvertreter das weitere Vorgehen ab und entschied, die Anlage zuerst leerzufahren und anschliessend den Betrieb einzustellen.

2.11 Auswertung der Datenaufzeichnung

2.11.1 Daten der Seilbahnsteuerung

Die Daten der Seilbahnsteuerung wurden ausgewertet. Um 16:05 Uhr wurde durch die Seilbahnsteuerung ein manuell ausgelöster «Nothalt Betriebsbremse» aufgezeichnet.

2.11.2 Klemmkraftprüfung von Sessel Nr. 68

Als der Sessel Nr. 68 die Bergstation durchfuhr, wurde durch die Klemmkraftprüfung keine unzulässige Abweichung detektiert, die Seilbahnanlage lief normal weiter. Dies lässt den Rückschluss zu, dass die Klemme des Sessels Nr. 68 beim Durchfahren der Bergstation die erforderliche Klemmkraft noch aufwies. Da die gemessenen Werte nicht aufgezeichnet werden, konnte der genaue Messwert der Klemmkraft, der bei der Fahrt des Sessels Nr. 68 durch die Bergstation vor dem Unfall gemessen wurde, nicht nachvollzogen werden.

Nach dem Unfall wurde die Klemmkraft der Seilklemme des Sessels Nr. 68 in der Talstation mit der Einrichtung zur Prüfung der Klemmkraft nachgemessen. Der angezeigte Wert betrug 1.64 kN und unterschritt somit den eingestellten unteren Grenzwert 1.80 kN.

2.11.3 Video

Im Bereich der Unfallstelle befanden sich keine Überwachungskameras. Es liegen keine Videodaten zum Ereignis vor.

2.12 Besondere Untersuchungen

2.12.1 Wetter, Sichtverhältnisse

Es war sonniges Wetter mit leichter Bewölkung ohne Schneefall. Im Zeitraum vor dem Ereignis zeichnete die Windmessanlage auf der Stütze 12

Windgeschwindigkeiten bis rund 12 km/h auf. Damit bewegten sich die Windgeschwindigkeiten deutlich unterhalb des definierten Warnwertes von 45 km/h. Die Sichtverhältnisse waren nicht eingeschränkt. Die Wetter- und Sichtverhältnisse am Ereignistag hatten keinen Einfluss auf das Ereignis.

2.12.2 Prozesse / Zusammenarbeit

Im Sommer 2015 wurde eine vollständige Klemmenrevision durch die GAG ausgeführt. Dazu liegt ein Revisionsbericht der GAG vor, der u.a. die Beurteilung enthält, dass die Seilklemmen in einem relativ guten Zustand waren. Im Bericht wird ebenfalls festgehalten, dass die Tellerfedern in einem schlechten Zustand waren, was darauf zurückzuführen sei, dass die Anlage keine Garage hat und die Fahrzeuge das ganze Jahr der Witterung ausgesetzt sind. Im Revisionsbericht ist der komplette Austausch aller 1680 Tellerfedern von 84 Seilklemmen dokumentiert.

Bis zum Jahr 2020 führte die SVG Klemmenrevisionen in der Regel selbstständig durch. Im Rahmen der Untersuchung konnten aus dieser Zeit keine Unterlagen vorgelegt werden, die den Austausch von beschädigten Tellerfedern durch die SVG dokumentieren. Es konnte ebenfalls nicht nachvollzogen werden, von welchem Lieferanten die SVG Tellerfedern für den Austausch bezogen hatte. Aus den vorhandenen Dokumenten war jedoch ersichtlich, dass die vorgegebenen Revisionsintervalle eingehalten wurden.

Seit dem Jahr 2021 werden im Auftrag der SVG die Klemmenrevisionen ausschliesslich durch die GAG ausgeführt.

2.12.3 Nachweisdokumente

Die SVG verfügt über eine vom BAV ausgestellte, bis 30. April 2037 gültige Konzession für die gewerbsmässige Beförderung von Reisenden mit regelmässigen Fahrten. Zudem liegt für die Sesselbahn Visperterminen – Giw eine Betriebsbewilligung des BAV vor, die mit dem Erlöschen der Konzession hinfällig wird.

Seit dem Jahr 2021 hat die SVG die GAG mit der Durchführung der Klemmenrevisionen beauftragt. Seit diesem Zeitpunkt ist anhand der Revisionsprotokolle die Summe der Tellerfedern ersichtlich, die im Rahmen der jeweiligen Revision ersetzt wurden. Wie viele Tellerfedern an einer einzelnen Seilklemme ersetzt wurden, wird nicht im Detail dokumentiert. Für die von der GAG beschafften und verbauten Tellerfedern ist der Lieferant rückverfolgbar.

Die Seilklemmen sind mit einer Nummer versehen und damit eindeutig identifizierbar. Die Rückverfolgbarkeit zur Sicherstellung der Revisionsintervalle ist damit sichergestellt. Die in einer Federsäule verbauten Tellerfedern waren jedoch nicht einzeln rückverfolgbar. Es konnte nicht nachvollzogen werden, ob bzw. zu welchem Zeitpunkt seit dem dokumentierten kompletten Austausch aller Tellerfedern im Jahr 2015 zuletzt weitere Tellerfedern in der Federsäule des Sessels Nr. 68 ersetzt wurden.

2.12.4 Untersuchung weiterer Seilklemmen und Tellerfedern

Durch die SUST wurden stichprobeweise die Tellerfedern einer anderen Seilklemme untersucht. Dabei wurden durchgehende, radial verlaufende Risse in zwei Tellerfedern festgestellt. Von einer weiteren Tellerfeder war nur noch ein Bruchstück in der Federsäule vorhanden. Die Bruchverläufe dieser Tellerfeder waren ebenfalls radial. Acht Tellerfedern wiesen auf der konkaven Seite im Bereich unterhalb des Kniehebels Korrosion auf. Das bei den untersuchten Tellerfedern festgestellte, identische Korrosionsmuster lässt auf zeitweilige Ansammlungen von Wasser/Feuchtigkeit zwischen den konkaven Seiten der wechselseitig

geschichteten Tellerfedern schliessen. Bei der Dickenmessung mittels Messschieber wurde festgestellt, dass drei Tellerfedern eine Dicke von 3.8 mm und eine Tellerfeder eine Dicke von 3.9 mm aufwiesen. Die restlichen in der Federsäule verbauten Tellerfedern entsprachen der spezifizierten Dicke von 4.0 mm.

Durch die GAG wurden im Beisein der SUST die Seilklemmen von 24 Sesseln zerlegt und untersucht. Dabei wurden bei 18 Tellerfedern Risse resp. Brüche entdeckt.

Am 26.02.2024 wurden von einem Mitarbeiter der SVG in der Talstation zwei Bruchstücke von Tellerfedern gefunden, die nicht einer bestimmten Seilklemme zugeordnet werden konnten.

2.12.5 Metallurgische Untersuchung der Tellerfedern

Aus der Federsäule des Seilbahnsessels Nr. 68 wurden das verbliebene Teilstück der gebrochenen Tellerfeder, die Tellerfeder mit durchgehendem Riss sowie zwei weitere Tellerfedern einer metallurgischen Untersuchung unterzogen (Abbildung 9). Ziel der Untersuchung war es, die Ursache für das Versagen der Tellerfedern festzustellen. Die Untersuchung ergab zusammenfassend Folgendes:

Chemische Analyse:

Alle Scheiben sollten aus dem gleichen Material bestehen, um die Bildung von unerwünschten, korrosionsanfälligen Systemen zu vermeiden. Daher wurde zunächst die Tellerfeder «2» mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) und Verbrennungsanalyse (VA) analysiert. Dabei wurde festgestellt, dass es sich um den Stahl 1.8159 handelt, der im Datenblatt als optionale Legierung angegeben wurde. Die übrigen Proben wurden mittels Energiedispersiver Röntgenanalyse (EDX, engl. energy dispersive X-ray spectroscopy) gemessen. Diese Messung ist weniger präzise als RFA und VA, aber es konnte damit ausgeschlossen werden, dass andere Legierungstypen (Ni-Basis-Legierungen oder hochlegierte Edelstähle) verwendet wurden. Die Untersuchung hat gezeigt, dass sowohl die Zusammensetzung als auch das Gefüge den Vorgaben für den eingesetzten Werkstoff 1.8159 entsprechen. Der Stahl 1.8159 wird als Standardlegierung für Tellerfedern eingesetzt. Dieser Stahl ist ein Chrom-Vanadium legierter Federstahl mit guten mechanischen Eigenschaften, aber geringer Korrosionsbeständigkeit. Eine übliche Lösung für niedrig legierte Stähle ist der Einsatz einer Zinkphosphatschicht, die anschließend mit einem Korrosionsschutzöl überzogen wird. Es ist zu beachten, dass diese Schicht regelmäßig aufgefrischt werden muss, um einen effektiven Schutz zu gewährleisten.

Korrosion und Risse

Bei der Untersuchung der Bauteile und Bruchflächen wurden an verschiedenen Stellen Risse und typische Korrosionserscheinungen (rötliche Flecken durch Korrosionsprodukte, Grübchen) festgestellt. Die fraktografische Untersuchung ergab, dass es sich um einen transkristallinen Schwingungsriss handelte, der zum Versagen der Tellerfeder führte. In den Bruchausgangsbereichen sind Korrosionsgrübchen vorhanden. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass zuerst Korrosion auftrat, die dann aufgrund der dadurch entstehenden Spannungüberhöhung zur Risseinleitung führte. Die Produkte in einigen Grübchen wurden mittels EDX untersucht. Dabei wurden lokal erhöhte Sauerstoff- und Eisengehalte festgestellt, die auf Korrosionsprodukte hindeuten. Die Bruchfläche wurde quergeschnitten und lichtmikroskopisch untersucht, wobei sich die im Rasterelektronenmikroskop (REM) beobachteten klassischen Korrosionserscheinungen bestätigten.

Dickenmessungen an den Tellerfedern:

Die Dicke der Tellerfedern wurden an vier verschiedenen Punkten mit einem Messschieber ermittelt. Der tiefste gemessene Wert betrug 3,70 mm. Der höchste Wert betrug 4,00 mm. Der größte Unterschied betrug somit 0,3 mm. Diese Abweichungen haben auch einen Einfluss auf die lokalen Spannungen in der Feder während des Betriebs. Die höchsten Spannungen treten gemäß der Auslegung im Außen- und Innendurchmesser auf.



Abbildung 9: Die vier für die metallurgische Untersuchung zur Verfügung gestellten Tellerfedern aus der Seilklemme des Sessels Nr. 68 (Proben 1-4).

2.13 Regelungen und Funktionsbeschreibungen

2.13.1 Regelungen zur Prüfung der Seilklemmen

2.13.1.1 Verordnung über die Sicherheitsanforderungen an Umlaufbahnen mit kuppelbaren Klemmen (Umlaufbahnverordnung) vom 11. April 1986², Stand am 7. Mai 2004

Die Umlaufbahnverordnung enthält im Anhang 2, Kapitel 6 «Mehrjährige Prüfungen», folgende Bestimmung bezüglich der periodischen Prüfungen der Seilklemmen:

6.3.1 *Prüfung der Klemmen (zerlegen); alle 4 Jahre*

² SR 743.121.1

2.13.1.2 Betriebsanleitung

Die Betriebsanleitung der GAG unterscheidet gemäss dem Kapitel «G – Instandhaltung» folgende Kategorien der Instandhaltung:

1. Inspektion: Feststellen und Beurteilen des Istzustandes
2. Wartung: Bewahren des Sollzustandes
3. Instandsetzung: Wiederherstellen des Sollzustandes

Für die Instandhaltung der Seilklemmen sind folgende Bestimmungen aufgeführt (Auszug aus dem Kapitel 8.4 «Klemmen»):

Inspektion:

- 8.4.2 *Zustand der Klemme allgemein auf Risse, Deformation, Beschädigung, Abnützung.*
- 8.4.4 *Zustand des Tellerfedernpaketes: Gebrochene und angerissene Tellerfedern sind durch neue zu ersetzen.*

Wartung:

- 8.4.8 *Die Wartung der Klemmen ist in den ersten vier Jahren wie folgt vorzunehmen:*
- 1/3 der Klemmen nach 2 Jahren und je 1/3 nach dem 3. und 4. Jahr. In den nachfolgenden Jahren sind jährlich jeweils 1/4 der Klemmen zu warten. Dies ergibt dann ein Intervall von 4 Jahren. Die Nummern der gewarteten Klemmen sind auf Rapporten festzuhalten.*
- 8.4.9 *Gehänge und Klemme demontieren*
- 8.4.10 *Klemme mit der speziellen Montage-Abziehvorrichtung zerlegen.*
- 3) *Sämtliche Teile sind zu reinigen und alle Bolzen, Tellerfedern und sonstige Teile auf Anrisse und abnormale Abnützungen zu untersuchen und eventuell zu ersetzen.*
- 7) *Beim Zusammenbau ist besonders auf die Leichtgängigkeit der einzelnen Gelenke, bzw. Lagerstellen zu achten, sowie auf richtigen Einbau der Tellerfedern, welche auch komplett eingefettet werden müssen.*
- 8) *Es ist folgende Schmieranleitung zu beachten: Sämtliche Passflächen und Gleitlagerungen sind mit dem Fett Klüber Microlube GBU Y 131 vor dem Zusammenbau einzufetten, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern, ebenso ist die Lagerung der Federführung in der Federtraverse und die Tellerfederführung mit diesem Fett zu schmieren. Überschüssiges Fett ist nur insoweit zu entfernen, dass es während des Betriebes nicht auf die Fahrgäste herunterfallen kann, ansonsten ist es zu belassen, um die Feuchtigkeit von den Lagerstellen fernzuhalten.*

Die «Inspektions- und Wartungsliste» in der Betriebsanleitung gibt u.a. folgende Intervalle vor:

- *Zustand der Klemme prüfen (Risse, Deformation, Beschädigung): monatlich*
- *Zustand der Tellerfedern prüfen (ohne demontieren/zerlegen): halbjährlich*
- *Gehänge und Klemme demontieren: alle 4 Jahre*
- *Wartung der Klemme, zerlegen, schmieren: alle 4 Jahre*

3 Analyse

3.1 Technische Aspekte

Bei gleichbleibender Federsäulenhöhe führen der komplette oder teilweise Verlust von Tellerfedern, Tellerfedern mit durchgehenden Rissen sowie Tellerfedern mit geringerer Materialdicke zu einer Reduzierung der Federkraft und somit auch zu einer Verminderung der Klemmkraft der Seilklemme am Förderseil. Im konkreten Fall der Seilklemme des Sessels Nr. 68 konnte plausibilisiert werden, dass die Klemme in dem nach dem Unfall vorgefundenen Zustand nicht mehr eine ausreichende Klemmkraft erbringen konnte, um ein sicheres Festhalten der Seilklemme am Förderseil zu gewährleisten.

Da bei den Seilklemmen der Anlage in Visperterminen kein Wetterschutz vorhanden war und zudem die Sessel nicht garagiert werden, waren sie ständig der Witterung ausgesetzt. Diese Umstände begünstigten das Eindringen von Feuchtigkeit in die Federsäulen und die temporären Einschlüsse von Nässe in den Räumen zwischen den konkaven Seiten von zwei aneinander gereihten Tellerfedern unterhalb des Kniehebels. An diesen Stellen wurde die zum Schutz vor Korrosion erforderliche Fettschicht abgetragen, so dass Korrosion auftrat. Aufgrund der dadurch entstandenen Spannungsüberhöhung kam es zur Risseinleitung und zum Versagen von Tellerfedern.

Die Einrichtung zur Messung der Klemmkraft und die Seilbahnsteuerung funktionierten im Zeitraum des Ereignisses störungsfrei. Hätte die Einrichtung bei der Fahrt des Seilbahnsessels Nr. 68 durch die Bergstation einen zu tiefen Wert gemessen, wäre durch die Seilbahnsteuerung ein automatischer Halt der Anlage ausgelöst worden. Da kein automatischer Halt erfolgte, kann der Schluss gezogen werden, dass bei der Seilklemme des Sessels Nr. 68 ein Wert innerhalb der zulässigen Grenzwerte gemessen wurde und dass die Klemmkraft bei der Durchfahrt noch ausreichend war. Da bei der Talfahrt dennoch ein Rutschen der Seilklemme am Förderseil stattfand, muss davon ausgegangen werden, dass bei resp. nach der Ausfahrt aus der Bergstation eine Tellerfeder oder Teile davon aus der Federsäule fielen, was zum Verlust der Klemmkraft führte.

3.2 Organisatorische Aspekte

Auf der Grundlage der Dokumentation der SVG war es der SUST nicht möglich zu eruieren, ob und wie viele Tellerfedern im Rahmen der Revisionen erneuert wurden. Es konnte daher nicht verifiziert werden, dass Tellerfedern, die die Kriterien für einen Weiterbetrieb nicht mehr erfüllten, auch tatsächlich ausgetauscht wurden. Die Herkunft der verbauten Tellerfedern konnte nicht nachvollzogen werden. Nachweise wie diese hätten im vorliegenden Fall helfen können, Fehlerquellen einzuschränken. Für die seit dem Jahr 2021 durch die GAG im Auftrag der SVG ausgeführten Klemmenrevisionen wurden Revisionsberichte und -protokolle erstellt. Die Revisionsberichte enthielten jeweils die Summe der im Rahmen einer Revision ersetzen Tellerfedern. Mit der Massnahme, die Klemmenrevisionen durch die GAG ausführen zu lassen, ging auch eine Verbesserung der Dokumentation einher. Eine detaillierte Zusammenstellung, die aufzeigt, wie viele Tellerfedern bei einer einzelnen Seilklemme ersetzt wurden, ist nicht üblich und liegt daher auch von der GAG nicht vor. Die Herkunft der von der GAG verbauten Tellerfedern war rückverfolgbar.

3.3 Betriebliche oder prozessuale Aspekte

Anhand der bei der SVG vorhandenen Dokumentation kann davon ausgegangen werden, dass die vorgeschriebenen Revisionsintervalle eingehalten wurden.

Die SVG verfügte bei der betroffenen Anlage über keine Garagierungsmöglichkeit für die Seilbahnsessel, die somit ganzjährig der Witterung ausgesetzt sind. Der Verzicht auf eine Garagierung dürfte das Auftreten und den Fortschritt von Korrosion an den Tellerfedern aufgrund von in die Federsäule eingedrungener Feuchtigkeit begünstigt haben.

4 Schlussfolgerungen

4.1 Befunde

4.1.1 Technische Aspekte

- Die festgestellten Risse in den Tellerfedern, die in der Folge zu Brüchen und Verlusten von Tellerfedern führten, sind mit hoher Wahrscheinlichkeit aufgrund von vorangehender Korrosion entstanden.
- Die Abweichungen in der Materialdicke der Tellerfedern hatten einen ungünstigen Einfluss auf die Spannungszustände der Tellerfedern im Betrieb.
- Bei der Anlage in Visperterminen sind die Federsäulen nicht mit einem Wetterschutz ausgerüstet, was das Eindringen und den temporären Einschluss von Feuchtigkeit in den Federsäulen, das Abtragen der Korrosionsschutzschicht und in der Folge die Entstehung und den Fortschritt von Korrosion begünstigte.
- Die Einrichtungen zur Prüfung der Klemmkraft in der Berg- und Talstation funktionierten ordnungsgemäss.
- Bei der Fahrt durch die Bergstation war die Klemmkraft des Sessels Nr. 68 noch ausreichend.
- Mutmasslich fielen nach der Ausfahrt aus der Bergstation Teile von Tellerfedern aus der Federsäule, was zum Verlust der für das sichere Festhalten der Seilklemme am Förderseil erforderlichen Klemmkraft und so zum Rutschen der Klemme am Förderseil führte.
- Nicht nur die Seilklemme des Sessels Nr. 68 war betroffen. Im Rahmen der Untersuchung wurden in weiteren Federsäulen von Seilklemmen Tellerfedern mit Korrosion, Rissen und Brüchen gefunden. Keine dieser Seilklemmen unterschritt die für ein sicheres Festhalten der Seilklemme am Förderseil erforderliche Klemmkraft.

4.1.2 Organisatorische Aspekte

- Die Herkunft der in der Federsäule des Unfallsessels verbauten Tellerfedern konnte nicht nachvollzogen werden, die Rückverfolgbarkeit war nicht möglich.
- Die seit dem Jahr 2021 in Auftrag gegebenen, durch die GAG ausgeführten Klemmenrevisionen waren dokumentiert und die Herkunft der verwendeten Tellerfedern rückverfolgbar.

4.1.3 Betriebliche oder prozessuale Aspekte

- Anhand der Unterhaltsdokumentation konnte die Herkunft der in der Federsäule des Unfallsessels verbauten Tellerfedern nicht nachvollzogen werden, die Rückverfolgbarkeit war nicht möglich."
- Die Untersuchung ergab keine Hinweise darauf, dass die vorgeschriebenen Revisionsintervalle nicht eingehalten worden waren.
- Die Seilbahnsessel werden nicht garagiert, wodurch die Seilklemmen ständig der Witterung ausgesetzt sind.

4.2 Ursachen

Die Kollision zweier Seilbahnsessel vom 3. Januar 2024 in Visperterminen ist auf das Rutschen der Seilklemme des Sessels Nr. 68 am Förderseil zurückzuführen.

Zum Unfall haben beigetragen:

- Korrosion an Tellerfedern begünstigte die Entstehung von Rissen, die zu Brüchen und in der Folge zum Verlust von Tellerfedern führten.
- Der Verlust von gebrochenen Tellerfedern und Teilen davon nach dem Befahren der Klemmkraftprüfung sowie Risse in den Tellerfedern führten zum Nachlassen der Klemmkraft der Seilklemme.

5 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

5.1 Sicherheitsempfehlungen

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014 (VSZV), Stand am 1. September 2023 (SR 742.161), bezüglich Sicherheitsempfehlungen folgende Regelung vor:

Art. 48 Sicherheitsempfehlungen

¹ Die SUST richtet die Sicherheitsempfehlungen an das zuständige Bundesamt und setzt das zuständige Departement über die Empfehlungen in Kenntnis. Bei dringlichen Sicherheitsproblemen informiert sie umgehend das zuständige Departement. Sie kann zu den Umsetzungsberichten des Bundesamts zuhanden des zuständigen Departements Stellung nehmen.

² Die Bundesämter unterrichten die SUST und das zuständige Departement periodisch über die Umsetzung der Empfehlungen oder über die Gründe, weshalb sie auf Massnahmen verzichten.

³ Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.

Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Sicherheit im öffentlichen Verkehr anzustreben.

Die SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes unter www.sust.admin.ch und erlaubt so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

Im Zwischenbericht vom 1. Februar 2024 über die Kollision zweier Seilbahnsessel in Visperterminen vom 3. Januar 2024 hatte die SUST die Sicherheitsempfehlung Nr. 179 ausgesprochen:

Sicherheitsdefizit:

Das Versagen einer Seilklemme kann schwerwiegende Unfälle zur Folge haben. Ein Verlust der Klemmkraft kann, wie im vorliegenden Fall, zum Rutschen der Klemme auf dem Förderseil und zur Kollision von Seilbahnsesseln oder im schlimmsten Fall zum Absturz eines Sessels führen. Die Aufrechterhaltung der Klemmkraft einer Seilklemme muss daher dauerhaft gewährleistet sein.

Tellerfedern kommen in einer Vielzahl von Seilbahnanlagen in unterschiedlichen Klemmentypen zur Anwendung. Die Verwendung von in einer Federsäule geschichteten Tellerfedern ist somit weit verbreitet.

Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Untersuchung deuten auf einen möglichen Qualitätsmangel der verwendeten Tellerfedern hin.

Sicherheitsempfehlung Nr. 179:

Das Bundesamt für Verkehr (BAV) sollte sicherstellen, dass Hersteller und Betreiber von Anlagen mit Klemmen mit Tellerfeder systemen des Typs AK (AK 2, AK 2.1, AK 4, AK 4.1, AK 6 und AK 6.1) von der in Visperterminen aufgetretenen Problematik Kenntnis erhalten und dass angemessene Kontroll- und Korrekturmassnahmen ergriffen werden.

Das BAV nahm zum Stand der Umsetzung dieser Sicherheitsempfehlung wie folgt Stellung:

Die Sicherheitsempfehlung Nr. 179 wurde umgesetzt: Der Hersteller wurde vom BAV dazu aufgefordert, ein technisches Bulletin zu verfassen. Der Hersteller hat das Bulletin am 24. Februar 2024 an die Kunden verschickt und dem BAV einen Nachweis des Versands zugestellt. Das BAV prüft die Umsetzung des Bulletins bei den betroffenen Anlagen im Rahmen der Überwachungstätigkeit.

Mit der Umsetzung der Sicherheitsempfehlung Nr. 179 wurde dem in der Untersuchung festgestellten Sicherheitsdefizit entsprechend entgegengewirkt. Die SUST verzichtet deshalb auf das Aussprechen von weiteren Sicherheitsempfehlungen.

5.2 Sicherheitshinweise

Als Reaktion auf während der Untersuchung festgestellte Sicherheitsdefizite kann die SUST Sicherheitshinweise veröffentlichen. Sicherheitshinweise werden formuliert, wenn eine Sicherheitsempfehlung nicht angezeigt erscheint, formell nicht möglich ist oder wenn durch die freiere Form eines Sicherheitshinweises eine grössere Wirkung absehbar ist. Sicherheitshinweise der SUST haben ihre Rechtsgrundlage in Artikel 56 der VSZV:

Art. 56 Informationen zur Unfallverhütung

Die SUST kann allgemeine sachdienliche Informationen zur Unfallverhütung veröffentlichen.

Das Seilbahnunternehmen hat Massnahmen zur Verbesserung der Situation getroffen. Mit der Umsetzung der Sicherheitsempfehlung Nr. 179 wurden weitere, möglicherweise betroffene Seilbahnunternehmen auf die Problematik aufmerksam gemacht. Die SUST verzichtet deshalb auf das Aussprechen von Sicherheitshinweisen an die Seilbahnbranche.

5.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

Die der SUST bekannten Massnahmen werden im Folgenden kommentarlos aufgeführt.

5.3.1.1 Seilbahnunternehmen SVG

- Alle Seilklemmen mit Revisionsdatum 2020 wurden nach dem Ereignis sofort ausser Betrieb genommen und an die GAG zur vorgezogenen Revision übergeben.
- Alle Seilklemmen mit Revisionsdatum 2021 und 2022 wurden nach dem Ende der Wintersaison 2023/2024 an die GAG zur Prüfung resp. vorgezogenen Revision übergeben.
- Bis zum Saisonstart 2024 wurden im Auftrag der SVG bei sämtlichen Seilklemmen alle Tellerfedern durch die GAG erneuert.
- Die SVG lässt seither im Rahmen der Klemmenrevisionen jeweils in einem Intervall von vier Jahren sämtliche Tellerfedern systematisch austauschen.

Dieser Abschlussbericht wurde vom Leiter des Untersuchungsdienstes der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) genehmigt..

Bern, 4. Dezember 2025

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle