

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

Schlussbericht

der Schweizerischen

Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den Absturz eines 4-er Sessels

vom 11. Februar 2016

in Flumserberg (SG)

Reg.-Nr. 2016021102

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zweck der Verhütung von Unfällen und schweren Vorfällen beim Betrieb von Eisenbahnen, Seilbahnen und Schiffen erstellt. Gemäss Artikel 15 des Eisenbahngesetzes (EBG, SR 742.101) vom 20. Dezember 1957 (Stand am 1. Januar 2018) sind Schuld und Haftung nicht Gegenstand der Untersuchung.

Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, Schuld- und Haftungsfragen zu klären.

Alle Personenbezeichnungen in diesem Bericht sind in der männlichen Form gehalten und gelten für die die Funktion ausübende Person, ungeachtet ihres Geschlechts.

Inhaltsverzeichnis

Ζı	usammenfa	assung		5	
	Überblick .			5	
	Untersuch	ung		5	
	Kurzdarste	ellung		5	
	Ursache			6	
	Sicherheits	sempfehlungen und Sicherheitshinweise		6	
1	Sachverh	alt		7	
	1.1 Ort d	les Ereignisses		7	
	1.2 Vorg	eschichte		8	
	1.3 Abla	uf des Ereignisses		8	
	1.4 Abla	uf unmittelbar nach dem Ereignis		8	
	1.5 Schä	àden		9	
	1.5.1	Personen		9	
	1.5.2	Stützen und Rollenbatterie		9	
	1.5.3	Seil		9	
	1.5.4	Fahrzeuge		9	
	1.6 Beteiligte und betroffene Personen				
	1.7 Bete	iligte und betroffene Unternehmen		9	
	1.7.1	Seilbahnunternehmen		9	
	1.7.2	Betriebsgesellschaft (Bahnbetreiber)		9	
	1.7.3	Hersteller		9	
	1.8 Sess	selbahn		10	
	1.8.1	Anlagenübersicht		10	
	1.8.2	Seil		11	
	1.8.3	Stützen		11	
	1.8.4	Fahrzeuge		11	
	1.8.5	Klemmen		12	
	1.8.6	Anlagensteuerung		15	
	1.9 Kom	munikation		19	
	1.10 Ausv	vertung der Datenaufzeichnung		19	
	1.11 Beso	ondere Untersuchungen		19	
	1.11.1	Nachkontrollen durch den Betreiber unmittelbar nach dem Ereignis		19	
	1.11.2	Schadenanalytisches Gutachten an Klemme Nr. 36 und weiteren Kl	lemme	n .20	
	1.11.3	Ähnliche Ereignisse		26	
	1.11.4	Vorgabedokumente des Herstellers		26	
	1.11.5	Nachweisdokumente des Betreibers		29	
	1.11.6	Informationsaustausch über sicherheitsrelevante Erkenntnisse Ereignis mit Hersteller, Betreiber und Behörde			

	1.12 Rege	elungen zu Meldungs- und Auskunftspflicht	31
2	Analyse		32
	2.1 Tech	nische Aspekte	32
	2.1.1	Absturzstelle – Spuren an Stützen und Seil	32
	2.1.2	Spuren an der Klemme Nr. 36	32
	2.1.3	Spuren an verschiedenen Bolzen und Lagerhülsen	32
	2.1.4	Metallurgische Schadenanalyse	33
	2.1.5	Überwachungseinrichtung	33
	2.1.6	Konstruktion und Zulassung	33
	2.2 Orga	nisatorische Aspekte	34
	2.2.1	Vorgaben	34
	2.2.2	Instandhaltung	34
	2.2.3	Meldungs- und Auskunftspflicht	35
	2.3 Betri	ebliche Aspekte	35
	2.3.1	Ähnliche Vorfälle	35
	2.3.2	Ereignisbewältigung	35
	2.4 Unfa	llhergang	35
3	Schlussfo	lgerungen	37
	3.1 Befu	nde	37
	3.1.1	Technische Aspekte	37
	3.1.2	Organisatorische Aspekte	37
	3.1.3	Betriebliche oder prozessuale Aspekte	38
	3.2 Ursa	chen	38
4		tsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Schwe	
	•	• Massnahmen	
		erheitsempfehlungen	
	4.1.1	Defekte Klemmen und nicht korrekt gekuppelte Fahrzeuge wrechtzeitig erkannt	
	4.1.2	Informationsfluss zwischen Hersteller und Aufsichtsbehörde	41
	4.2 Siche	erheitshinweise	41
	4.2.1	Entscheidungsfindung bezüglich Wiederinbetriebsetzung	41
	4.3 Seit	dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen	42

Zusammenfassung

Überblick

Verkehrsmittel Seilbahn

Beteiligte Unternehmen

Seilbahnunternehmen Maschgenkammbahnen Flumserberg AG, Flumserberg

Betriebsgesellschaft Bergbahnen Flumserberg AG, Flumserberg

Hersteller Garaventa AG, Goldau

Beteiligte Fahrzeuge 4-er Sessel Nr. 36 mit kuppelbarer Klemme

Ort Flumserberg (SG)

Datum und Zeit 11. Februar 2016, ca. 15:20 Uhr

Untersuchung

Am 11. Februar 2016 um 16:07 Uhr traf die Meldung über den Absturz eines Sessels der Sesselbahn «Obersäss–Stelli»¹ beim Untersuchungsdienst der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) ein. Es wurde eine Untersuchung eröffnet.

Für die Untersuchung standen zur Verfügung:

- Faktenaufnahme vor Ort;
- Fotos;
- Gutachten;
- Nachweisdokumente des Seilbahnunternehmens (Instandhaltungs- und Prüfprotokolle, Nachkontrollen aufgrund des Ereignisses);
- Betriebsanleitung und diverse Anweisungen des Herstellers Garaventa AG;
- Informationen von beteiligten Personen;
- Hoheitliche und interne Regelungen für den Seilbahnbetrieb.

Kurzdarstellung

Am 11. Februar 2016 um ca. 15:20 Uhr stürzte ein leerer 4er-Sessel der Umlaufsesselbahn «Obersäss–Stelli» in Flumserberg bei der Talfahrt zu Boden. Der Absturz ereignete sich bei der drittobersten Stütze Nr. 16. Es wurden keine Personen verletzt. Der abgestürzte Sessel Nr. 36 wurde durch das Ereignis beschädigt.

-

¹ Im Bericht wird die Seilbahnanlage als «Obersäss–Stelli» bezeichnet. Dies ist der «technische» Name, wie er beispielsweise in den Hersteller-Dokumenten verwendet wird. Die gleiche Anlage wird in den Publikationen des Unternehmens (z.B. Webseite) oder der Seilbahndatenbank des Portals zu Seilbahnen in der Schweiz und in Deutschland als «Chrüz–Stelli» bezeichnet.

Ursache

Der Absturz des Sessels ist auf ein Klemmversagen der Klemme zurückzuführen. Bei der letzten Revision der Klemme baute der Betreiber einen nicht konformen Schwerspannstifte ein. Aufgrund der mechanischen und witterungsbedingten Belastungen in Kombination mit den Eigenschaften des Schwerspannstiftes ergaben sich zuerst Längsrisse gefolgt von Querbrüchen. Als Folge davon bewegte sich der Bolzen im Kniegelenk gegen die Klemmengehäusewand und verhinderte ein vollständiges Schliessen der Klemme. Dadurch klemmte die Klemme nicht mehr kraft- und formschlüssig am Seil. Bei der Stütze Nr. 16 wurde die Klemme aufgedrückt und löste sich vom Seil.

Zum Unfall haben beigetragen:

- Dem Betreiber war die Vorgabe nicht bewusst, dass oberflächenbehandelte Schwerspannstifte verwendet werden müssen.
- Der verwendete Schwerspannstift war nicht dacrometisiert (Oberflächenbehandlung in Form eines Zinklamellenüberzugs zwecks Korrosionsschutz), was die Bildung von Längsrissen unter korrosiven Bedingungen begünstigte.
- Die geforderten Instandhaltungsarbeiten der Klemmen wurden nicht wie vorgegeben (ein Viertel der Klemmen jedes Jahr) durchgeführt.
- Die vorliegende Konstruktion der Klemme ermöglichte einen aussergewöhnlicher Zustand, bei dem die Federkraftprüfung aufgrund der verkeilten Klemme den fehlerhaften Zustand nicht erkannte.

Im Rahmen der Untersuchung wurde ein weiteres Risiko identifiziert:

Werden von Seilbahnunternehmen, Hersteller und Inverkehrbringer eigene neue Erkenntnisse, die Einfluss auf die Sicherheit einer Anlage haben können, nicht der Aufsichtsbehörde gemeldet, kann diese anlässlich ihrer Aufsichtstätigkeit nicht überprüfen, ob betroffene Unternehmen Massnahmen zur Beseitigung des Mangels getroffen haben.

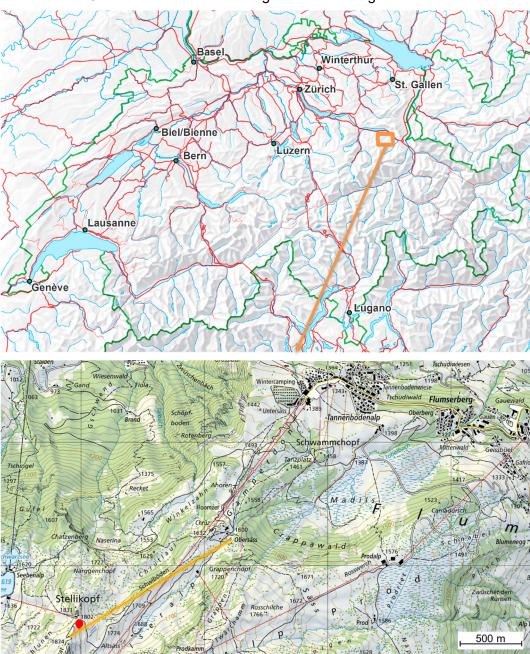
Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise

Mit diesem Bericht werden zwei Sicherheitsempfehlungen und ein Sicherheitshinweis ausgesprochen.

1 Sachverhalt

1.1 Ort des Ereignisses

Der Sesselabsturz ereignete sich bei der drittobersten Stütze (Nr. 16) der Umlaufsesselbahn «Obersäss–Stelli» in der Region Flumserberg.



Abbildungen 1 und 2: Übersichtskarten zum Ort des Ereignisses. In der unteren Karte (Abbildung 2) ist die betroffene Sesselbahn «Obersäss–Stelli» Orange markiert. Der rote Marker bezeichnet die Absturzstelle. Quelle der Basiskarten: Bundesamt für Landestopografie.

1.2 Vorgeschichte

Am 11. Februar 2016, um ca. 15:15 Uhr, nahm der Mitarbeitende der Bergbahnen Flumserberg AG bei der Ausfahrt des Sessels Nr. 36 in der Talstation ein ungewöhnliches Geräusch wahr. Er stellte jedoch nichts Aussergewöhnliches fest. Er informierte seinen Kollegen in der Bergstation telefonisch darüber. Jener beobachtete den Sessel Nr. 36 während der Durchfahrt in der Bergstation bis der Sessel die Bergstation wieder talwärts verliess. Dem Kollegen in der Bergstation fiel beim Sessel Nr. 36 ebenfalls nichts Aussergewöhnliches auf. Auch sprach keine Sicherheitseinrichtung an.

1.3 Ablauf des Ereignisses

Der leere 4er-Sessel Nr. 36 verliess die Bergstation in Richtung Talstation. Der Absturz des Sessels ereignete sich unbeobachtet bei der drittobersten Stütze Nr. 16. Der Mitarbeiter der Bergstation erhielt von einem Fahrgast die Information, dass ein Sessel im Schnee liege. Er informierte um ca. 15:20 Uhr den Miterbeiter in der Talstation und den zuständigen Abteilungsleiter.

1.4 Ablauf unmittelbar nach dem Ereignis

Nach Erhalt der Meldung stoppte der Mitarbeiter die Anlage sofort. Die bergwärts fahrenden Sessel waren zu diesem Zeitpunkt teilweise mit Personen besetzt.

Fachleute der Bergbahnen Flumserberg begaben sich umgehend vor Ort. Beim abgestürzten Sessel stellten sie eine offene Klemme fest. Danach kontrollierten sie bei der Stütze Nr. 16 den Seillauf und die Rollenbatterie. Die Kontrolle ergab nichts Aussergewöhnliches. Eine genauere visuelle Prüfung der Klemme des abgestürzten Sessels zeigte, dass der Bolzen² beim Gelenk von Kuppelhebel und innerer Klemmbacke verschoben war. Daraufhin ordneten die Verantwortlichen an, die Anlage wieder in Betrieb zu nehmen, damit alle Fahrgäste in der Bergstation die Sessel verlassen konnten. Zudem wiesen sie den Mitarbeiter in der Talstation an, alle Klemmen der vorbeifahrenden Sessel zu kontrollieren.

Um 16:07 Uhr ordnete die Geschäftsleitung die Einstellung des Betriebs an, damit die Sesselbahn möglichst noch bei Tageslicht eingehender kontrolliert werden konnte. Umgehend begann das Fachpersonal auch die beiden baugleichen Sesselbahnen «Arve–Maschgenkamm» und «Tannenboden–Chrüz» visuell sowie alle Klemmen der Sesselbahn «Obersäss–Stelli» detaillierter zu kontrollieren. Bei den beiden baugleichen Sesselbahnen wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Der Hersteller der Seilbahn, Garaventa AG, wurde über den Vorfall informiert.

Am Morgen des Folgetags, am 12. Februar 2016, inspizierten Fachleute der Bergbahnen Flumserberg vor der Inbetriebnahme das Seil. Sie stellten über eine Länge von 5 m geringe Kratzspuren fest. Weiter kontrollierten sie die dem abgestürzten Sessel vorausgefahrenen und nachgefolgten Sessel Nr. 35 und Nr. 37. Sie stellten keine Kollisionsspuren fest. Danach kontrollierten sie nochmals die Stütze Nr. 16 und stellten ebenfalls keine Kollisionsspuren fest. In der Bergstation kontrollierten sie Blende und Zwangsschliessung. Sie stellten keine Abweichungen fest. Um 11:20 Uhr nahmen sie die Anlage wieder in Betrieb.

² In den Konstruktionszeichnungen, Stücklisten und Bulletins des Herstellers Garaventa AG wird das Bauteil als «Achse» oder «Kopfachse» bezeichnet. In diesem Bericht und im schadensanalytischen Gutachten wird das Bauteil als «Bolzen» bezeichnet.

_

Die Verantwortlichen der Bergbahnen Flumserberg übermittelten Bilder der Klemme Nr. 36 mit dem verschobenen Bolzen an die Firma Garaventa AG. Gleichentags erhielten sie die Antwort, dass als Ursache für den verschobenen Bolzen ein Bruch des Schwerspannstiftes angenommen werden muss.

Nach dem planmässigen Betriebsschluss überprüften die Fachleute der Bergbahnen Flumserberg bei allen Fahrzeugen die Schwerspannstifte der Klemmen auf Durchgängigkeit. Dabei stellten sie bei neun weiteren Klemmen Abweichungen fest (Kap. 1.11.1). Die Ergebnisse der Untersuchung dokumentierten sie mit Text und Fotos.

Den Verantwortlichen standen keine definierten Kriterien oder Checklisten für einen Entscheid hinsichtlich des weiteren Betriebes resp. einer Ausserbetriebnahme zur Verfügung.

1.5 Schäden

1.5.1 Personen

Es wurden keine Personen verletzt.

1.5.2 Stützen und Rollenbatterie

Es wurden keine Schäden festgestellt.

1.5.3 Seil

Das Seil wies auf einer Länge von ca. 5 Metern geringfügige Kratzspuren auf.

1.5.4 Fahrzeuge

Der Sessel Nr. 36 wurde beschädigt.

1.6 Beteiligte und betroffene Personen

Verschiedene Mitarbeiter der Bergbahnen Flumserberg AG waren vor und nach dem Ereignis auf der Anlage im Einsatz. Ihre konkreten operativen Tätigkeiten sind hinsichtlich der Umstände und Ursachen des Ereignisses nicht weiter relevant.

1.7 Beteiligte und betroffene Unternehmen

1.7.1 Seilbahnunternehmen

Maschgenkammbahnen Flumserberg AG, Flumserberg

1.7.2 Betriebsgesellschaft (Bahnbetreiber)

Bergbahnen Flumserberg AG, Flumserberg

1.7.3 Hersteller

Garaventa AG, Goldau

1.8 Sesselbahn

1.8.1 Anlagenübersicht

System Einseil-Umlaufbahn mit kuppelbaren Klemmen für

4-Personen-Sessel

Hersteller Garaventa AG, Goldau

Baujahr 1995

Anlage-Nummer BAV³ 73.064
Talstation 1602 m ü. M.
Bergstation (Antrieb) 1844 m ü. M.

Höhendifferenz 242 m
Bahnlänge 1602 m
Seilgeschwindigkeit max. 4.8 m/s

Fahrzeit 5.4 Minuten (bei Maximalgeschwindigkeit)

Förderleistung 2100 Personen/Stunde

Anzahl Stützen 18

Förderseilhersteller Fatzer AG, Romanshorn

Seildurchmesser 39 mm

Spannstation Die Seilspannvorrichtung befindet sich in der Talsta-

tion

Förderrichtung nur Bergförderung, nur Winterbetrieb

Fahrzeugabstand 33 m

Anzahl Sessel 101 4-er Sessel ohne Schutzhaube

Sesselhersteller Garaventa AG, Goldau

Elektrische Ausrüstung Frey AG, Stans

Das BAV stellte am 18. August 1995 eine Plangenehmigungsverfügung für die Anlage aus. Gegenstand der Prüfung und Genehmigung waren u. a. die Pläne für die mechanische Ausrüstung der Stationen und für die Fahrzeuge, so auch von der Zeichnung der Automatischen Klemme AK4.1 mit der Zeichnungsnummer AS 21523a. Das BAV prüfte und genehmigte alle Planvorlagen nach den damals gültigen Rechtsvorschriften ohne Vorbehalte oder Auflagen.

³ BAV: Bundesamt für Verkehr

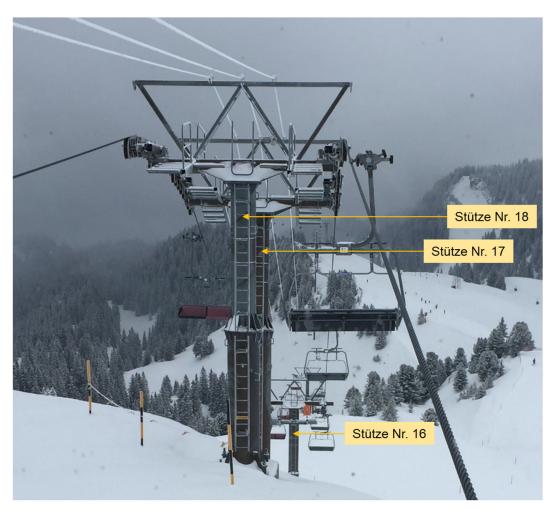


Abbildung 3: Blick aus der Bergstation in Richtung Talstation mit den Stützen Nr. 18, 17 und 16.

Der Betrieb für die Wintersaison wurde Mitte November 2015 aufgenommen. Der Bahnbetrieb erfolgte täglich ab 08:00 Uhr und endete um 17:45 Uhr.

1.8.2 Seil

Der Seildurchmesser im Bereich der Kratzspuren entsprach dem Sollwert.

1.8.3 Stützen

Die Stützen Nr. 17 und 18 sind mit Tragrollenbatterien, die Stütze Nr. 16 mit einer Niederhalterollenbatterie ausgerüstet.

Die Prüfung der Stütze Nr. 16 und deren Rollenbatterie nach dem Ereignis ergab keine Hinweise auf Abweichungen bzw. keine Spuren, die auf eine Kollision mit einem Sessel hätten hinweisen können.

1.8.4 Fahrzeuge

Bei den Fahrzeugen handelt es sich um Sessel mit kuppelbaren Klemmen des Typs AK4.1 des Herstellers Garaventa AG. Sessel und Klemmen sind identisch nummeriert. Die Sessel können bis zu vier Personen befördern. Sie verfügen über einen Schliessbügel, sind aber nicht mit einer Schutzhaube ausgerüstet.

Die Sessel können nicht garagiert werden. D. h. sie hängen dauernd, ausgenommen für die Instandhaltung, am Seil und im Freien.

1.8.5 Klemmen

1.8.5.1 Beschreibung

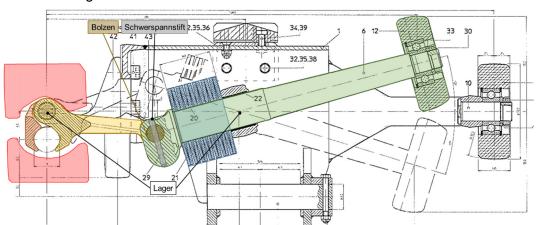


Abbildung 4: Konstruktionszeichnung der Automatischen Klemme Typ AK4.1, dargestellt für den geschlossenen Zustand und ergänzt mit Blenden.

(Quelle: Garaventa AG und Bergbahnen Flumserberg AG, bearbeitet durch SUST.)

Legende: Grün Kuppelhebel

Blau Tellerfederpaket

Braun Bolzen

Grau Schwerspannstift

Gelb Bewegliche, innere Klemmbacke Orange Feste, äussere Klemmbacke

Rot Blenden

Die kuppelbaren Klemmen vom Typ AK4.1 sind sogenannte Totpunkt-Klemmen. Diese können bei der Einfahrt in die Stationen vom Förderseil abgekuppelt resp. bei der Ausfahrt aus den Stationen an das Förderseil angekuppelt werden. Der Kuppelhebel und die Klemmbacke sind im Klemmengehäuse gelagert und über einen Bolzen miteinander verbunden. Der Bolzen ist mit einem Schwerspannstift gesichert. Der Kuppelhebel wird zum Öffnen und Schliessen mittels einer Steuerschiene über den Totpunkt und nahe zur Endposition geführt. Das Tellerfederpaket sorgt dafür, dass die Klemme definiert offen (beim Umlauf in der Berg- und Talstation) oder kraftschlüssig geschlossen (auf dem Seil) ist.

1.8.5.2 Feststellungen

Nach dem Ereignis befand sich die Klemme in der offenen Stellung. Der Bolzen zwischen innerer Klemmbacke und Kuppelhebel war in Axialrichtung verschoben und stand am Klemmengehäuse an (Abbildung 5). Eine Lagerbüchse fehlte. Die zweite, noch vorhandene Lagerbüchse entsprach den geforderten Spezifikationen. Am Klemmengehäuse waren Abriebspuren und eine Braue zu erkennen (Abbildung 6). Am Kuppelhebel war eine Kontaktspur erkennbar (Abbildung 7).

Am Seilkanal der inneren und äusseren Klemmbacke waren betriebsbedingte Abnutzungsspuren und zusätzliche, aussergewöhnliche Spuren erkennbar. (Abbildung 8 und Abbildung 9).

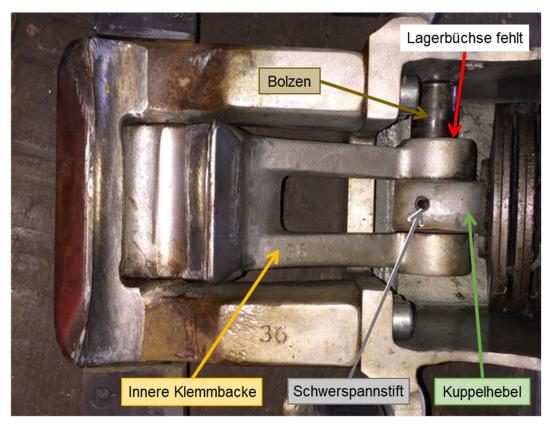


Abbildung 5: Verkeilte Klemme Nr. 36 von unten gesehen.

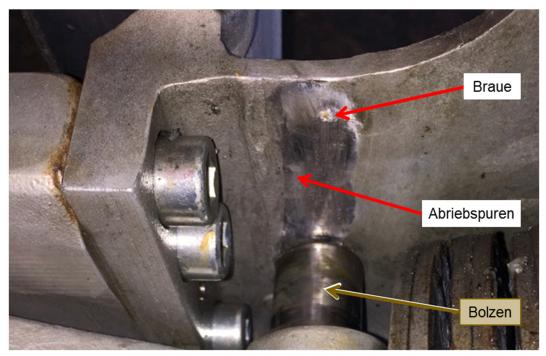


Abbildung 6: Verkeilte Klemme in Folge axial verschobenem Bolzen.

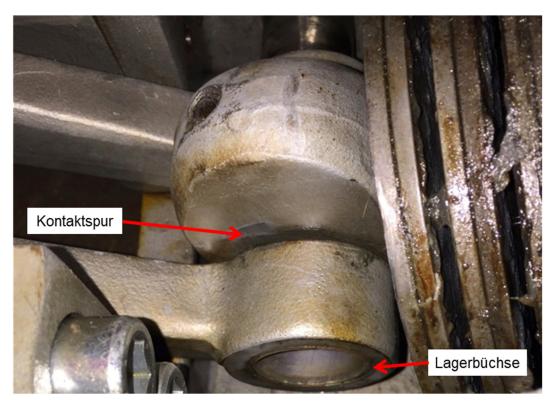


Abbildung 7: Kontaktspur am Kuppelhebel.

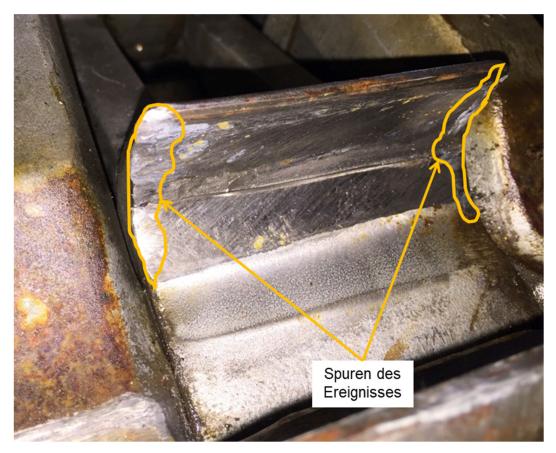


Abbildung 8: Innere Klemmbacke.

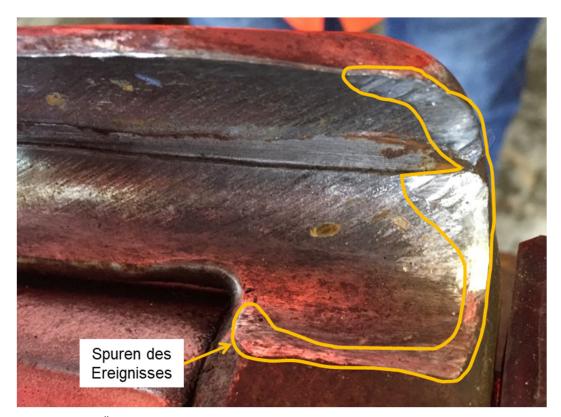


Abbildung 9: Äussere Klemmbacke.

1.8.6 Anlagensteuerung

1.8.6.1 Bedienung und Überwachung

Zum Zeitpunkt des Ereignisses waren je ein Mitarbeiter in der Tal- sowie in der Bergstation anwesend. Beide haben die Möglichkeit, die Geschwindigkeit zu regulieren oder die Anlage zu stoppen.

Die Anlagensteuerung prüft und überwacht die Klemmen automatisch.

1.8.6.2 Prüfung und Überwachung der Klemmen

In der Talstation erfolgt bei jedem Durchgang eines Sessels auf der Ausfahrseite vor dem Kuppelvorgang eine dynamische Prüfung der Federkraft der Klemme in geöffnetem Zustand. Weicht das Ergebnis der Prüfung von den Grenzwerten ab, wird ein Alarm ausgelöst und die Anlage sofort automatisch gestoppt. In der Bergstation ist keine dynamische Prüfung der Federkraft der Klemme vorhanden. Dies ist vorschriftenkonform, da Personen nur von der Talstation zur Bergstation transportiert werden.



Abbildung 10: Anzeige der Federkraftprüfung (angeschrieben als Klemmkraftprüfung).

Sowohl in der Talstation als auch in der Bergstation folgen unmittelbar nach der Kuppelstelle weitere mechanische Prüfungen. Sogenannte Blenden prüfen die Kontur, d. h. den Formschluss der Klemme. Wenn die Klemme nicht korrekt auf dem Seil klemmt, touchiert sie eine Blende, die dadurch verdreht wird und einen Überwachungsschalter betätigt. Auch wird überwacht, ob sich der Kuppelhebel in der Endposition befindet. Spricht ein Überwachungsschalter an, wird ein Alarm ausgelöst und die Anlage sofort automatisch gestoppt. Nach diesen Prüfungen folgt eine Abfangvorrichtung, die mechanisch verhindert, dass ein nichtgekuppeltes Fahrzeug die Station verlässt.

Nach einer Alarmauslösung und Anlagenabschaltung ist vor Wiederinbetriebnahme der Anlage der Grund für das Abschalten durch Fachpersonal des Betreibers abschliessend zu klären.

Am 16. Februar 2016 wurden, in Anwesenheit von Vertretern des Betreibers, des Herstellers, der Aufsichtsbehörde sowie der SUST, die Überwachungseinrichtungen in der Bergstation überprüft und mittels Versuch getestet. Es wurde getestet, wie die Überwachungseinrichtungen auf eine verkeilte Klemme reagieren, bei der der Bolzen so verschoben ist und am Klemmengehäuse an einer Braue ansteht, wie dies bei der Klemme Nr. 36 der Fall war (Abbildung 5). Dazu wurde eine willkürlich ausgewählte Klemme so fixiert, dass der Kuppelhebel eine Zwischenstellung einnahm, in welcher die Klemme Nr. 36 mutmasslich blockiert war (Abbildung 11 und Abbildung 12). Dabei befand sich der Kuppelhebel in nahezu geschlossener Endposition.

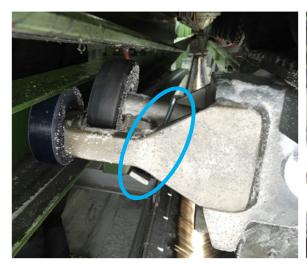


Abbildung 11: In der Zwischenstellung fixierte Abbildung 12: In der Zwischenstellung Kuppelhebel in der Vorderansicht.



fixierte Kuppelhebel in der Aufsicht.



Abbildung 13: Blende Kontur oben (Orange): Die nur teilweise geschlossene Klemme wird von der Blende nicht erkannt.



Abbildung 14: Abfangvorrichtung (Orange). Die nur teilweise geschlossene Klemme wird von der Abfangvorrichtung nicht erkannt.



Abbildung 15: Spalt von ca. 2 mm zwischen Klemme und Seil.

1.8.6.3 Feststellungen

Der Test in der Bergstation ergab, dass der nicht ganz geschlossene Zustand der fixierten Klemme vom oberen Blendenschalter und von der Abfangvorrichtung (Abbildung 13 und Abbildung 14) nicht erkannt wurde. Zwischen dem äusseren Klemmbacken und dem Seil war ein Spalt von ca. 2 mm vorhanden (Abbildung 15). Die geometrische Abmessung und die Position der Blende lagen innerhalb der vorgegebenen Toleranzen.

1.9 Kommunikation

Für die Kommunikation zwischen der Talstation und der Bergstation steht den Mitarbeitern eine Telefonverbindung zur Verfügung. Der Mitarbeiter in der Talstation informierte über diese Verbindung den Mitarbeiter in der Bergstation über das aussergewöhnliche Geräusch.

1.10 Auswertung der Datenaufzeichnung

Es standen keine Datenaufzeichnungen zur Verfügung, die das Ereignis betreffen.

1.11 Besondere Untersuchungen

1.11.1 Nachkontrollen durch den Betreiber unmittelbar nach dem Ereignis

Die Verantwortlichen der Bergbahnen Flumserberg veranlassten nach einer ersten eigenen Ereignisanalyse sowie Besprechungen mit den Anlagen- und Seilherstellern (Garaventa und Fatzer) nach Betriebsschluss am 12. Februar 2016 eine sofortige Kontrolle aller 100 Klemmen bei der Sesselbahn «Obersäss–Stelli». Bei den Nachkontrollen identifizierten die Fachleute an neun weiteren Klemmen Abweichungen.

Die Fachleute demontierten diese neun Klemmen. Die Befunde sind in einem Wort- und Fotoprotokoll festgehalten. Nachfolgend sind die wichtigsten Feststellungen zusammengefasst wiedergegeben:

- Bei sechs von neun Klemmen zeigte der Einsatz einer Prüfnadel keine oder nur schwere Durchgängigkeit der Schwerspannstifte.
- Bei sechs Klemmen waren die Schwerspannstifte gebrochen oder beschädigt.
- Bei vier Klemmen waren Gleitlager (Lagerhülsen) nach aussen gewandert.
- Alle neun Klemmen zeigten verschiedene Verschleisspuren an Bolzen, Lagerhülsen, Klemmbacken oder Kuppelhebel, die auf erhöhte Belastungen bzw. Abnutzung hinwiesen, so z. B. die Klemmen Nr. 33 und Nr. 99.
- Die Lager waren mehrheitlich trocken, obwohl sie geschmiert sein sollten.

1.11.2 Schadenanalytisches Gutachten an Klemme Nr. 36 und weiteren Klemmen

1.11.2.1 Vorgehen

Die SUST beauftragte das Institut für Werkstofftechnologie (IWT) (ab dem 1. Januar 2018 in der neuen Gesellschaft «Swiss Safety Center AG» integriert) mit einer schadensanalytischen Abklärung des Klemmversagens der Klemme Nr. 36. Die Klemme wurde bei Garaventa AG in Goldau in Anwesenheit von Vertretern des Bahnbetreibers, IWT und der SUST fachmännisch zerlegt.

In Ergänzung dazu, wurden auch die Klemmen Nr. 33 und Nr. 99, die ähnliche Schadenbilder wie die Klemme Nr. 36 aufwiesen, untersucht.

1.11.2.2 Makroskopische Untersuchungen an Klemme Nr. 36

Der Schwerspannstift aus der Klemme des Sessels Nr. 36 ist in mehrere Fragmente gebrochen. Zwei Brüche verlaufen quer zur Achse des Schwerspannstiftes. Zusätzlich sind kleine Fragmente vorhanden, die Längsrisse zeigen (Abbildung 16).



Abbildung 16: Bolzen der Klemme Nr. 36 mit Fragmenten des Schwerspannstiftes.

Die Bruchflächen des Schwerspannstift-Fragments sind mit Ablagerungen (Fett) belegt. Nach der Reinigung konnten Korrosionsspuren sowie eine auffällige Zone mit Stufen nachgewiesen werden. Die Fragmente mit den Längsrissen weisen zum Teil verriebene Bruchflächen auf. Mit den vorhandenen Fragmenten lässt sich nicht der gesamte Schwerspannstift rekonstruieren.

1.11.2.3 Mikrofraktographische Untersuchungen an der Klemme Nr. 36

An der gereinigten, quer verlaufenden Bruchfläche des Schwerspannstiftes sind Stufen sowie Rastlinien in einer sichelförmigen, ca. 0.5 mm tiefen Zone erkennbar. In dieser Zone lassen sich die typischen Merkmale eines Schwingbruches in Form

von feinen, parallel angeordneten Nebenrissen und Schwingstreifen nachweisen. Die Restgewaltbruchfläche zeigt die Merkmale eines mikroduktilen Gewaltbruches mit feinen Waben.

An der auswertbaren Längsbruchfläche lassen sich Korrosionsnarben im Bereich der Bruchausgänge nachweisen. Mikroskopisch sind in den Anrisszonen mehrere glatte Bruchbereiche vorhanden, die sich nicht mehr eindeutig charakterisieren lassen.

1.11.2.4 Makroskopische Untersuchungen an Bauteilen aus weiteren Klemmen

Der Bahnbetreiber fand nach dem Unfall bei Nachkontrollen an der Sesselbahn «Obersäss–Stelli» weitere Klemmen mit gebrochenen Schwerspannstiften und teilweise ausgeprägten Verschleissspuren an den Lagerbüchsen. Untersucht wurden die Komponenten aus den Klemmen der Sessel Nr. 33 und Nr. 99. Zusätzlich lagen noch diverse Schwerspannstifte aus nicht näher bezeichneten Klemmen von mehreren Sesseln dieser Sesselbahn vor.

Bei den Klemmen Nr. 33 und Nr. 99 sind die Schwerspannstifte ebenfalls in zahlreiche Fragmente zerfallen. Im Gegensatz zur Klemme des abgestürzten Sessels Nr. 36 sind aber jeweils beide Lagerbüchsen vorhanden.



Abbildung 17: Bolzen, Schwerspannstiftfragmente und Lagerbüchsen aus der Klemme Nr. 33.



Abbildung 18: Bolzen, Schwerspannstiftfragmente und Lagerbüchsen aus der Klemme Nr. 99.

Auffällig ist, dass die Lagerbüchsen der Klemmen Nr. 33 und Nr. 99 ausgeprägte Verschleisserscheinungen zeigen, wogegen die noch vorhandene Lagerbüchse der Klemme des abgestürzten Sessels Nr. 36 kaum Spuren erkennen lässt. Das Verschleissbild an den Bolzen zeigt ein vergleichbares Bild. Bei den Klemmen Nr. 33 und Nr. 99 sind starke Furchen bzw. Fressspuren in Umfangsrichtung auf beiden Seiten des Bolzens erkennbar. Bei der Klemme des abgestürzten Sessels Nr. 36 sind die Verschleissspuren nur einseitig und wesentlich weniger ausgeprägt.



Abbildung 19: Lagerbüchse der Klemme Nr. 33, die die Verschleissspuren an den andern Lagerbüchsen der Klemmen Nr. 33 und Nr. 99 exemplarisch zeigt.

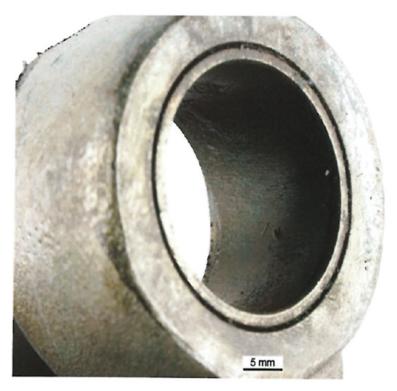


Abbildung 20: Lagerbüchse der Klemme Nr. 36 ohne nennenswerter Verschleiss.

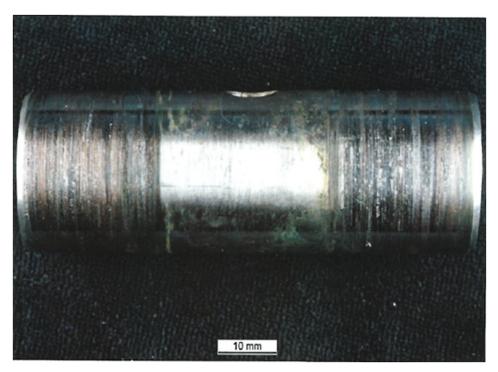


Abbildung 21: Verschleissspuren am Bolzen der Klemme Nr. 33, ähnliche Verschleissspuren finden sich auch am Bolzen der Klemme Nr. 99.

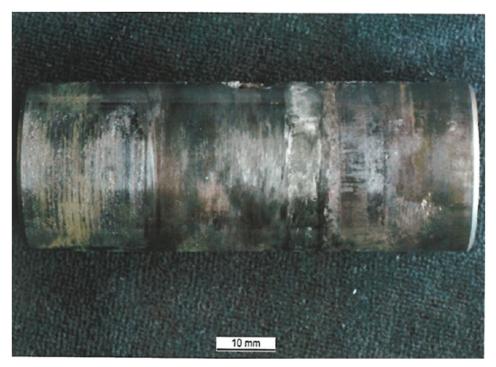


Abbildung 22: Verschleissspuren am Bolzen der Klemme Nr. 36, nur einseitig und deutlich weniger ausgeprägt.

Bei den Schwerspannstiften aus nicht näher bezeichneten Klemmen von Sesseln der Sesselbahn «Obersäss–Stelli» lassen sich zahlreiche Risse in Längsrichtung sowie einzelne Risse in Querrichtung feststellen. Teilweise sind Reibspuren auf der Schwerspannstiftoberfläche vorhanden.

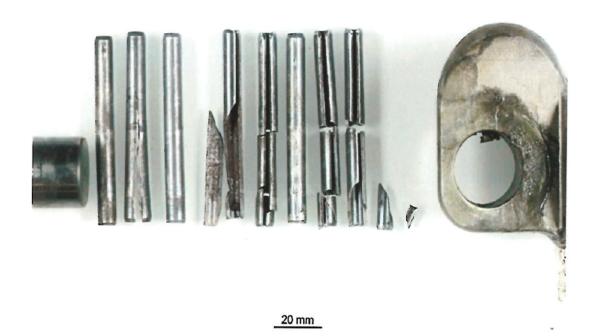


Abbildung 23: Übersicht Spannstifte ohne Bezeichnung.

1.11.2.5 Mikrofraktographische Untersuchungen an Bauteilen aus weiteren Klemmen

Die Anrisse verschiedener Schwerspannstifte wurden für die rasterelektronenmikroskopische Untersuchung präpariert. Auffällig bei allen Längsrissen ist, dass sich Zonen mit interkristallinen Bruchstrukturen nachweisen lassen. Diese befinden sich typischerweise an den Aussenoberflächen der Schwerspannstifte. Bei einem Schwerspannstift ist die interkristalline Zone in der Bauteilmitte vorzufinden.

Ein im Labor erzeugter Gewaltbruch in Längsrichtung eines neuen, dacrometisierten Schwerspannstiftes aus dem Lager von Garaventa zeigt durchwegs einen mikroduktilen Gewaltbruch ohne Interkristallinitäten.

1.11.2.6 Metallographische Untersuchungen

Bei der metallographischen Untersuchung an den verschiedenen Schwerspannstiften ist auffällig, dass schiefwinklig von der Oberfläche in das Bauteil laufende Nebenrisse nachgewiesen werden können. Teilweise sind die Risse leicht verzweigend und interkristallin verlaufend. Bei einem Schwerspannstift können in der Mitte zahlreiche, interkristallin verlaufende Nebenrisse ohne Verbindung zur Oberfläche nachgewiesen werden. Die Gefüge aller Schwerspannstifte zeigen einen angelassenen Martensit.

Messungen nach dem Vickersverfahren mit einer Prüflast von 1 kg (HV 1) zeigen, dass die bei den Sesseln der Anlage «Obersäss–Stelli» verwendeten Schwerspannstifte eine deutlich höhere Härte (560 HV 1) aufwiesen, als ein schwarzer Vergleichsstift aus dem Lager der Bergbahnen Flumserberg oder ein dacrometisierter Schwerspannstift aus dem Lager der Garaventa (480-520 HV 1).

1.11.2.7 Zusammenfassung der Untersuchungen

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

• Der Bolzen im Klemmenmechanismus der Klemme des Sessels Nr. 36 ist so weit verschoben, dass er das Gehäuse berührt.

- Auf der Seite, auf der der Bolzen herausragt, fehlt die Lagerbüchse. Die Verschleissspuren an der noch vorhandenen Lagerbüchse sowie am Bolzen der Klemme des Sessels Nr. 36 sind deutlich geringer als an Vergleichsfahrzeugen (Nr. 33 und Nr. 99), die ebenfalls gebrochene Schwerspannstifte aber keine fehlenden Lagerbüchsen aufwiesen.
- Der Schwerspannstift der Klemme Nr. 36 ist mehrfach quer gebrochen und zeigt mehrere Fragmente mit Längsrissen, die von Korrosionsnarben ausgehen. An den Querbrüchen können die Merkmale eines Schwingbruches nachgewiesen werden.
- Die Schwerspannstifte anderer Klemmen zeigen interkristalline Bruchstrukturen in den Bruchausgangsbereichen der Längsrisse. Einer der Schwerspannstifte weist eine interkristalline Bruchstruktur in der Bauteilmitte auf.
- Der Laborvergleichsbruch eines neuen, dacrometisierten Schwerspannstiftes aus dem Lager von Garaventa führt zu einer mikroduktilen Bruchfläche mit feinen Waben.
- Bei der metallographischen Untersuchung fallen schiefwinklige Anrisse sowie Rissverzweigungen mit interkristallinem Charakter auf.
- Das Gefüge zeigt bei allen untersuchten Schwerspannstiften einen angelassenen Martensit. Auffällig ist die mit 560 HV 1 deutlich höhere Härte der Schwerspannstifte aus den Klemmen im Einsatz im Vergleich zu neuen Schwerspannstiften (480-520 HV 1).

1.11.3 Ähnliche Ereignisse

Gemäss Garaventa sind weltweit ca. 5500 baugleiche Klemmen im Einsatz.

Seit Inbetriebnahme der drei Anlagen der Bergbahnen Flumserberg AG wurde zum ersten Mal eine Verschiebung einer Lagerhülse festgestellt.

Der Garaventa sind zwei ähnliche Fälle aus den vergangenen acht Jahren bekannt, bei denen Lagerhülsen gewandert sind. Jedoch kam es nie zu einem Klemmversagen.

Dem BAV sind weitere, ähnlich gelagerte Fälle bekannt, bei denen Lagerhülsen oder Bolzen gewandert sind.

1.11.4 Vorgabedokumente des Herstellers

1.11.4.1 Vorgaben des Herstellers

Die Garaventa erstellte eine Anleitung für den Betrieb und die Instandhaltung der Anlage. Die Anleitung ist in verschiedene Register und Anhänge gegliedert. Die nachfolgenden Kapitel enthalten die relevanten Auszüge hinsichtlich Beschreibungen und Vorgaben für die Klemmen.

1.11.4.1.1 Zeichnungsverzeichnis (Register D)

Im Zeichnungsverzeichnis werden alle für die Anlage benötigten Zeichnungen aufgeführt. Die Zeichnung der Klemme wird mit «Autom. Klemme» betitelt und trägt die Dokumentennummer «AS 21523a».

1.11.4.1.2 Beschreibung / Funktion (Register F)

In diesem Register werden die Funktionen der Anlageteile beschrieben sowie - wo sinnvoll - auf deren Bedienung eingegangen. Im Anhang sind verschiedene Konstruktionszeichnungen, Stücklisten und Berechnungen angefügt.

Im Abschnitt 7.3 «Kuppelstellen und Überwachung» dieses Registers ist beschrieben, dass nicht korrekt gekuppelte Fahrzeuge mit einer Abfangvorrichtung unmittelbar nach der Kuppelstelle am Verlassen der Station gehindert werden. Weiter wird beschrieben, wie vorzugehen ist, wenn eine Sicherheitseinrichtung (Blende) anspricht.

Im Anhang F23 ist die Konstruktionszeichnung der Klemme mit dem Titel «Automat.-Klemme» und der Dokumentennummer «AS 21523a» vorhanden. In der Zeichnung ist auch die Stückliste integriert. Bezüglich dem Schwerspannstift steht:

1	Spannstift	29	Fed St	Ø 8x75	DIN 1481
Stück	Gegenstand	Pos.	Material	Dimension	Bemerkungen

Abbildung 24: Auszug aus der Stückliste der Konstruktionszeichnung AS 21523a bezogen auf den Schwerspannstift (Pos. 29).

In einem Rahmen, links ausserhalb der Stückliste, steht der nachfolgende Hinweis:

Pos.28.29 dacrometisiert Dacromet 320 Schichtdicke 8-10 um

Abbildung 25: Hinweis in der Stückliste bezüglich der Oberflächenbehandlung des Schwerspannstifts (Pos. 29).

1.11.4.1.3 Instandhaltung (Register G)

In diesem Register werden alle Vorgaben zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustandes sowie zur Bewahrung und Wiederherstellung des Soll-Zustandes beschrieben.

Im Abschnitt 8 «Fahrzeuge» ist vorgegeben, dass alle tragenden Fahrzeugteile (Klemmen, Gehänge, Sessel und Sesselaufhängungen) periodisch auf Oberflächenrisse zu prüfen sind.

Prüfintervalle: Erstmals nach 10 Betriebsjahren, nachher alle 5 Jahre.

Abschnitt 8.4 «Klemme» enthält die Vorgaben für Inspektion und Wartung der Klemmen.

Inspektion:

Zustand der Klemme allgemein auf Risse, Deformationen, Beschädigung, Abnützung.

Wartung:

 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.

- Die Gleitlager sind nach 5000 Betriebsstunden zu ersetzen. U. a. dürfen Spannstifte (DIN 1481) nur einmal verwendet werden und sind nach jeder Demontage durch neue zu ersetzen.
- In einem Abschnitt werden Arbeitsschritte für die Wartung und Prüfung der Klemmen beschrieben.

Im Anhang G9 ist die gleiche Konstruktionszeichnung der Klemme (AS 21523a), wie im Register F, vorhanden (siehe 1.11.4.1.2).

1.11.4.1.4 Verschiedenes (Register K)

In diesem Register sind u. a. Angaben zum Haftungsausschluss beschrieben. So steht u. a. (Auszug):

Die GARAVENTA AG lehnt jegliche Haftung und Schadenersatzpflicht ab, wenn Unfälle oder Schäden zurückzuführen sind auf:

- Nichteinhaltung von Vorschriften oder vertraglich vereinbarter Bedingungen der GARAVENTA AG
- Eigenmächtig vorgenommene Veränderungen an Teilen der seilbahntechnischen Ausrüstung oder Ersatz derselben durch andere Materialien oder zusätzliche Belastung derselben.
- Teile, welche nicht durch die GARAVENTA AG konstruiert, hergestellt und geliefert wurden; vorbehalten bleiben jedoch Garantieansprüche soweit und in dem Umfang wie diese von GARAVENTA AG in Auftragsbestätigungen oder allgemeinen Lieferbedingungen gewährt werden.

1.11.4.1.5 Schmiermittel / Werkzeuge / Ersatzteile (Register S)

In diesem Register werden alle zu verwendenden Schmiermittel, Betriebs- und Hilfsstoffe, Werkzeuge und Hilfsmittel sowie Ersatzteile aufgeführt. Als Ersatzteile werden Komponenten verstanden, die für den Betrieb der Anlage im Sinne der Verfügbarkeit relevant sind. Verschleissteile (wie z. B. der Schwerspannstift), die im Rahmen der Instandhaltung benötigt werden, sind damit nicht gemeint und somit nicht aufgeführt.

1.11.4.1.6 Checklisten (Anhang)

In Checklisten werden die periodischen Arbeiten auf Basis der Inspektions- und Wartungsvorgaben festgehalten. Sie sind nach Intervallen (täglich, wöchentlich, monatlich, halbjährlich, jährlich, zweijährlich, vierjährlich und fünfjährlich) gegliedert.

So sind bezüglich der Klemmen folgende Arbeiten durchzuführen:

- Monatlich sind eine Funktionskontrolle der Blenden durchzuführen, die Überwachung «Klemme offen» zu prüfen, eine allgemeine Kontrolle durchzuführen sowie Lage und Wirkungsweise der Sicherheitselemente zu prüfen.
- Halbjährlich sind die Klemmen auf Abnützung der Klemmbacken und der Zustand der Tellerfedern zu prüfen.
- Jährlich sind die Schraubenverbindungen zwischen Klemmenhauptteil und Kasten zu prüfen sowie eine Abziehprüfung durchzuführen.

 Alle vier Jahre sind die Klemmen zu demontieren, zu zerlegen und zu schmieren

Fünfjährlich sind die Klemmen auf Risse zu prüfen.

1.11.4.1.7 Bulletin

Sobald die Garaventa die Sicherheit betreffende, wichtige und relevante aktuelle Erkenntnisse hat, teilt das Unternehmen dies in Form von Bulletins den Betreibern mit. Solche Bulletins stellen bindende Vorgaben dar und werden integraler Bestandteil der Betriebsanleitung. In Bezug auf die Klemme AK4.1 stellte Garaventa am 30. April 2010 das Bulletin CH10006 zur «Wartung und Instandhaltung Klemmentypen AK2-2.1, AK3, AK4-4.1 und AK6» allen betroffenen Betreibern zu. Im Bulletin wird auf die Problematik starken Verschleisses der Gleitlager sowie das Entstehen von Rissanzeichen an der Kopfachse bei Verwendung von nicht korrekten Spannstiften hingewiesen. Als Massnahme wurde empfohlen, andere Gleitlager einzubauen und ausschliesslich Spannstifte des Typs B mit einem für das Nennmass der Bohrung bestimmten Durchmesser zu verwenden.

1.11.4.2 Feststellungen

- Die Dokumente der Betriebsanleitung sind übersichtlich gegliedert. Die Funktionsbeschreibung ist gut verständlich. Die Vorgaben zur Instandhaltung sind in sich klar und konsistent.
- Im Register G «Instandhaltung» der Betriebsanleitung, im Abschnitt 8.4 «Klemme», wird bezüglich Schwerspannstift zwar auf die Norm DIN 1481 verwiesen. Die gemäss Konstruktionszeichnung zusätzlich geforderte Oberflächenbehandlung wird hier nicht erwähnt.
- Im Register S «Schmiermittel / Werkzeuge / Ersatzteile» der Betriebsanleitung sind verschiedene Komponenten als zu verwendendes Ersatzteil aufgeführt, jedoch keine Schwerspannstifte, die als Verschleissteile im Rahmen der Instandhaltung zu ersetzen sind (Register G, Abschnitt 8.4).
- Die Dokumente der Betriebsanleitung stammen mehrheitlich aus dem Jahr 1995, in dem die Anlage in Betrieb genommen wurde, und tragen die Version 2.0. Vereinzelte Dokumente sind aus den Jahren 1993, 1997 und 2001 datiert. Dokumente aus dem Jahr 2001 tragen die Version 2.1.
- Ein Hinweis auf die Oberflächenbehandlung des Schwerspannstiftes findet sich in der Konstruktionszeichnung AS 21523a im Handbuch sowohl im Register F «Beschreibung / Funktion» im Anhang F23 sowie im Register G «Instandhaltung» im Anhang G9 mit der Angabe «dacrometisiert Dacromet 320 Schichtdicke 8-10 μm».

1.11.5 Nachweisdokumente des Betreibers

Aus den vorgelegten Nachweisdokumenten sowie den Auskünften der Bergbahnen Flumserberg können bezüglich Instandhaltung der Klemmen und Inspektion der Blenden folgende Aussagen gemacht werden:

- Die letzte Instandhaltung mit Zerlegung, Zusammenbau und Prüfung der Klemmen aller 101 Sessel wurde im Jahre 2011 durchgeführt.
 Die Federkraft- und Abziehkraftprüfungen aller 101 Klemmen waren mit einer Ausnahme erfolgreich.
- Für den Zusammenbau der Klemmen wurde ein Los an Schwerspannstiften entsprechend der Norm DIN 1481 (nicht dacrometisiert) beschafft und eingebaut. Die Beschaffung erfolgte im Fachhandel nicht bei Garaventa.

 Die Anlage war seit der letzten Instandhaltung bis zum 11. Februar 2016 4398 h in Betrieb.

- Die nächste periodische Prüfung der Klemmen auf Oberflächenrisse war für 2016 geplant gewesen.
- Die j\u00e4hrlichen Federkraftpr\u00fcfungen der 101 Klemmen ergaben folgende Wertebereiche (Sollwert: 960-1500 daN):

03.10.2011: 1000-1158 daN 11.09.2012: 1000-1269 daN 10.09.2013: 1017-1313 daN 26.08.2014 1000-1430 daN 17.09.2015 996-1364 daN

 In Prüfprotokollen der monatlichen Prüfungen im Jahr 2015 ist bei einzelnen Klemmen vermerkt, dass sie geschmiert wurden, nachdem bei ihnen erhöhte Werte (bis 1515 daN) gemessen wurden.
 In den Prüfprotokollen der monatlichen Prüfungen, die nach der jährlichen Prüfung vom 17 09 2015 durchgeführt wurden, sind Werte zwischen 1061 und

Prüfung vom 17.09.2015 durchgeführt wurden, sind Werte zwischen 1061 und 1639 daN (Soll 1100-1500 daN) protokolliert. Bei 29 Klemmen lagen die Werte über 1500 daN.

- Die Protokolle der Jahresinspektion im Jahr 2015 der Klemmen und Blenden geben keine Hinweise auf Abweichungen oder einen Handlungsbedarf.
- In den Checklisten der monatlich auszuführenden Inspektionstätigkeiten des Monats Januar 2016 ist vermerkt, dass es am 14., 16., 18. und 19. Januar zu Federkraftproblemen gekommen ist. Bei fünf Klemmen wurde eine Federkraft über 1700 daN gemessen. Die Klemme Nr. 24 war dreimal, die Klemme Nr. 39 zweimal und die Klemmen Nr. 23, 27 und 36 waren einmal auffällig. Zur Abhilfe wurde im Bereich der Klemme Fett gesprayt. Bei den Kontrollen (visuell, Funktion, Schmierung) wurden keine zusätzlichen Auffälligkeiten entdeckt, die Hinweise auf Veränderungen im Bereich der Klemme hätten geben können.

1.11.6 Informationsaustausch über sicherheitsrelevante Erkenntnisse aus dem Ereignis mit Hersteller, Betreiber und Behörde

Am 8. März 2016 fand ein Informationsaustausch zwischen dem BAV und der SUST statt, in dessen Verlauf Fakten zum Ereignis ausgetauscht und über den Stand der Untersuchung informiert wurde. Die Fachsektion Seilbahntechnik stellte seit längerer Zeit Probleme mit Rissbildungen bei diesem Klemmentyp fest. Ihre Erkenntnisse aus Betriebskontrollen hat sie tabellarisch zusammengefasst und der SUST zugestellt (die Erkenntnisse betreffen Vorfälle aus den Jahren 1994 bis 2009). Die Rissbildung und die fachgerechte Instandhaltung wurden im Rahmen der Betriebskontrollen überprüft.

Am 12. Mai 2016 informierte die SUST Vertreter der Betreiber, des Herstellers und des BAV an einer gemeinsamen Sitzung über den Stand der Untersuchungen und die Erkenntnisse des schadenanalytischen Gutachtens. Der Gutachter erläuterte seinen Befund. Anlässlich der Sitzung stellte das BAV infrage, ob der Schwerspannstift das geeignete Verbindungselement sei.

Der Hersteller erliess am 30. Mai 2016 in Form des Bulletins CH16004 neue Vorgaben zur Beschaffenheit des Schwerspannstiftes und informierte so die Betreiber über aktuell gewonnene Erkenntnisse (vgl. Kapitel 4.3).

1.12 Regelungen zu Meldungs- und Auskunftspflicht

Das BAV wies anlässlich der gemeinsamen Sitzung vom 8. März 2016 darauf hin, dass es nicht auf dem Verteiler des Herstellers für die Bulletins sei und daher nicht oder unzureichend über sicherheitsrelevante Erkenntnisse des Herstellers informiert ist, was das Wahrnehmen seiner Aufgaben und Rollen erschwere. Das BAV hatte beispielsweise das Bulletin CH10004 vom 30. März 2010 betreffend "Wartung und Instandhaltung der Klemmentypen AK400/401 und AK460/461" von einem Betreiber einer Bergbahn, jedoch nicht vom Hersteller (Garaventa AG) direkt erhalten.

In der Verordnung über Seilbahnen zur Personenbeförderung (SebV⁴) ist die Meldungs- und Aufsichtspflicht geregelt (Seilbahnverordnung, Artikel 56):

Art. 56 Meldungs- und Auskunftspflicht

. . .

³ Das Seilbahnunternehmen, der Hersteller und der Inverkehrbringer haben der Aufsichtsbehörde eigene neue Erkenntnisse, die Einfluss auf die Sicherheit einer Anlage haben können, innerhalb von 30 Tagen zu melden.

⁴ Der Hersteller und der Inverkehrbringer haben der Aufsichtsbehörde im Falle von Ereignissen oder eigenen neuen Erkenntnissen, die Einfluss auf die Sicherheit einer Anlage haben können, mitzuteilen, welche anderen Anlagen aufgrund der verwendeten Bauteile betroffen sein könnten.

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

⁴ SR **743.011** Verordnung über Seilbahnen zur Personenbeförderung (Seilbahnverordnung, SebV) vom 21. Dezember 2006, Stand am 1. Oktober 2015

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Absturzstelle – Spuren an Stützen und Seil

Anhand der Absturzstelle des Sessels Nr. 36 kurz nach der Stütze Nr. 16, nicht vorhandenen Anschlagspuren an dieser Stütze, fehlenden Kollisionsspuren am vorausfahrenden und nachfolgenden Sessel sowie der geringen Kratzspuren auf dem Seil, kann der Schluss gezogen werden, dass der Absturz des Sessels nicht die Folge einer Kollision des Sessels Nr. 36 mit der Stütze Nr. 16 oder anderen Sesseln war, sondern eine andere Ursache vorlag.

2.1.2 Spuren an der Klemme Nr. 36

2.1.2.1 Spuren am Klemmengehäuse

Die Spuren am Klemmengehäuse des abgestürzten Sessels Nr. 36 zeigen, dass der Bolzen am Klemmengehäuse anstand. Während mehrerer Öffnungs- und Schliessvorgänge rieb der Bolzen am Gehäuse, so dass massive Abriebspuren sichtbar wurden. Dadurch, dass auf der Seite dieser Abriebspuren eine Lagerbüchse fehlte, war die Verbindung zwischen Kuppelhebel und innerer Klemmbacke nicht mehr gleichmässig geführt, was ein Verkanten zur Folge hatte. Das Reiben des Bolzens am Klemmengehäuse und das Verkanten des Bolzens im Kuppelhebel und in der inneren Klemmbacke führten zu einem höheren Kraftaufwand für das Öffnen und Schliessen der Klemme, was sich in den stetig steigenden Werten der Federkraftprüfung offenbarte. Das Reiben und Verkanten hatte jedoch auch zur Folge, dass nach der Zwangsführung des Kuppelhebels über den Totpunkt die Federkraft der Tellerfedern nicht ausreichte, um die Klemme zuverlässig zu schliessen. Der Kuppelhebel verblieb in einer Zwischenstellung.

2.1.2.2 Spuren an innerer und äusserer Klemmbacke

Spuren im Seilkanal der inneren und äusseren Klemmbacke entstehen zum einen durch unterschiedliche Geschwindigkeiten von Klemme und Seil beim Kuppelvorgang und zum anderen durch den minimen Seildrall beim Öffnen der Klemme. Diese Spuren sind somit eine Folge normaler, betriebsbedingter Abnutzungen.

Die zusätzlichen, aussergewöhnlichen Spuren an der inneren und äusseren Klemmbacke können entstehen, wenn

- die Klemme nicht ganz geschlossen ist und nicht formschlüssig am Seil anliegt, bzw. aufgrund des Verkantens von Kuppelhebel und innerer Klemmbacke die Klemmkraft an den äusseren Klemmbacken unterschiedlich ist, sowie
- die Klemme sich während der Fahrt um die Hochachse hin- und herdreht, und
- das Seil aufgrund des Widerstands bei einer Rollenbatterie durch die Klemme gezogen wird und
- die Klemme dadurch aufgedrückt wird.

2.1.3 Spuren an verschiedenen Bolzen und Lagerhülsen

Verschiedene Bolzen und Lagerhülsen von neun weiteren Klemmen wiesen deutliche Verschleissspuren auf. Als Folge der erhöhten Reibkräfte zwischen Bolzen und innerer Klemmbacke können erhöhte Kräfte auf den Schwerspannstift wirken. Beim Öffnen und Schliessen der Klemme ergeben sich somit auch grössere Wechselbelastungen.

2.1.4 Metallurgische Schadenanalyse

Der Schwerspannstift zeigte Brüche und Risse in Längs- und Querrichtung. Die Ergebnisse aus der fraktographischen Untersuchung deuten darauf hin, dass im Schwerspannstift zuerst Längsrisse entstanden und somit ursächlich sind. Dadurch hat der Schwerspannstift seine Vorspannung verloren, wodurch in der Folge eine Relativbewegung des Schwerspannstiftes in der Bohrung möglich wurde. Diese Relativbewegung führte zu Reibermüdung und damit zur Ausbildung von Querrissen bzw. Querbrüchen. Erst durch diese Querbrüche wurde es möglich, dass sich der Bolzen in Axialrichtung bewegen und so aus dem Gelenk herauswandern konnte.

Die Längsrisse im Schwerspannstift der Klemme Nr. 36 wie auch diejenigen anderer Klemmen, die untersucht wurden, zeigten fraktographisch eine interkristalline Bruchstruktur in den Anrisszonen und sind ein Indiz für wasserstoffinduzierte Brüche oder allenfalls Härterisse. Für beide Mechanismen spricht die höhere Härte der Schwerspannstifte aus den schadhaften Klemmen. Die festgestellten Korrosionsspuren an den Schwerspannstiften wirken einerseits als Kerben und bieten andererseits die Möglichkeit, Korrosionswasserstoff aufzunehmen. Bei der vorliegenden, hohen Härte sind die Schwerspannstifte auf jeden Fall empfindlich für wasserstoffinduzierte Spannungsrisskorrosion.

Indiz für die These der Reibermüdung bzw. der Querbrüche, nachdem die Längsrisse entstanden sind, sind die metallographisch nachgewiesenen, schiefwinklig in den Werkstoff laufenden Risse. Untersuchungen an den weiteren Schwerspannstiften mit Längs- und Querbrüchen der anderen Klemmen ergaben die gleichen Ergebnisse.

Die noch vorhandene Lagerbüchse der Klemme Nr. 36 zeigt nur geringen Verschleiss und ist damit ein Indiz für einen schwach verankerten Lagersitz. Dies könnte die Verschiebung des Bolzens nach dem Bruch des Schwerspannstiftes erleichtert haben. Bei höherem Verschleiss der Lagerbüchse wäre auch eine stärkere Verankerung des Lagersitzes zu erwarten, was ein Herauswandern des Bolzens eher behindern würde.

Die Lagerbüchse auf der Seite, in welche der Bolzen herausgewandert ist, war nicht mehr vorhanden. Die Lagerbüchse muss jedoch anfänglich vorhanden gewesen sein. Ansonsten hätten an der noch vorhandenen Lagerbüchse auf deren Innenseite durch die einseitige Belastung starke Verformungen auftreten müssen. Möglicherweise hat ein zufällig verklemmendes Fragment des Schwerspannstiftes beim Herauswandern des Bolzens die besagte Lagerbüchse mitgeschoben und zerstört. Diese Lagerbüchse wurde jedoch nicht gefunden und stand daher für die schadenanalytische Untersuchung nicht zur Verfügung.

2.1.5 Überwachungseinrichtung

Der Test der Überwachungseinrichtung mittels fixierter Klemme zeigte, dass ein Zustand möglich ist, in welchem die Klemme zwar das Seil umschliesst, die kraftschlüssige Verbindung zwischen Seil und Klemme jedoch nicht hergestellt wird. Dieser Zustand wurde von den Überwachungseinrichtungen nicht erkannt.

2.1.6 Konstruktion und Zulassung

Die vorliegenden Dokumente betreffend Konstruktion der Klemme und Genehmigung geben keine Hinweise darauf, dass das Szenario einer nicht vollständigen, formschlüssigen Schliessung spezifisch berücksichtigt wurde. Es ist daher naheliegend, dass mögliche Auswirkungen eines solchen Szenarios nicht in die entsprechenden Beurteilungen eingeflossen sind.

2.2 Organisatorische Aspekte

2.2.1 Vorgaben

Die Vorgabedokumente beschreiben die Anlage und die auszuführenden Arbeiten detailliert. Bulletins, die über Änderungen und neue Erkenntnisse informieren, werden von Garaventa als integraler Bestandteil der Betriebsanleitung verstanden.

Hinsichtlich der zu verwendenden Schwerspannstifte ist auf der massgebenden Konstruktionszeichnung mit der Bezeichnung AS 21523a ein Hinweis auf die spezifizierte Oberflächenbehandlung «dacrometisiert» ausserhalb der Stückliste zu finden. Diese Zeichnung findet sich in der Betriebsanleitung in Anhängen sowohl im Register F «Beschreibung / Funktion» als auch im Register G «Instandhaltung». In der Beschreibung der Instandhaltung im Abschnitt 8.4 wird zum Schwerspannstift einzig auf die Norm DIN 1481 verwiesen und es gibt keinen Hinweis auf eine spezifizierte Oberflächenbehandlung.

Die Spezifikation «dacrometisiert» des Schwerspannstifts ist in der Dokumentation somit nicht durchgängig vorzufinden.

2.2.2 Instandhaltung

Aufgrund der vorgelegenen Vorgabe- und Nachweisdokumente können die folgenden Aussagen gemacht werden:

Die periodische Prüfung der Klemmen auf Oberflächenrisse alle fünf Jahre sowie die Kontrollen mit kürzeren Intervallen wurden vorschriftsgemäss ausgeführt.

Hingegen wurde bei der Instandhaltung der Klemmen eine Abweichung festgestellt: Die Vorgaben des Herstellers beschreiben, dass die Wartung der Klemmen in den ersten vier Jahren wie folgt vorzunehmen ist: 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.

Im Jahre 2011 wurden alle Klemmen zerlegt, wieder zusammengebaut und anschliessend geprüft. In den nachfolgenden Jahren wurde die Vorgabe der Wartung je eines Viertels aller Klemmen pro Jahr nicht umgesetzt. Mit Einhaltung dieser Vorgabe wären die Mängel mit hoher Wahrscheinlichkeit entdeckt worden und das Ereignis hätte verhindert werden können.

Die Prüfergebnisse 2011 entsprachen den Vorgaben. Sämtliche Schwerspannstifte wurden durch neue ersetzt. Bei deren Beschaffung wurde ein Los an Schwerspannstiften entsprechend der Norm DIN 1481 beschafft. Diese wiesen jedoch keine dacrometisierte Oberflächenbehandlung auf.

Die dokumentierten Messwerte der Federkraftprüfung seit der letzten Wartung der Klemmen im Jahre 2011 zeigen eine Zunahme der Maximalwerte. Insbesondere die Feststellung, dass im Februar 2015 aufgrund der höheren Werte die Klemmen vermehrt geschmiert wurden, lässt darauf schliessen, dass bereits zu diesem Zeitpunkt einzelne Bolzen und Lagerhülsen deutliche Verschleissspuren aufwiesen, die zu höheren Federkräften führten, was wiederum die Schädigungen der Schwerspannstifte unterstützte.

Bei keiner der Inspektionen oder Wartungen wurden wandernde Bolzen und somit gebrochene Schwerspannstifte festgestellt.

2.2.3 Meldungs- und Auskunftspflicht

Das BAV hatte keine Kenntnis von einem früheren Bulletin, in dem Seilbahnunternehmen auf Erkenntnisse zu Wartung und Instandhaltung des hier betroffenen
Klemmentyps aufmerksam gemacht wurden. Die Bergbahnen Flumserberg gaben
an, keine Kenntnis betreffend die speziell zu verwendenden Schwerspannstifte zu
haben. Wenn die Information des Herstellers zu erkannten Mängeln mit den erforderlichen Gegenmassnahmen von den betroffenen Seilbahnunternehmen nicht registriert und umgesetzt werden, so bleiben diese Mängel weiterhin bestehen.
Wenn die Bulletins nicht dem BAV zugestellt werden, kann es anlässlich von Betriebskontrollen seine Überwachungstätigkeit nicht umfassend wahrnehmen und
überprüfen, ob Gegenmassnahmen ergriffen und die Mängel behoben wurden.

2.3 Betriebliche Aspekte

2.3.1 Ähnliche Vorfälle

Der Vorfall war beim Betreiber, den Bergbahnen Flumserberg AG, erstmalig. Somit konnte nicht auf Erfahrung aufgebaut werden. Der Hersteller, Garaventa AG hatte über 5500 baugleiche Klemmen weltweit seit mehr als 20 Jahren im Einsatz und ihm war bisher kein Klemmversagen, jedoch in den acht Jahren vor dem Ereignis zwei Fälle von gewanderten Gleitlagern bekannt.

2.3.2 Ereignisbewältigung

Die Ereignisbewältigung durch die Bergbahnen Flumserberg war strukturiert. Es erfolgte zeitnah eine erste visuelle Prüfung aller Klemmen dieser Anlage sowie eine Prüfung aller Klemmen der anderen beiden, baugleichen Anlagen. Damit konnte der Fehler eingegrenzt werden. Die Verantwortlichen mussten nach dem Sesselabsturz in kurzer Zeit weitreichende Entscheidungen über den weiteren Betrieb der mit Personen besetzten, gestoppten Sesselbahn treffen. Sie gingen besonnen vor, nahmen mehrfach Rücksprache miteinander und kamen innerhalb von 25 Minuten zum Schluss, dass es sich um einen Einzelfall handle und die Sesselbahn zur Evakuierung deshalb wieder in Betrieb genommen werden könne.

Der Entscheid, am Folgetag, 12. Februar 2016, den Betrieb wieder aufzunehmen, basierte wohl auf weiter durchgeführten Prüfungen. Jedoch fehlte zu diesem Zeitpunkt die Expertise des Herstellers. Als diese vorlag, wurden erst nach dem planmässigen Betriebsschluss detaillierte Kontrollen der Klemmen vorgenommen. Diese zeigten, dass mehrere Klemmen ebenfalls defekt waren, ihre Funktion aber noch wahrnahmen.

Für die Entscheidungsfindung existierten keine Checkliste und keine definierten Kriterien.

2.4 Unfallhergang

Beim Auffinden des abgestürzten Sessels Nr. 36 war die Klemme in geöffneter Stellung. Nachdem der Sessel die Bergstation ohne Ansprechen der Überwachungseinrichtung verlassen hatte, fuhr er horizontal bis zur Stütze Nr. 18. Dort überfuhr die Klemme die Rollenbatterie dieser Stütze sowie kurz darauf mit Gefälle die Rollenbatterie der Stütze Nr. 17. Danach nahm das Gefälle weiter zu. Bei der Stütze Nr. 16 stürzte der Sessel ab.

Es ist denkbar, dass sich, verursacht durch die nicht vollständig geschlossene Klemme und dadurch ein Hin- und Herdrehen der Klemme um die Hochachse,

eine Situation ergeben hat, die die Durchfahrt bei der Niederhalterollenbatterie der Stütze Nr. 16 nicht ermöglichte. Die Klemme wurde in leichter Schrägstellung an der Rollenbatterie blockiert. Aufgrund dieser Blockade kam es zu einem Ausreissen des Förderseils aus der Klemme. Als Folge davon stürzte der Sessel ab. Die Tatsache, dass die Klemme in geöffneter Stellung vorgefunden wurde, kann entweder als Folge des Ausreissens des Seiles aus der Klemme oder als Folge des Absturzes angenommen werden, jedoch nicht als Folge des nicht korrekt durchgeführten Kuppelvorgans bei der Ausfahrt aus der Bergstation.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

 Es gab keine Kollision zwischen dem Sessel Nr. 36 und der Stütze Nr. 16 oder andern Sesseln.

- Die Kratzspuren am Seil entstanden durch das Durchziehen des Seils durch die nicht ganz geschlossene Klemme Nr. 36.
- Bei der Klemme des Sessels Nr. 36 wanderte der Bolzen aufgrund des gebrochenen Schwerspannstiftes nach aussen, stand am Klemmengehäuse an und hinterliess massive Abriebspuren. Auf dieser Seite fehlte zudem die Lagerbüchse.
- Das Reiben des herausgewanderten Bolzens am Klemmengehäuse sowie die fehlende Lagerbüchse erforderten eine höhere Federkraft zum Öffnen und Schliessen der Klemme und verhinderten ein formschlüssiges Schliessen der Klemme, nachdem der Kuppelhebel zwangsgeführt in die Schliessposition gebracht worden war.
- Neun weitere Klemmen der Sesselbahn wiesen defekte Schwerspannstifte oder starke Verschleissspuren sowie teilweise verschobene Lagerhülsen auf.
- Der Verschleiss von Bolzen und Lagerbüchsen erhöhte die Wechselbelastung auf den Schwerspannstift.
- Der Schwerspannstift am Fahrzeug Nr. 36 war mehrfach quer gebrochen und zeigte mehrere Fragmente mit Längsrissen, die von Korrosionsnarben ausgehen. An den Querbrüchen konnten die Merkmale eines Schwingbruches nachgewiesen werden. Die Schwerspannstifte von anderen Fahrzeugen zeigten interkristalline Bruchstrukturen in den Bruchausgangsbereichen der Längsrisse. Bei einem Schwerspannstift war eine interkristalline Bruchstruktur in der Bauteilmitte nachweisbar.
- Die vorhandenen Überwachungseinrichtungen (Blenden, Abfangvorrichtung, Klemmkraftprüfung) entdeckten die blockierte Klemme und somit das nicht korrekt gekuppelte Fahrzeug nicht.
- Die Überwachungseinrichtungen in der Tal- und Bergstation lagen innerhalb der Toleranz; es wurden keine Abweichungen festgestellt.
- Das nicht vollständige, formschlüssige Schliessen einer Klemme wurde nicht als mögliches Szenario bei der Konstruktion, Prüfung und Zulassung in Betracht gezogen.

3.1.2 Organisatorische Aspekte

- Die Vorgabe, dass nur Schwerspannstifte mit einer «dacrometisierten» Oberflächenbehandlung eingesetzt werden dürfen, war dem Betreiber nicht bewusst. In den Vorgabedokumenten ist diese Spezifikation nicht durchgängig vorzufinden.
- Die geforderten Instandhaltungsarbeiten der Klemmen wurden nicht wie vorgegeben (ein Viertel der Klemmen jedes Jahr) durchgeführt.
- Die erhöhten Messwerte der Federkraftprüfungen hätten als Hinweis auf ein latentes Problem gedeutet werden können.

 Wandernde Bolzen oder Lagerbüchsen werden aufgrund des halbjährlichen Wartungsintervalls unter Umständen mehrere Monate lang nicht entdeckt.

- Der Bruch des Schwerspannstiftes wurde bei den durchgeführten Kontrollen nicht erkannt.
- Bulletins mit sicherheitsrelevanten Informationen wurden seitens Garaventa nicht systematisch dem BAV zugestellt.

3.1.3 Betriebliche oder prozessuale Aspekte

- Bisher gab es keine Anzeichen auf Klemmversagen bei Sesselbahnen mit diesem Klemmentyp.
- Die Abklärungen der Betreiberin nach dem Ereignis wie auch die Dokumentation der Prüfungen und Instandhaltungen sind ausnahmslos systematisch und sorgfältig geführt und wirken vorbildlich.
- Die Bergbahnen Flumserberg AG verfügte über keine definierten Kriterien oder Checkliste zur Entscheidungsfindung bezüglich eines Betriebsunterbruchs, bzw. einer Wiederinbetriebnahme zur Evakuation der Passagiere.

3.2 Ursachen



Abbildung 26: Ursachenkette.

Der Absturz des Sessels ist auf ein Klemmversagen der Klemme zurückzuführen. Bei der letzten Revision der Klemme baute der Betreiber einen nicht konformen Schwerspannstifte ein. Aufgrund der mechanischen und witterungsbedingten Belastungen in Kombination mit den Eigenschaften des Schwerspannstiftes ergaben sich zuerst Längsrisse gefolgt von Querbrüchen. Als Folge davon bewegte sich der Bolzen im Kniegelenk gegen die Klemmengehäusewand und verhinderte ein vollständiges Schliessen der Klemme. Dadurch klemmte die Klemme nicht mehr kraft- und formschlüssig am Seil. Bei der Stütze Nr. 16 wurde die Klemme aufgedrückt und löste sich vom Seil.

Zum Unfall haben beigetragen:

- Dem Betreiber war die Vorgabe nicht bewusst, dass oberflächenbehandelte Schwerspannstifte verwendet werden müssen.
- Der verwendete Schwerspannstift war nicht dacrometisiert (Oberflächenbehandlung in Form eines Zinklamellenüberzugs zwecks Korrosionsschutz), was die Bildung von Längsrissen unter korrosiven Bedingungen begünstigte.
- Die geforderten Instandhaltungsarbeiten der Klemmen wurden nicht wie vorgegeben (ein Viertel der Klemmen jedes Jahr) durchgeführt.

 Die vorliegende Konstruktion der Klemme ermöglichte einen aussergewöhnlicher Zustand, bei dem die Federkraftprüfung aufgrund der verkeilten Klemme den fehlerhaften Zustand nicht erkannte.

Im Rahmen der Untersuchung wurde ein weiteres Risiko identifiziert:

Werden von Seilbahnunternehmen, Hersteller und Inverkehrbringer eigene neue Erkenntnisse, die Einfluss auf die Sicherheit einer Anlage haben können, nicht der Aufsichtsbehörde gemeldet, kann diese anlässlich ihrer Aufsichtstätigkeit nicht überprüfen, ob betroffene Unternehmen Massnahmen zur Beseitigung des Mangels getroffen haben.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Schweren Vorfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) 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.

4.1.1 Defekte Klemmen und nicht korrekt gekuppelte Fahrzeuge werden nicht rechtzeitig erkannt

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Trotz Blenden, Abfangvorrichtung, Federkraftprüfung, Instandhaltungs- und Wartungsvorgaben wurde eine fehlerhafte Klemme nicht erkannt.

Die Untersuchungen zeigten, dass für die Auslegung der Überwachungseinrichtungen und Vorgaben zu Instandhaltung und Prüfung davon ausgegangen wurde, dass sich eine Totpunkt-Klemme lediglich in genau zwei Positionen befinden kann: ganz offen oder ganz geschlossen. Ein Szenario, bei dem sich eine Klemme nicht vollständig schliesst und nicht formschlüssig am Seil anliegt, wurde nicht berücksichtigt. Somit kann ein Sessel mit der Klemme vom Typ AK4.1 die Station mit nur teilweise geschlossener und blockierter Klemme verlassen. Folglich kann zum einen eine Klemme auf dem Seil rutschen, was zu einer Kollision dieses Fahrzeugs mit einem vorausfahrenden oder nachfolgendem Fahrzeug führen kann. Zum andern kann sich die Klemme öffnen und das Fahrzeug abstürzen.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 155

Das BAV sollte veranlassen, dass für den Betrieb von Seilbahnen mit diesem oder ähnlichem Klemmentyp und Überwachungseinrichtungen Nachweise erbracht

werden, dass blockierte Klemmen zuverlässig erkannt und Fahrzeuge mit nur teilweise geschlossener Klemme zuverlässig identifiziert und am Verlassen der Station gehindert werden.

4.1.2 Informationsfluss zwischen Hersteller und Aufsichtsbehörde

4.1.2.1 Sicherheitsdefizit

Im Rahmen der Sicherheitsuntersuchung wurde festgestellt, dass Bulletins mit Erkenntnissen, die die Sicherheit der Anlage betrafen, nicht vom Hersteller zur Aufsichtsbehörde gelangten. So war es dem BAV nicht möglich, Änderungen aufgrund wichtiger Erkenntnisse nachzuvollziehen und getroffene Vorkehrungen anlässlich seiner Aufsichtstätigkeit bei den Seilbahnunternehmen zu überprüfen.

4.1.2.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 156

Das BAV sollte prüfen, ob sicherheitsrelevante Informationen aus neuen Erkenntnissen im Sicherheitsverbund zwischen Hersteller, Inverkehrbringer, Betreiber und Aufsichtsbehörden konsequent weitergegeben werden.

4.2 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.

4.2.1 Entscheidungsfindung bezüglich Wiederinbetriebsetzung

4.2.1.1 Sicherheitsdefizit

Den Verantwortlichen stand für ihre Entscheidungsfindung bezüglich Wiederinbetriebnahme resp. Ausserbetriebsetzung und auch bezüglich Evakuation der Sesselbahn keine systematisch für solche Fälle vorbereitete Vorgehensweise mit Entscheidungskriterien zur Verfügung.

4.2.1.2 Sicherheitshinweis Nr. 24

Zielgruppe: Seilbahnbetreiber

Die Seilbahnbetreiber sollten für die Klärung der Frage der Evakuation / Wiederinbetriebsetzung nach Ereignissen eine interne «Notfall-Checkliste» erarbeiten.

Dies ergäbe ein zu den Gegebenheiten ihres Betriebs und ihrer Anlage für möglichst verschiedene Szenarien passendes, durchdachtes Instrument, das systematisch gewährleisten kann, dass bei der Entscheidungsfindung die wesentlichen sicherheitsrelevanten Betrachtungen in angemessener Weise und explizit berücksichtigt werden. Nebst den Entscheidungskriterien werden auch Zuständigkeiten,

Kompetenzen und Verantwortung bedacht, d. h. auch definiert, wer was in der geforderten Qualität beurteilen, entscheiden und allenfalls priorisieren kann bzw. darf. Das Instrument könnte beispielsweise in Form einer internen Notfallübung geprüft werden. Bei diesem simulierten Anlass könnten die betroffenen Mitarbeiter den Umgang mit dem Instrument üben, was die Praxistauglichkeit aufzeigen würden und einem Einsatz im Ereignisfall zu Gute käme.

4.3 Seit dem schweren Vorfall getroffene Massnahmen

Die der SUST bekannten Massnahmen werden im Folgenden kommentarlos aufgeführt.

- Die Bergbahnen Flumserberg AG kontrollierten alle ihre Sesselbahnen mit den baugleichen Klemmen und ergänzten ihre Instandhaltungschecklisten mit der Prüfung der Schwerspannstifte.
- Am 12. Mai 2016 informierte die SUST Vertreter der Betreiber, des Herstellers und des BAV an einer gemeinsamen Sitzung über den Stand der Untersuchungen und die Erkenntnisse des schadensanalytischen Gutachtens. Der Gutachter erläuterte seinen Befund.
- Der Hersteller publizierte nach dem Ereignis per 30. Mai 2016 das Bulletin CH16004 zur "Wartung und Instandhaltung Klemmentyp AK2, AK3, AK4-4.1 und AK6". Darin findet sich der Hinweis, dass zusätzlich zu den bestehenden Vorgaben "nur dacrometisierte Schwerspannstifte verwendet werden dürfen".
- Seit dem Vorfall stellt die Garaventa AG dem BAV ihre Bulletins zu.
- Die Bergbahnen Flumserberg AG entschieden im Jahre 2019, alle festen und beweglichen Klemmteile sowie Bolzen, Büchsen und Spannstifte komplett zu ersetzen.

Dieser Schlussbericht wurde von der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) genehmigt (Art. 10 Bst. h der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014).

Bern, 15. September 2020

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle