



# Schlussbericht der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle SUST

über das Versagen der Stütze 17  
der Sesselbahn  
Turren – Schönbüel  
(Anlage. 73.160)

vom Sonntag 29.01.2012

in Lungern

Reg.-Nr.: 12012901

## Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zweck der Verhütung von Unfällen beim Betrieb von Eisenbahnen, Seilbahnen und Schiffen erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Unfällen ist nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung gemäss Art. 25 der Verordnung über die 'Meldung und Untersuchung von Unfällen und schweren Vorfällen beim Betrieb öffentlicher Verkehrsmittel' (VUU, SR 742.161). Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, Schuld- oder Haftungsfragen zu klären.

## 0 ALLGEMEINES

### 0.1 Kurzdarstellung

Am Sonntagmorgen des 29.01.2012 vor Aufnahme des regulären Personenverkehrs bemerkten Angestellte der Betreibergesellschaft, dass die Stütze 17 der 4er Sesselbahn Turren – Schönbüel vermutlich infolge des Druckes der langsam abgleitenden Schneedecke gekippt war.

Zur Ereigniszeit befanden sich noch keine Passagiere auf der Anlage. Es entstand grösserer Sachschaden.



Abbildung 1: Homepage Panoramawelt

### 0.2 Untersuchung

Die Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle wurde durch die Meldestelle (REGA) am Montag, 30.01.2012 um 15:00 Uhr alarmiert.

Zwei Untersuchungsleiter der SUST begleitet von einem Geologen rückten am Donnerstag 02.02.2012 nach Lungern aus. Nach der ersten Inspektion beauftragte die SUST das Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) in Davos um die Schneesituation zu begutachten. Die Besichtigung des Ereignisortes fand am Dienstag 07.02.2012 statt. Um die Statik der Stütze 17 zu überprüfen, beauftragte die SUST das Ingenieurbüro Geotest.

## 1 FESTGESTELLTE TATSACHEN

### 1.1 Vorgeschichte

Schnee Situation Winter 2011-2012 / Auszug Publikation SLF Institut Davos  
(Karte Schneehöhe Beilage 1)

*Beim Schneegleiten verschiebt sich die gesamte Schneedecke auf dem Boden. Die Verschiebung kann einige Zentimeter bis mehrere Meter pro Tag betragen. Schneegleiten kann nur auftreten, wenn die Schneedecke nicht am Boden festgefroren ist. Meistens sind die untersten Zentimeter der Schneedecke feucht („Schmierschicht“). Schneegleiten tritt auf, wenn der Boden noch nicht gefroren ist und der erste Schneefall des Winters ergiebig ausfällt. Dies war im Winter 2011/12 der Fall: der November war trocken und ausserordentlich mild und Anfang Dezember setzten starke Schneefälle ein. Dies führte zu einer ausgeprägten Schneegleitaktivität praktisch im gesamten schweizerischen Alpenraum. Wir schätzen, dass derart starkes Schneegleiten wie im Winter 2011/12 nur etwa alle 30 Jahre auftritt.*

#### **Bahnanlage Turren – Schönbüel (BAV-Nr. 73.160)**

Die kuppelbare 4er Sesselbahnanlage Turren - Schönbüel wird von der Unternehmung Panoramawelt Lungern Schönbüel AG betrieben.

Die Sesselbahn verbindet Turren 1562 M. ü Meer und Schönbüel 2011 M. ü Meer.

Der Antrieb, die Sesselgarage sowie die Steuerung befinden sich in der Bergstation.

Die vor der Erstellung der Sesselbahn Turren im Jahre 1999 bestehende Gondelbahn Turren - Schönbüel hatte keine Stütze im Gebiet der nun gekippten Stütze.

#### **Besondere Ereignisse**

Am 4. 01.2012 fielen zwei Skifahrer, die sich ausserhalb der markierten Pisten bewegten, in eine 7 m tiefe Tribschneespalte. Die Schneespalte befand sich schräg oberhalb der Stütze 17. Die zwei Skifahrer konnten unverletzt geborgen werden.

(Quelle: ONZ – Obwalden und Nidwalden Zeitung vom 06.01.2012)

### 1.2 Ablauf des Ereignisses (Meldung Bahnbetreiber und Protokolle der Steuerung)

Am Morgen, 29.01.2012, vor der Betriebsaufnahme, befanden sich der technische Leiter sowie der Maschinist in der oberen Station. Die Anlage wurde um 07.45 Uhr ab der Bergstation gestartet.

Um 07:53 Uhr wurde die Dienstfahrtfunktion aktiviert. Kurz später fuhr der stellvertretende technische Leiter mit der Sesselbahn bergwärts. Bei der Dienstfahrt kontrollierte er die Stützen und die Rollenbatterien. Dabei bemerkte er keine Unregelmässigkeit. Als der stv. technische Leiter oben angekommen war, wurde die Dienstfahrtfunktion um 08:23 Uhr deaktiviert.

Um 08:39 Uhr meldete die Steuerung einen Erdschluss der Telefonleitung und leitete einen Nothalt ein. Dabei wurde auf der Anzeige des Streckenfernmessgerätes bei der Bergstation angezeigt, dass auf der Stütze Nr. 22 ein Problem mit der Telefonleitung vorhanden war. Der Maschinist begab sich zur Stütze 22. Dabei bemerkte er, dass ein Kabel durch den starken Schneebehang abgerissen war. Da das Problem an der ersten Stütze (22) bekannt war, und die Reparatur im Gang war, wurde die Anlage um 08:50

Uhr "überbrückt" und neu gestartet. Während der Dauer der Reparatur wurden die Sessel ausgaragiert. Der erste Sessel wurde um 09:14 Uhr ausgaragiert.

Um 09:27 Uhr traf die Überwachung "Erdschluss Telefonleitung" bei der Stütze 17 ein. Da der Überbrückungsmodus noch aktiv war, wurde die Anlage nicht automatisch gestoppt.

Als die Reparatur auf der Stütze 22 beendet war, bemerkte der technische Leiter auf der Anzeige, dass die Stütze 17 einen Fehler aufweist. Um 09:39 Uhr stoppte er sofort die Anlage und beauftragte einen Betriebsangestellten nachzusehen, was bei der Stütze 17 nicht in Ordnung war. Der Betriebsangestellte stellte fest, dass die Stütze 17 schräg aus dem Profil hing und das Fundament durch den Schnee weggestossen worden war. Das Seil fiel auf der Bergseite der Stütze 17 aus den Rollenbatterien. Vier Sessel waren in der Niederhalterstütze 16 eingeklemmt.



Abbildung 2: Stütze 17 am 2. Februar 2012



Abbildung 3: Stütze 16 mit verklemmten Sesseln



Abbildung 4: Doppelstütze 15/16

### 1.3 Personenschäden

Keine

### 1.4 Sachschäden an der Anlage

Das Fundament der Stütze 17 wurde aus seiner normale Position herausgehoben und ca. 2-3 m in der Falllinie des Hanges verschoben. Die Stahlstütze selbst scheint unbeschädigt zu sein.

Vier Sessel (eingeklemmt in Stütze 16) wurden beschädigt.

Infolge der Seilentgleisung wurde das Seil auf einer Länge von ca. 750 Metern beschädigt.

Die Rollenbatterie der Stützen 15 bis 17 wurden beschädigt.

Die Sachschäden belaufen sich auf geschätzte 300'000 – 400'000 Franken.

### 1.5 Beteiligte Personen

#### 1.5.1 Technischer Leiter

Betreiber Panoramawelt

#### 1.5.2 Stv. technischer Leiter

Angestellte Panoramawelt

#### 1.5.3 Chef Maschinist

Angestellte Panoramawelt

### 1.6 Sesselbahn Anlage

Eigentümer: Garaventa AG  
Betreiber: Panoramawelt AG

#### Kuppelbare 4er Sesselbahn

Baujahr: 1999  
Anzahl Stützen: 22  
Höhendifferenz: 501 m  
Schräge Länge: 2326 m  
Anzahl Fahrbetriebsmittel / Seite: 50  
Fahrzeug Abstand: 48 m  
Seildurchmesser: 42 mm  
Fahrrichtung: Bergförderung rechts bei Blickrichtung bergwärts



Abbildung 5: Bergstation - Antrieb mit Sesselgarage links

### 1.7 Gebiet Breitenfeld, Stütze 17

Die gekippte Stütze 17 befindet sich unter einer Felswand in einem steilen Gebiet mit einer Durchschnittsneigung von ca. 30° und auf einer Höhe von 1795 m ü Meer. Der Durchmesser des untersten Stützenschaftes der Stütze 17 beträgt 1.570 m.



Abbildung 6: Sommeransicht (Quelle Panoramawelt)



## 1.8 Wetter, Wind

Tag, Nebel

### Bericht Meteoschweiz

Im Auftrag der SUST hat Meteoschweiz den folgenden Bericht erstellt:

*Am 29.01.2012 lag am Vormittag über der Alpennordseite verbreitet Hochnebel mit einer Obergrenze bei etwa 2000 m. Die Temperaturen in einer Höhe von 1500-2000 m betragen ca. – 6.5 Grad.  
Es herrschten nur leichte Winde aus Richtung Ost.*

*Registrierte Messwerte bei der nächsten repräsentativen Messstation:*

<b>Messstandort</b>	<b>Windspitzen von 29.01.2012 08 -10 Uhr</b>	<b>Mittlere Windgeschwindigkeit im gleichen Zeitraum</b>
<i>Giswil</i>	<i>22.7 km/h</i>	<i>9.2 km/h</i>
<i>Cham</i>	<i>34.9 km/h</i>	<i>15.8 km/h</i>

## 1.9 Betriebskonzept (siehe auch Tabelle Belastungsannahmen Beilage 4)

Das Anlagebetriebskonzept beschreibt das Vorgehen vor und während des Betriebs.

Offenbar auf Basis der Belastungsannahmen Tabelle Anhang 4 (erstellt vom Amt für Wald und Landschaft des Kantons Obwalden am 20.07.1999 anlässlich des Neubaus der Sesselbahn) wurde im Betriebskonzept der folgende Sicherheitshinweis eingetragen:

**Die Schneehöhe beim Stützfundament 15 und 16 muss Täglich Kontrolliert werde. Wenn es mehr als 2 m übersteigt muss Oberhalb der Stütze 10 m Höhe und 3m Breite geräumt werden.**

Auszug Betriebskonzept von 15.11.2011

Nur für die Stützen 15 und 16 wurden in der erwähnten Tabelle angemerkt, dass eine «Schneeräumung ab 2.00 m» notwendig sei. Bezüglich der Stütze 17 wurden keine speziellen Bemerkungen gemacht. Hingegen wurden im Dokument Belastungsannahmen abschliessend unter «Verschiedenes» der Vermerk angebracht: «*Die berechneten Gleitschneekräfte gelten bis zur angegebenen Schneehöhe „HS“; falls mehr Schnee vorhanden ist, muss er mit dem Pistenfahrzeug weggestossen werden, um Schäden an den Stützen zu verhindern. Die angegebenen Schneehöhen „HS“ sind durch die BLS an den Masten gut sichtbar zu markieren.*» Anlässlich der Begehung der SUST vom 02.02.2012 wurden keine sichtbaren Markierungen an den Stützenschäften festgestellt, die eine zu überwachende Schneehöhe angezeigt hätten. Weshalb im Dokument Belastungsannahmen einerseits für alle Stützen zu treffenden Massnahmen ab einer bestimmten Schneehöhe gesprochen wurden und andererseits in der Tabelle nur bei bestimmten Stützen Massnahmen notwendig sein sollen bleibt unklar.

## 1.10 Tages-Checkliste und Betriebsbuch

Die Tages-Checklisten und das Betriebsbuch wurden von der SUST überprüft. In den letzten Tagen vor dem Ereignis wurden keine Vorfälle eingetragen, welche in Zusammenhang mit dem Kippen der Stütze 17 stehen.

## 1.11 Förderseilüberwachung

Die Sesselbahn ist mit einem Seilentgleisungsüberwachungssystem (Bruchstabschalter) ausgerüstet, welches die Anlage bei einer Seilentgleisung automatisch ausschaltet. Das Überwachungssystem besteht aus einem geschlossenen Stromkreis, welcher über alle Stützen geführt wird.

Zusätzlich verfügt die Anlage über ein System, das in der Antriebsstation die Stützennummer anzeigt, bei welcher die Schalterleitung gestört ist (Stützenfernmessung). Die Messung findet talwärts von der Bergstation (Stütze 22) bis zur Talstation statt. In einem Störfall wird jeweils nur eine Stützennummer angezeigt, selbst wenn auf mehreren Stützen eine Störung vorhanden ist. In einem solchen Fall zeigt die Störungsanzeige jene Stütze an, bei welchem das Messsignal auf seinem Weg von der Bergstation in die Talstation zum ersten Mal gestört wird. Alle weiter talwärts vorhandenen Störungen (bzw. Stütze 17) auf den Stützen werden nicht erfasst. Diese werden erst dann erfasst, wenn bergwärts (bzw. Stütze 22) keine Störung mehr vorliegt.

## 1.12 Steuerung

Die Anlage ist mit einer Steuerung der Fa. Frey ausgerüstet. Die Fehler wurden in einem sogenannten Erstfehlerprotokoll registriert.

Das Erstfehlerprotokoll wurde am 02.02.2012 durch die SUST bei der Antriebsstation ausgedruckt.

Zusätzlich wurde am 07.02.2012 durch die SUST das Erstfehlerprotokoll exportiert und die Datei an den Hersteller für eine erweiterte Auswertung geschickt.

Im Protokoll sind die Fehler nur als Sammelstörung (Schalterleitung - Telefonleitung) registriert, dh. die Stützen Nummer werden nicht vermerkt. Auf Grund des Erstfehlerprotokolls ist es nicht möglich, die Auslösung des Nothalters einer konkreten Stütze zuzuordnen.

Auszug aus dem Erstfehler Protokoll der Steuerung

Erstfehler Protokoll		EUB-4A Turren - Schönbüel					
Datum vom : 29.01.2012		Datum bis : 29.01.2012					
Nummer	Beschreibung	Richtung	Geschwindigkeit [m/s]	Strom [A]	Datum/Zeit	Dauer [h]	Betriebsmeldungen
5202	52-02 NH-BB Steuerschrank +SS2	vorwärts	1.2	0	29.01.12 08:32:24	0.21	1 2 24
5400	5400 Überw.-Telefonleitung (Erdschluss-Überw.)	vorwärts	0.0	0	29.01.12 08:27:47	0.00	1 2 24
5510	55-10 NH Einfahrtsüberwachung	vorwärts	0.0	0	29.01.12 09:27:26	0.00	1 2 24
5510	55-10 NH Einfahrtsüberwachung	vorwärts	0.0	0	29.01.12 08:27:15	0.00	1 2 24
5510	55-10 NH Einfahrtsüberwachung	vorwärts	0.1	-9	29.01.12 08:24:09	0.05	1 2 14 24
5510	55-10 NH Einfahrtsüberwachung	vorwärts	0.0	0	29.01.12 08:23:06	0.02	1 2 24
5510	55-10 NH Einfahrtsüberwachung	vorwärts	0.0	-1	29.01.12 09:14:22	0.14	1 2 14 24
5510	55-10 NH Einfahrtsüberwachung	vorwärts	1.8	379	29.01.12 09:12:47	0.02	1 2 14
5202	52-02 NH-BB Steuerschrank +SS2	vorwärts	1.2	0	29.01.12 09:03:28	0.14	1 2
5110	5110 Falsche Stellung eines Steuerschalter	vorwärts	0.0	0	29.01.12 08:52:23	0.00	1 2
8111	8111 UST, Elektrischer Halt Säule hinten	vorwärts	1.2	0	29.01.12 08:52:09	0.00	1 2
8107	8107 UST, Elektrischer Halt (+FB2) Ausser Kommandoraum	vorwärts	0.0	0	29.01.12 08:51:08	0.00	1 2 25
5706	57-06 "Überwachung Überbrückung"	vorwärts	2.0	354	29.01.12 08:50:21	0.01	1 2 14
5400	5400 Überw.-Telefonleitung (Erdschluss-Überw.)	vorwärts	1.2	390	29.01.12 08:39:06	0.00	1 2 14
5300	53-00 NH-BB Schalterleitung (FUA)	vorwärts	0.0	0	29.01.12 08:31:09	0.11	9

## 1.13 Funktionskontrolle der Stützenfernmessung

Am 02.02.2012 wurde festgestellt, dass auf dem Anzeigedisplays die Störung bei der Stütze 17 noch angezeigt wurde.

Um die Situation bei dem Ereignis nachzuspielen, wurde ein Bruchstab der Stütze 22 gezogen.



Ergebnis:

Auf dem Anzeigedisplay verschwindet die Störung bei der Stütze 17 und die Störung bei der Stütze 22 wird angezeigt.

#### 1.14 Prüfung Stütze Fundament 17 beim Bau (Beilage 2)

Während des Baus wurde das Fundament 17 vom Ingenieur Büro BYS kontrolliert und ein Prüfprotokoll erstellt. Am 15.09.1999 wurde von der Bauleitung der Baugrund kontrolliert. Gemäss Prüfprotokoll besteht der Baugrund aus Fels. Eine Entwässerung wurde realisiert.

Die Freigabe für die Betonierung wurde am 29.09.1999 vom Büro BYS erteilt.

#### 1.15 Förderseil

Das Förderseil wurde anlässlich der Begehung vom 02.02.2012 zwischen den Stützen 15 und 16 kurz kontrolliert. Es wurden Kratzspuren und Verfärbungen an den Aussen-drähten festgestellt.



Abbildung 7: Förderseil zwischen den Stützen 15 und 16

#### 1.16 Seilprüfbericht nach dem Ereignis

Nach dem Ereignis wurde das Förderseil, welches vermutlich beim Durchziehen durch die blockierten Sesselklemmen bei der Stütze 16 beschädigt wurde, instandgesetzt. Dazu wurde ein zirka 750 m langes Reparaturstück eingespleisst. Das Reparaturstück befindet sich 830 m bis 1580 m unterhalb des Montagespleisses von 1999.

Das gesamte Förderseil wurde durch eine Seilprüfstelle am 17.05.2011 und nach der Instandstellung am 13.03.2012 magnetinduktiv geprüft. Gemäss den Seilprüfberichten entsprach das Förderseil zum Zeitpunkt der Prüfung den Anforderungen der EN 12927-6 (Sicherheitsanforderungen für Seilbahnen und Schleppaufzüge im Personenverkehr – Seile – Teil 6: Ablegekriterien).

## 1.17 Besondere Untersuchungen

### 1.17.1 Geologisches Gutachten

Um die geologischen Gegebenheiten im Umfeld der Stütze 17 zu erfassen sowie um die damalige Berechnung des Stützenfundamentes zu überprüfen, wurde ein Gutachten bei der Firma Geotest AG in Auftrag gegeben. Das Gutachten beantwortete unter anderen die folgenden Fragen:

Entspricht die Foundation der Stütze 17 den Bauunterlagen?

Um diese Frage zu Beantworten wurde am 16.7.2012 durch den Anlagenbetreiber bei der Stütze 17 ein 5 m tiefer Baggerschlitz abgeteuft. Das Gutachten der Firma Geotest AG äussert sich zur Frage wie folgt:

*„Gemäss Ausführungen in Abschnitt 5.3. [des Gutachtens] war die Stütze 17 untief fundiert, möglicherweise direkt auf einer tonig siltigen Zwischenlage mit Hangwasser. Dieser Befund widerspricht dem Abnahmeprotokoll der BYS Ingenieure vom 15.9.1999, wo beim Baugrund der Stütze 17 **Fels** und Entwässerung angekreuzt sind [siehe Beilage 2]. Der anstehende Fels wurde aber im Baggerschlitz auch bis in eine Tiefe von 5 Metern nicht festgestellt, dieser dürfte erst in Tiefen von 6 bis 10 Metern anstehen. Es macht den Anschein, dass bei der Planung dieser Stütze hoch anstehender Fels vermutet (dieser ist oberhalb der Stütze sichtbar) und diese Annahme nicht näher überprüft wurde. Der Aushub des Fundamentes wurde wohl nicht inspiziert, eine Verwechslung von mit Siltlagen durchsetztem Lockergestein und Fels ist nicht denkbar.“*

Wurde die Berechnung des Stützenfundamentes korrekt durchgeführt?

Das Gutachten der Firma Geotest AG äussert sich zur Frage wie folgt:

*„Unter dem Stützenfundament wurde toniger Silt von mittelsteifer Konsistenz angetroffen.“*

*In der Statik von BYS wurde die Gesamtstabilität des Untergrundes bei Stütze 17 nicht untersucht sondern nur die lokalen Pressungen unter der Stütze. Die Ausgangsstabilität des Hanges ist mit der angetroffenen Schicht aus tonigem Silt auch ohne Stütze schon gering.*

*Das Modell für den Gleitsicherheitsnachweis ist unklar. Es berücksichtigt die Hangneigung nicht.*

*In den Berechnungen des Fundamentes wurde von einer zulässigen Bodenpressung von  $\sigma_{\text{Gebrauch}} \leq 250 \text{ kN/m}^2$  ausgegangen. Dies ist im steifen bis mittelsteifen tonigen Silt, wie er auf der Fundamentsohle angetroffen wurde, ein zu hoher Wert. Der angenommene Reibungswinkel auf der Fundamentsohle von  $\varphi' = 25^\circ$  ist im tonigen Silt als mittlerer Erwartungswert plausibel, als charakteristischer Wert, der in die Rechnung eingeht, jedoch mit den vorhandenen Kenntnissen eher zu hoch.“*

### 1.17.2 Gutachten Einfluss Schneedruck

Um den Einfluss und die Dynamik des Schneedruckes auf die Stütze 17 abzuklären, wurde beim WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF ein Gutachten in Auftrag gegeben. Das Gutachten kommt zum Schluss, dass

*„Der Schaden an der Stütze 17 [...] eindeutig durch die grossen Schneedruckwirkungen der langsam abgleitenden Schneedecke verursacht [wurde].“*

Die grosse Schneedruckwirkung wurde gemäss dem Gutachten durch die folgenden Faktoren begünstigt:

- klimatisch bedingt: Schneegleiten tritt insbesondere dann auf, wenn der Boden nicht gefroren ist und der erste Schneefall des Winters ergiebig ausfällt. Dies war im Winter 2011/12 der Fall.

- klimatisch bedingt: ergiebige Schneefälle
- klimatisch bedingt: wiederkehrende starke Westwinde führten zusätzlich zu grossen Tribschneeansammlungen, die im oberen Bereich der Stütze 17 zu stark überdurchschnittlichen Schneehöhen von bis zu 800 cm führten.
- Morphologie: flächiger Hang
- Morphologie: kleine Bodenrauigkeit
- Geologie: vernässter Untergrund

In der Folge vergleicht das Gutachten SLF den auf die Stütze 17 wirkenden Schneedruck im Februar 2012 mit jenem Schneedruck, der anlässlich der Planung der Sesselbahn vom Amt für Wald und Landschaft des Kantons Obwalden 1999 errechnet wurde. Das SLF benutzte als Grundlage für die Berechnung des Lawinendruckes den Leitfaden Lawinengefährdung bei touristischen Transportanlagen (SLF/BAV 2006). Das Gutachten SLF rechnet mit folgenden Eingangsdaten:

$$\text{Schneedruck} : q_G = \rho \cdot g \cdot h_A^2 \cdot 0.5 \cdot K \cdot N \cdot \eta \cdot \frac{D}{d_A} \quad [\text{kN/m}']$$

- Schneedichte:  $\rho = 400 \text{ kg/m}^3$
- Erdbeschleunigung:  $g = 10 \text{ m/s}^2$
- Schneehöhe:  $h_A = 3.5 \text{ m}$
- Kriechfaktor:  $K \approx 0.8$
- Hangneigung:  $\psi = 38^\circ$
- Gleitfaktor:  $N = 3.2$
- Stützendurchmesser:  $D = 1.6 \text{ m}$
- Schneemächtigkeit:  $d_A = h_A \cdot \cos\psi = 2.76 \text{ m}$
- Wirkungsfaktor für starkes Schneegleiten und ungünstige Lage:  $\eta = 1 + 2 \dots 4 \cdot d_A/D = 4.45 \dots 7.88$ .

Daraus errechnet das Gutachten SLF einen hangparallelen Schneedruck  $q_G$  auf die Stütze 17 von 159 bis 282 kN/m' resp. eine totale Schneedruckeinwirkung von rund 439 bis 780 kN. Das Gutachten SLF hält zum Bericht des Amtes für Wald und Landschaft des Kt. Obwalden (1999) folgendes fest:

*„Im Bericht des Amtes für Wald und Landschaft des Kantons Obwalden (1999) wurde die Stütze 17 als durch Lawinen und Schneedruck gefährdet beurteilt. Bei einer angenommenen Schneehöhe von 2.0 m wurde ein Schneedruck von 34.5 kN/m<sup>2</sup> (entspricht einem hangparallelen Schneedruck  $q_G$  von 55.2 kN/m') angegeben, was einer totalen Schneedruckeinwirkung von 110 kN entspricht. Der im Bericht (1999) angegebene Lawinendruck beträgt 29.77 kN/m<sup>2</sup> bei einer Fliesshöhe von 0.8 m und einer Stauhöhe von 3.04 m. Die resultierende Einwirkung infolge von Lawinen beträgt folglich 80 kN. Im Bericht (1999) wurde weiter angegeben, dass die berechneten Gleitschneekräfte nur bis zur angegebenen Schneehöhe HS gelten. Im Winter 2011/12 lag rund die doppelte Schneemenge.“*

Das Gutachten SLF folgert daraus:

*„Der Schaden an der Stütze 17 der Sesselbahn Turren ist auf die hohen Schneedruckeinwirkungen von rund 400 bis 800 kN zurückzuführen. Die langsam abgleitende Schneedecke hat die Stütze mit dem Fundament umgedrückt. Die Einwirkungen im Winter 2011/12 dürften bedeutend grösser gewesen sein als jene Einwirkungen, die für die Bemessung der Stütze angenommen wurden. [...]“*



Abbildung 8: Abrutschende Schneetafel mit einer Mächtigkeit von 8 m

### 1.18 Belastungsannahmen Tabelle (Beilage 4)

Bei der Planung der Anlage wurden die verschiedenen Belastungen auf die Stützen (Einfluss von Lawinen und Gleitschnee) durch das Amt für Wald und Landschaft des Kantons Obwalden berechnet. Die Tabelle ist als Beilage 4 diesem Bericht angehängt.

## 2 ANALYSE

### 2.1 Technisches

Die unmittelbar am Ereignis beteiligten technischen Komponenten der Seilbahn waren technisch in Ordnung. Die Fernüberwachungsanlage hat funktioniert.

### 2.2 Betriebliches

Die tägliche Kontrollfahrt vor Aufnahme des Fahrgastbetriebes wurde gemäss Eintragung im Betriebsbuch durchgeführt.

### 2.3 Schneesituation

Am 16.02.2012 wurde bei der IMIS-Schneemessstation Schönbüel (ca. 1 km südlich der Stütze 17) eine Schneehöhe von 4 m gemessen. Eine solche Schneehöhe dürfte gemäss SLF eine Wiederkehrdauer von etwa 10 Jahren haben. Infolge wiederkehrender starker Westwinde entstanden zusätzlich grosse Tribschneeansammlungen, die im oberen Hangbereich der Stütze 17 zu stark überdurchschnittlichen Schneehöhen von bis zu 8 m führten. Zusammen mit klimatischen und geologischen Vorbedingungen führte dies zu einem ausgeprägten Schneegleiten. Die abgleitende Schneetafel war rund 150 m breit, 50 bis 100 m lang und ca. 3 bis 8 m mächtig. Das Gewicht der gesamten, sich bewegenden Schneetafel dürfte etwa 20'000 Tonnen betragen haben.

Anfang Januar 2012 wurde im Gebiet Breitenfeld eine Spaltenbildung festgestellt, nach dem zwei Skifahrer ausserhalb der markierten Pisten in die Spalten stürzten .



Abbildung 9: "Blick von oben auf die abgleitende Schneetafel. Zwischen den Stützen 15/16 und 17 hat sich die Schneedecke markant nach oben gewölbt (Stauchwall). Unterhalb des Stauchwalles dürfte sich die Schneedecke nicht verschoben haben." Foto und Legende SLF

Das SLF schätzt in seinem Gutachten, dass die Gleitgeschwindigkeit der Schneetafel vor dem Schadensereignis schätzungsweise 15 bis 75 cm pro Tag betragen hat. Nach dem Schadensereignis wurden neun Messpegel auf der Schneetafel gesetzt. In der Periode vom 3. bis zum 15. März wurden Gleitgeschwindigkeiten von 5 bis 25 cm gemessen (Ing. Büro Burkard 2012). Das SLF folgt in seinem Gutachten nicht, «[...] dass das Kippen von Stütze 17 in diesem Zeitraum durch ein plötzliches „ruckartiges“ Beschleunigen der Schneedecke entstanden ist. Bei einer plötzlichen Beschleunigung gleitet typischerweise die Schneetafel als Gletschneelawine ab. Das war hier nicht der Fall.»

## 2.4 Betrieb bei überbrückter Anlage

Der Betrieb im Überbrückungsmodus scheint aufgrund der Ergebnisse der beiden Gutachten SLF und Geotest keinen Einfluss auf das Versagen der Stütze 17 gehabt zu haben.

Eine frühzeitige Reaktion nach der Seilentgleisung hätte die Schäden an den 4 eingeklemmten Sesseln der Niederhalterstütze 15/16 vermieden und die Schäden am Seil auf eine minimale Länge beschränkt.

## 3 SCHLUSSFOLGERUNGEN

### 3.1 Befunde

- Die aussergewöhnliche Schneesituation des Winters 2011-2012 tritt etwa alle 30 Jahre ein.
- Vor dem Ereignis schätzt das SLF die Gleitgeschwindigkeit auf 15 bis 75 cm pro Tag. Gemäss Aussagen des Betriebsleiters wurden bei der Kontrollfahrt bei der Stütze 17 keine besondere Unregelmässigkeit festgestellt.
- Die Schilderungen des technischen Leiters zum Ablauf des Ereignisses können nicht widerspruchsfrei mit den elektronischen Aufzeichnungen der Steuerung in Einklang gebracht werden.
- Der Betrieb im Überbrückungsmodus hat keinen Einfluss auf das Versagen der Stütze 17 gehabt.



- Aufgrund der Hangneigung mit einem Felsband oberhalb der Stütze 17 sowie aufgrund der Mächtigkeit der Gleitschneetafel dürfte der Einsatz eines Pistenfahrzeuges um den Schnee wegzustossen sehr schwierig sein.
- Die Tagschecklisten und das Betriebsbuch wurden korrekt geführt.
- Die angegebenen Schneehöhen „HS“ sind an den Stützen nicht markiert.
- Oberhalb der Stütze 17 wurden beim Bau der Anlage keine spezifischen Massnahmen gegen die Auswirkungen von Gleitschnee getroffen.
- Bei den Belastungsannahmen, die von der Abteilung Naturgefahren des Kantons Obwalden anlässlich des Neubaus der Sesselbahn 1999 bestimmt wurden, wurde in der tabellarischen Übersicht (siehe Beilage 4) für die Stützen 15 und 16 zusätzlich die Bemerkung aufgenommen, dass eine Schneeräumung ab 2.00 m zu erfolgen habe. Für die Stütze 17 fehlt ein solcher Hinweis.
- Bei den Belastungsannahmen, die von der Abteilung Naturgefahren des Kantons Obwalden anlässlich des Neubaus der Sesselbahn 1999 bestimmt wurden, wurde unter «Verschiedenes» der Vermerk angebracht: «Die berechneten Gleitschneekräfte gelten bis zur angegebenen Schneehöhe „HS“; **falls mehr Schnee vorhanden ist, muss er mit dem Pistenfahrzeug weggestossen werden, um Schäden an den Stützen zu verhindern. Diese generelle Bemerkung wurde im Betriebskonzept nicht berücksichtigt.** Die angegebenen Schneehöhen „HS“ sind durch die BBLs an den Masten gut sichtbar zu markieren»
- Hingegen wurden im Dokument Belastungsannahmen abschliessend unter «Verschiedenes» der Vermerk angebracht: «Die berechneten Gleitschneekräfte gelten bis zur angegebenen Schneehöhe „HS“; falls mehr Schnee vorhanden ist, muss er mit dem Pistenfahrzeug weggestossen werden, um Schäden an den Stützen zu verhindern. Die angegebenen Schneehöhen „HS“ sind durch die BBLs an den Masten gut sichtbar zu markieren-»
- Im Prüfprotokoll Bau Fundament 17 der BYS vom 15. September 1999 als Baugrund «Fels» angegeben.
- In der Testgrabung vom 16. Juli 2012 wurde auf der Höhe des Fundamentes kein Fels angetroffen.
- Die Gesamtstabilität des Untergrundes bei der Stütze 17 wurde anlässlich des Neubaus der Sesselbahn 1999 nicht untersucht. Die Ausgangsstabilität des Hanges ist aufgrund des Gutachtens Geotest gering.
- Das Modell für den Gleitsicherheitsnachweis 1999 ist unklar. Es berücksichtigt die Hangneigung nicht.
- Für die Berechnung des Fundamentes wurde von einer zu hohen zulässigen Bodenpressung ausgegangen.
- Für die Berechnung des Fundamentes wurde mit einem zu hohen Reibungswinkel auf die Fundamentsole ausgegangen.
- Mit den Gleitschneekräften, welche im Winter 2011/12 auf die Stütze 17 einwirkten, ist weder der Kippnachweis noch der Gleitnachweis erfüllt.
- Es ist wahrscheinlich, dass auch bei einer den Verhältnissen angepassten Foundation (Abstellen im Fels, Verankerung im Fels) die grossen Gleitschneekräfte die Rohrstütze geknickt hätten.

### 3.2 Ursache

Die Stütze 17 der Sesselbahn Turren - Schönbühl wurde durch den Druck der langsam abgleitenden Schneedecke umgedrückt.

#### Beitragende Faktoren:

Zum Ereignis beigetragen haben die aussergewöhnliche Schneesituation im Winter 2011/12 zusammen mit einer Stützenfundation, die dieser Situation nicht angemessen war.



### 3.3 Risikoabschätzung

Das Gutachten des SLF stellt fest, dass es sich beim Ereignis um eine Gleitbewegung einer Schneedecke handelt. Die Gleitgeschwindigkeit der Schneetafel wurde zwischen dem 3. und 15. März 2012 gemessen. Sie betrug zwischen 5 und 25 cm pro Tag. Die Gleitgeschwindigkeit vor dem Ereignis wird auf 15 bis 75 cm pro Tag geschätzt. Das Gutachten des SLF folget nicht, dass das Kippen der Stütze 17 durch ein plötzliches ruckartiges Beschleunigen der Gleitbewegung der Schneedecke entstanden ist. Insbesondere ist das Ereignis nicht auf eine Gleitschneelawine zurückzuführen. Dass eine mächtige Schneetafel oberhalb der Stütze 17 langsam am Abgleiten war, war spätestens klar, als Skifahrer am 4. Januar 2012 in eine Schneespalte dieser Schneetafel fielen. Falls die Stütze gemäss vorhergehenden Ausführungen langsam umgedrückt wurde, wäre im Betriebsfall das bergseitige Seil der Stütze 17 entgleist und in den Seilfänger gefallen. Die Bruchstäbe wären abgeschlagen worden und die Bahn wäre automatisch stillgesetzt worden. Es ist davon auszugehen, dass die Bergung des Passagiere ohne Probleme hätte durchgeführt werden können.

## 4 SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN UND SEIT DEM UNFALL GETROFFENE MASSNAHMEN

### 4.1 Sofortmassnahmen

Am 09. Februar 2012 empfiehlt die SUST dem BAV, alle Seilbahnunternehmen über die aussergewöhnliche Schneesituation des Winters 2011-12 zu informieren.

Am 10. Februar 2012 hat das BAV in einem Rundschreiben an alle Seilbahnunternehmen über die aussergewöhnliche Schneesituation informiert.

### 4.2 Sicherheitsempfehlungen

Die Stütze 17 sollte aufgrund der geotechnischen Verhältnisse (grosse Felstiefe, schlechte Materialeigenschaften der Lockergesteine, fragliche Hangstabilität) nicht mehr an derselben Stelle aufgebaut werden.

Falls die Stütze 17 wieder an derselben Stelle aufgebaut werden sollte, ist die Erstellung von Gleitschneeschutzmassnahmen zu prüfen. Das Fundament und die Stütze sollten auf die durch Gleitschnee einwirkenden Kräfte dimensioniert werden.

Jene Stützen der Anlage Turren-Schönbüel, bei welchen die Wahrscheinlichkeiten der Einwirkung von erhöhten Gleitschneekräften gegeben sind, sollten hinsichtlich des Kipp- und Gleitnachweises sowie hinsichtlich der Bemessung der Fundamente überprüft werden. Besondere Aufmerksamkeit sollte bei der Wahl der erforderlichen Eingabegrößen für das Rechenmodell geschenkt werden – insbesondere bei der Wahl der Schneehöhe und des Wirkungsfaktors.

Bern, 08. Januar 2013

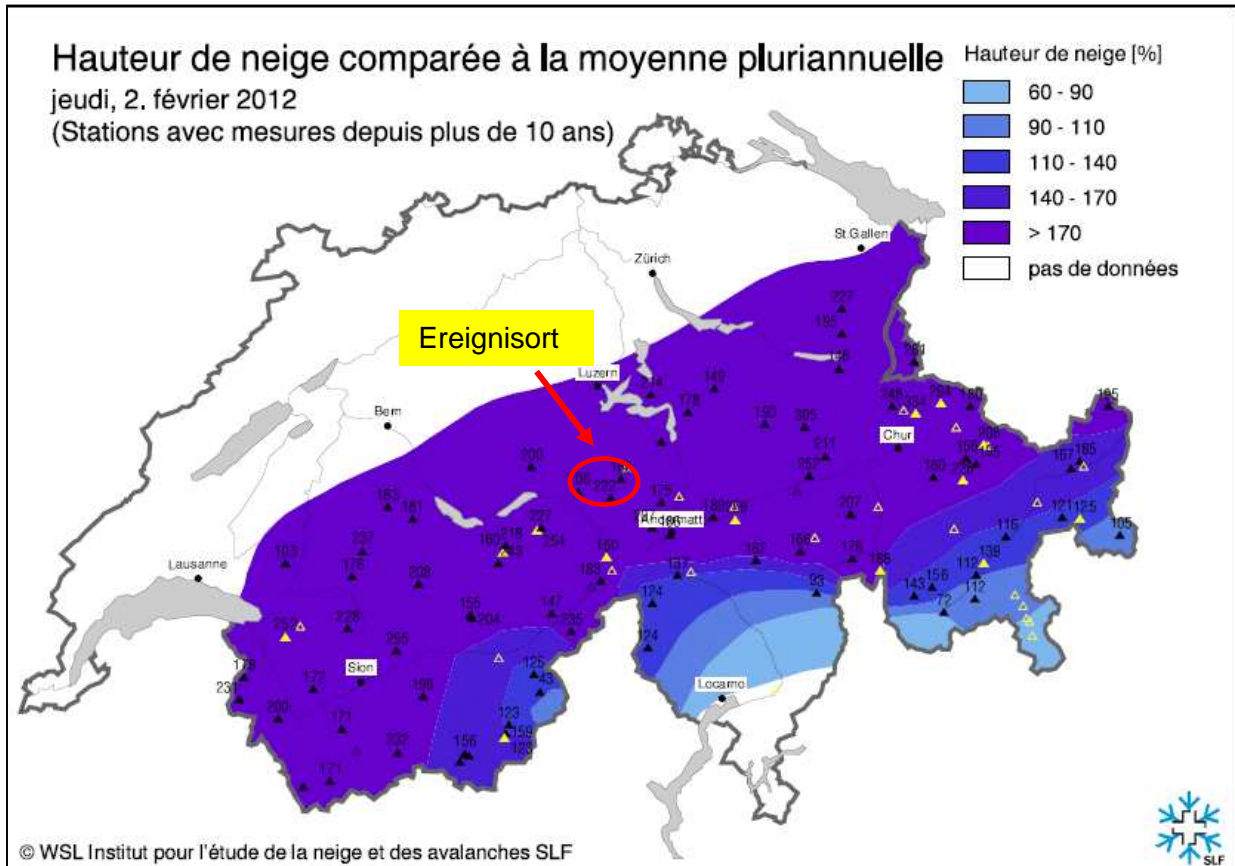
Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle SUST  
Bereich Bahnen und Schiffe

Dieser Untersuchungsbericht wurde von der Geschäftsleitung der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) genehmigt (Art. 3 Abs.4 litt. G der Verordnung über die Organisation der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle vom 23. März 2011).

Bern, 25. April 2013

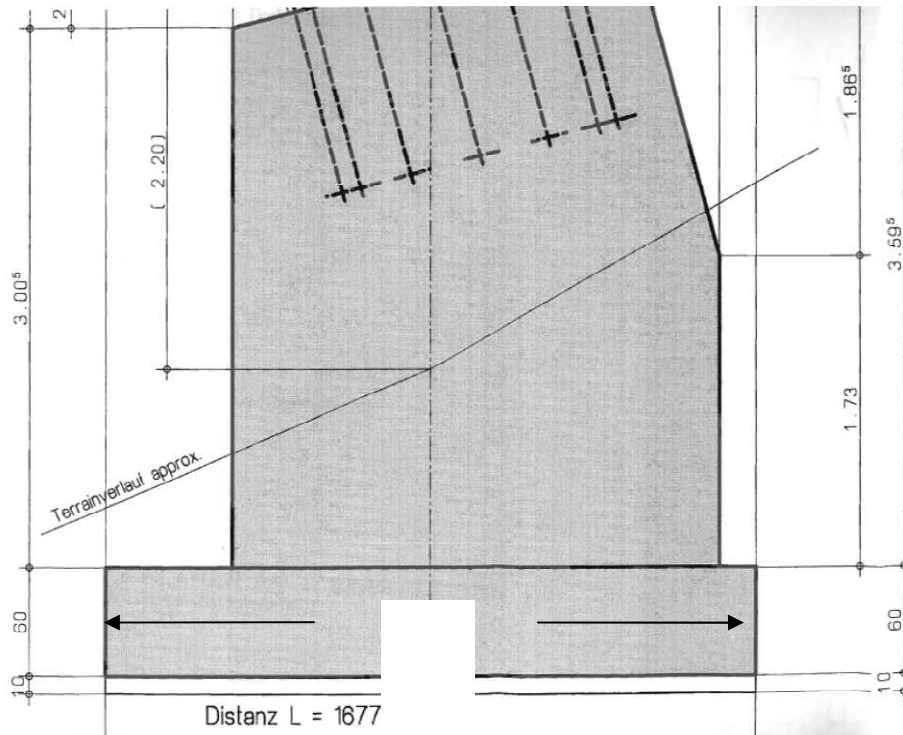
# Beilage 1

## Karte SLF Schneehöhe von 02.02.2012



## Beilage 2

### Zeichnung Fundament 17



### Prüfprotokoll Bau Fundament 17

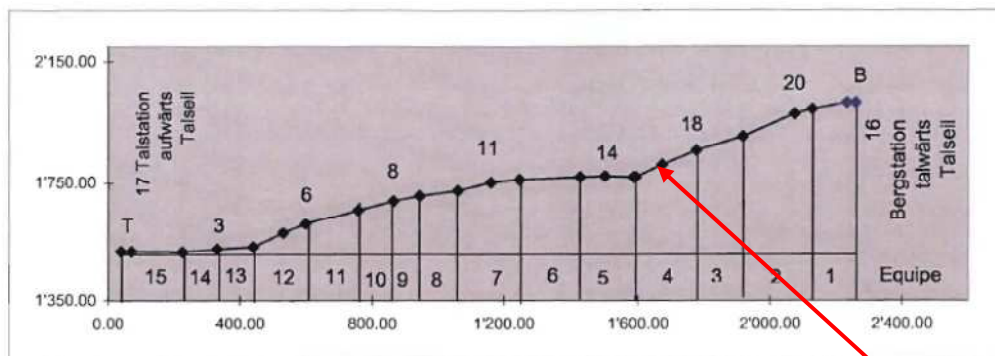
<b>BYS</b>	QS - KONZEPT AUSFÜHRUNG	PRÜFPROTOKOLL BETON
Objekt: 817_BBLS-Sektion 2	Bauteil: <i>11/17 Betonplatte</i>	
Betonqualität: <i>B 35/25</i>	Betonierdatum: <i>29.9.99</i>	
Lieferwerk:	Betonzusätze: <i>Verzögerer</i>	

	verantwortlich	Visum	Bemerkungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Baugrund                             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Sumpfbereich</li> <li><input type="checkbox"/> Standfest</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Fels</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Entwässerung (JA) (<del>NEIN</del>)</li> </ul> </li> </ul>	Bauleitung	Kontrollen durchgeführt: Datum: <i>15.9.99</i> Visum: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 20px;"></span>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Schalung                             <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Prüfen der Schalung</li> <li><input type="checkbox"/> Bahnachse</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Sauberkeit</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Einlagen</li> <li><input type="checkbox"/> Vorwässern</li> </ul> </li> </ul>	Bauleitung	Kontrollen durchgeführt: Datum: <i>29.9.99</i> Visum: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 20px;"></span>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Armierung                             <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Vollständigkeit</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Lage / Durchmesser</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Betonüberdeckung / Distanzhalter</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Anschlussarmierungen</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Bindedrähte</li> <li><input type="checkbox"/> Schweissungen</li> </ul> </li> </ul>	Bauleitung	Kontrollen durchgeführt: Datum: <i>29.9.99</i> Visum: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 50px; height: 20px;"></span>	

## Beilage 3

### Profil Sesselbahn

#### Kuppelbare 4er Sesselbahn mit Hauben Turren-Schönbüel Längenprofil mit Aufteilung der Berge-Equipen (für Betrieb im Winter)



Standorte	Längen	Höhen
Talstation	39.00	1'515.50
Stütze 1	70.00	1'515.29
Stütze 2	225.00	1'513.28
Stütze 3	330.00	1'522.94
Stütze 4	439.20	1'530.11
Stütze 5	530.41	1'578.45
Stütze 6	598.24	1'610.17
Stütze 7	757.30	1'659.41
Stütze 8	863.26	1'690.39
Stütze 9	943.12	1'707.30
Stütze 10	1'058.89	1'724.03
Stütze 11	1'159.12	1'751.18
Stütze 12	1'246.00	1'760.62
Stütze 13	1'425.00	1'768.94
Stütze 14	1'500.00	1'772.34
Stütze 15	1'586.59	1'768.82
Stütze 16	1'592.65	1'770.07
Stütze 17	1'673.11	1'810.23
Stütze 18	1'776.13	1'857.45
Stütze 19	1'917.10	1'903.43
Stütze 20	2'074.94	1'978.49
Stütze 21	2'128.08	1'994.17
Stütze 22	2'232.50	2'016.36
Bergstation	2'259.30	2'016.50

#### Technische Daten

Höhendifferenz 501.00 m  
Schräge Länge 2'326.59 m

Seildurchmesser 42 mm  
Anzahl Stützen 22 Stk.

Max. Abseilhöhe ca. 20 m  
Anzahl Fahrzeuge/Seite 50.00 Stk.  
Fahrzeugabstand 48.00 m

**Beilage 4****Tabelle Belastungsannahmen  
verfasst von der Abteilung Naturgefahren Kanton Obwalden****BLS NB SK 4 Turren - Schönbüel**

Stütze Nr.	Gefährdungsbild	Schneedecke HS (m)	Schneehöhendicke (m)	Fliesshöhe d (m)	Stauhöhe d Stau (m)	Geschwindigkeit V (m/s)	Lamendruck im Bereich der Fliesshöhe P <sub>h</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	Kälteeinwirkung Winkel (Grad)	Gleichdruck (kN/m <sup>2</sup> )	Bemerkungen
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3	1	0	0.90	0.65	2.03	13.84	26.7	L 5-15	-	
	2	2	0.90	0.65	2.93	13.64	26.7	L 5-15	-	
	3	2.5	-	-	-	-	-	L 10	32.6	
4	1	0	0.70	0.76	3.87	15.91	37.9	L 15-45	-	
	2	2	0.70	0.76	3.87	15.91	37.9	L 15-45	-	
	3	2.5	-	-	-	-	-	L 15-60	30.75	
5	1	0	0.70	0.76	3.89	16.16	39.17	L 30-60	-	
	2	2	0.70	0.78	3.89	16.16	39.17	L 30-60	-	
	3	2.5	-	-	-	-	-	L 50	30.75	
6-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	3	2.0	-	-	-	-	-	R 60-80	22.8	Sonnenstrahlung ab 2100 m
		2.5	-	-	-	-	-	-	32.8	
16	3	2.0	-	-	-	-	-	R 60-90	22.8	Sonnenstrahlung ab 2100 m
		2.5	-	-	-	-	-	-	32.7	
17	1	0	0.90	0.80	3.04	14.09	29.77	R 60-80	-	
	2	2	0.90	0.80	3.04	14.09	29.77	R 60-80	-	
	3	2.0	-	-	-	-	-	R 60-80	34.5	
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	3	3.0	-	-	-	-	-	R 80 / L 10	49.5	
20-22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	