



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Eidgenössische Flugunfallkommission  
Commission fédérale sur les accidents d'aviation  
Commissione federale sugli infortuni aeronautici  
Federal Aircraft Accident Board

# Schlussbericht Nr. 1863 der Eidg. Flugunfallkommission

über den Unfall

des Helikopters Ecureuil AS350B3, HB-ZDE

vom 18. Januar 2004

Alp Trida, Gemeinde Samnaun/GR

60 km nordöstlich von St. Moritz

Dieser Schlussbericht wurde von der Eidgenössischen Flugunfallkommission nach einem Überprüfungsverfahren gemäss Art. 22 – 24 der Verordnung vom 23. November 1994 über die Untersuchung von Flugunfällen und schweren Vorfällen erstellt (VFU/SR 748.126.3). Er basiert auf dem Untersuchungsbericht des Büros für Flugunfalluntersuchungen vom 10. Januar 2006.

Der Bericht wurde ausschliesslich zum Zwecke der Flugunfallverhütung erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Flugunfällen ist nicht Gegenstand der Flugunfalluntersuchung (Art. 24 des Luftfahrtgesetzes vom 21.12.1948, LFG, SR 748.0).

Die männliche Namensbezeichnung gilt sinngemäss auch für die weibliche Form.

## Schlussbericht

Eigentümer und Halter	Air Grischa Helikopter AG, Postfach, 7204 Untervaz
Luftfahrzeugmuster	Helikopter Ecureuil AS350B3
Eintragungsstaat	Schweiz
Eintragungszeichen	HB-ZDE
Ort	Alp Trida, Gemeinde Samnaun, GR
Datum und Zeit	18. Januar 2004, 09:35 Uhr <sup>1</sup>

### Allgemeines

#### Kurzdarstellung

Der Pilot erhielt den Auftrag, Magazinkästen für ein Sprengsystem zu transportieren und sie auf Sprengmasten abzusetzen. Dies hatte zum Ziel, künstlich Lawinen auszulösen. Am 18. Januar 2004 startete der Helikopter vom Typ AS350B3 (Ecureuil), HB-ZDE, um 07:49 Uhr in Samedan und flog zur Alp Trida im Skigebiet oberhalb von Samnaun. Das Wetter war gut.

Am Aufnahmeort hängte der Flughelfer jeweils einen vollen Magazinkasten ein und der Pilot flog zum entsprechenden Sprengmast. Im Rahmen eines dieser Flüge gelang es dem Piloten nicht, den Magazinkasten aufzusetzen und er flog zu einem anderen Mast weiter. Während des Überfluges explodierte der Magazinkasten und beschädigte den Helikopter schwer. Der Pilot konnte eine Notlandung durchführen. Er erlitt leichte Schürfwunden.

#### Untersuchung

Der Unfall ereignete sich am 18. Januar 2004 um 09:35 Uhr. Die Meldung traf um 09:50 Uhr beim Büro für Flugunfalluntersuchungen (BFU) ein. Die Untersuchung wurde in Zusammenarbeit mit der Kantonspolizei Graubünden am selben Tag um 12:15 Uhr an der Unfallstelle eröffnet.

#### Ursache

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass, bedingt durch die Erschütterungen während des Transports, die fehlende Fixierung der Reisszünder zu einer ungewollten Funktionsauslösung führte. Diese löste die Explosion des gesamten Magazinkastens aus, welcher als Unterlast am Helikopter mitgeführt wurde. Durch die Explosionswirkung wurde der Helikopter derart beschädigt, dass eine sofortige Notlandung durchgeführt werden musste.

---

<sup>1</sup> Alle Zeiten in diesem Bericht sind in der für das Gebiet der Schweiz gültigen Normalzeit (*local time* - LT) angegeben, die im Unfallzeitpunkt der mitteleuropäischen Zeit (MEZ) entspricht. Die Beziehung zwischen LT, MEZ und koordinierter Weltzeit (*coordinated universal time* - UTC) lautet: LT = MEZ = UTC+1h.

## I. Einleitung – Künstliche Lawinenauslösung

### I.1 Allgemeine Beschreibung

Der folgende Text soll dem Leser einen Überblick über die Problematik des Lawinensprengens geben. Er wurde im Auftrag des BFU vom Eidgenössischen Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) Weissfluhjoch Davos erstellt:

*„Die künstliche Lawinenauslösung ist bei Lawinengefahr die Standardmethode zur temporären Sicherung von Skigebieten und wird auch zur Sicherung von Verkehrswegen und in Einzelfällen von Siedlungsgebieten verwendet. Die Sprengladungen werden meist durch pyrotechnische Zündung, d.h. Sicherheitsanzündschnur und Sprengkapsel, zur Detonation gebracht. Anstelle von Sprengladungen können auch Systeme mit Gas verwendet werden. Mit Sprengensätzen bereits während und nach Schneefällen und falls es dabei zu Auslösungen kommt, kann unter Umständen einer späteren spontanen grossen Lawine entgegengewirkt werden. Seit ca. 1940 werden in der Schweiz Lawinen mittels Sprengstoff künstlich ausgelöst. Pro Winter werden im schweizerischen Alpenraum durchschnittlich über 75 t Sprengstoff für Lawinensprengungen eingesetzt.*

*Während der Detonation einer Ladung bewirkt die sich ausbreitende Druckwelle eine bedeutende Zusatzbelastung auf die Schneedecke. Es ist zwischen Sprengungen über der Schneedecke (sog. Überschneesprengungen), Sprengungen auf der Schneedecke (Oberflächensprengungen) und Sprengungen in der Schneedecke zu unterscheiden. Überschnee- und Oberflächensprengungen erzeugen eine Druckwelle, die aus der Luft grossflächig auf die Schneedecke wirkt. Die Tiefenwirkung in der Schneedecke ist relativ gering. Bei trockenem Neuschnee muss mit einer starken Abschwächung der Zusatzspannung im obersten halben Meter der Schneedecke gerechnet werden, was nicht heisst, dass bei einem Anriss keine grösseren Anrisshöhen entstehen können. Sprengungen in der Schneedecke, wie beim Minenwerfer, sind in ihrer Wirkung grösstenteils auf den Kraterbereich beschränkt, wobei auch Bodenerschütterungen auftreten.*

*Die vier wichtigsten Einflussfaktoren auf die Sprengwirkung sind*

- *der Sprengpunkt,*
- *die Sprengpunkthöhe (in, auf oder über der Schneedecke),*
- *die Ladungsgrösse und*
- *der Sprengstofftyp.*

*Bezüglich Sprengpunkt ist die Topografie des Geländes zu beachten. Bereiche im Umfeld der Ladung, die vom Sprengpunkt aus nicht eingesehen werden können, befinden sich im Druckschatten der Luftdruckwelle. Im Druckschatten wird keine direkte Zusatzbelastung auf die Schneedecke erzeugt. Bei trockenem Neuschnee wird die grösste Sprengwirkung mit Überschneesprengungen erreicht. Der Sprengpunkt liegt idealerweise zwischen 0.5 und ca. 3 m über der Schneedecke.*

*Bei den meisten Sprengmethoden liegt die Ladungsgrösse zwischen 1 und 5 kg. Die Detonationen von Gas erreichen je nach Gaskubatur ähnliche Wirkungen wie Detonationen mit Sprengstoff.*

*Mehrere Lawinensprengstoffe (Slurry, Gelatine, Wassergel-Sprengstoff) können eingesetzt werden, wobei bezüglich der Sprengwirkung keine grossen Unterschiede bestehen.*

*Am meisten werden nach wie vor Handsprengungen und Helikoptersprengungen verwendet; letzteres setzt allerdings genügend gute Flugbedingungen voraus. Bei Handsprengungen wirft der Patrouilleur die Sprengladung von einem sicheren Standort ins Anrissgebiet. In den Siebziger Jahren wurde begonnen, Sprengungen mittels Helikopter durchzuführen; Ladungen (i.d.R. à 4-5 kg) werden aus geringer Flughöhe auf die Schneedecke abgeworfen.*

*Als weitere Methoden werden Sprengseilbahnen (Ladung wird an einem Seil ins Anrissgebiet transportiert) und Armeewaffen (Rak-Rohr, Minenwerfer) eingesetzt. Mit Armeewaffen können eingeschossene Ziele auch bei schlechter Sicht und z.B. nachts verwendet werden, sodass während langandauernden Schneefällen wiederholt gesprengt werden kann.*

*Die Schweiz ist übrigens eines der wenigen Länder, in denen Armeewaffen (Minenwerfer, Rak-Rohr) für Einsätze der künstlichen Lawinenauslösung eingesetzt werden dürfen. Nachteilig ist der Sprengpunkt in der Schneedecke. 1988 wurde mit dem Gasex-System das erste ortsfeste, direkt im Anrissgebiet stehende Sprengsystem gebaut. Von einer Gaszentrale wird ein Propan-Sauerstoffgemisch durch eine Zuleitung in einem gegen die Schneedecke gerichteten Zündrohr zur Detonation gebracht.*

*Im Lawinenwinter 1998/99 konnten mit den erwähnten Methoden viele Lawinen vorzeitig ausgelöst und mögliche grosse Schadenlawinen verhindert werden, wobei es auch zu etlichen Schäden gekommen ist (Gebäudeschaden Leukerbad, Strommasten am Lukmanier zerstört, Schäden an Wintersportanlagen, usw.).*

*Seit 1999 sind zwei weitere ortsfeste Sprenganlagen, der Sprengmast Wyssen und die Lawinensprenganlage Inauen-Schätti, auf dem Markt. Bei beiden Systemen sind die Sprengladungen in Kästen im Anrissgebiet vorhanden und können bei Bedarf vom Tal aus mittels Funkbefehl zum Ab- respektive Auswurf und zur Detonation gebracht werden. Beim System Wyssen liegt der Vorteil darin, dass die an einer Schnur befestigten Ladungen über der Schneedecke an ausgewählten, als günstig beurteilten Orten detonieren: beim System Inauen-Schätti können ebenfalls an einer Schnur festgemachte Ladungen zum Auswurf gebracht werden (Überschneesprengung).*

*Als weiteres Produkt steht der Avalancheur, mit dem mit rund 2 kg Sprengstoff gefüllte Lanzen bis 2 km in die Anrissgebiete geschossen werden können, zur Verfügung. Das Avalhex, ein weiteres System, das auf der Detonation eines Gas-Sauerstoffgemischs beruht, steht in der Schweiz vor der Einführung.*

*Mit den ortsfesten, im Anrissgebiet vorhandenen Anlagen ist ein grosser Fortschritt erzielt worden, da wie erwähnt sicht- und witterungsunabhängig, an sprengtechnisch günstigen Orten gesprengt werden kann und zudem die Bedienungsmannschaft keiner Lawinengefahr ausgesetzt ist.*

*Im Zusammenhang mit der künstlichen Lawinenauslösung werden Helikopter wie folgt eingesetzt:*

- *Helikoptersprengungen: Abwurf von Sprengladungen aus dem Helikopter*
- *Sprengmast Wyssen: Transport des 12 Sprengladungen enthaltenden Magazins von Tal / Bergstation zum Mast; Rückflug des leeren Magazins zum Nachfüllen*
- *Sprenganlage Inauen-Schätti: Für Anlagen in unwegsamem Gelände Absetzung eines Patrouilleurs bei der Anlage zum Nachfüllen mit Ladungen*
- *Gasex-System: Transport der Gasbehälter*
- *Diverse Bauarbeiten.*

*Wichtige Kriterien beim Vergleich der Sprengmethoden sind die Sicherheit der Sprengpatrouille, die Sprengwirkung, die Reichweite, die Einsetzbarkeit in Abhängigkeit der Sicht- und Wetterverhältnisse, die Ausführungszeit und die Kosten. Bei den Kosten fallen Installations- und Betriebskosten an.*

*Nutzen und Problematik:*

*Der Nutzen der künstlichen Lawinenauslösung besteht in der temporären Sicherung eines lawinengefährdeten Gebietes. Je nach Situation resultieren kürzere Sperrzeiten. Mittels regelmässiger, der Situation angepasster Sprengeinsätze und entsprechenden Auslösungen können kleinere Lawinen erreicht werden. Einer möglichen späteren spontanen Grosslawine mit allfälliger Schadenfolge kann entgegengewirkt werden. Sprengungen sind Tests der Schneedeckenstabilität im Anrissgebiet und ergeben Anhaltspunkte zur Anbruchwahrscheinlichkeit von Lawinen.*

*Sprenginsätze weisen aber auch spezifische Nachteile und Problematiken auf: So kann die Beurteilung der aktuellen Lawinensituation im Einzelhang sehr schwierig sein. Ausgelöste Lawinen können grösser ausfallen als erwartet (auch ungewollte Sekundärauslösungen von weiteren Lawinen sind möglich). Schadenfälle können zu Rechtsverfahren führen. Die Überwachung des abgesperrten Gebietes kann schwierig sein. Je nach Sprenginsatz und Sichtverhältnissen ist das Sprengresultat schwierig festzustellen („Erfolgskontrolle“). Bei schlechter Sicht kann es sein, dass über das Resultat, d.h. ob eine Lawine ausgelöst wurde, keine Gewissheit besteht, es sei denn eine künstlich ausgelöste Lawine ist z.B. bis zu einer Strasse vorgestossen. Aber auch in diesem Fall sind je nach Situation und Entladung des Anrissgebietes weitere Lawinen, die unter Umständen in zu sicherndes Gebiet vorstossen können, möglich. Die Anordnung weiterer Massnahmen wie „Strasse öffnen oder gesperrt lassen“ kann schwierig sein. Wichtig für die Sicherheitsverantwortlichen ist, dass getroffene Massnahmen begründet und schriftlich festgehalten werden (Journal).*

*Unter der Leitung des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) konnte 2004 eine Praxishilfe zu Rechts- und Versicherungsfragen bei der künstlichen Lawinenauslösung herausgegeben werden. Bezüglich der Detektion von Lawinenabgängen bei schlechter Sicht sind weitere Abklärungen angebracht. Auch zur Sprengwirkung sind noch etliche Fragen offen. Bei der künstlichen Lawinenauslösung sind Gebietskenntnisse, Kenntnisse zu Sprengwirkung und Lawinenkunde sowie Erfahrung sehr wichtig<sup>2</sup>.“*

---

<sup>2</sup> Literatur:

Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (Hrsg.): Der Lawinenwinter 1999. Ereignisanalyse. Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung. 588 S.

Stoffel, L., 2001: Künstliche Lawinenauslösung. Praxishilfe. 2. überarbeitete Auflage. Mitt. Eidgenöss. Inst. Schnee- Lawinenforsch. 53: 66 S.

Stoffel, Lukas, 2004: Künstliche Lawinenauslösung – Rechts- und Versicherungsfragen – Praxishilfe. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 31. S.

## I.II Beschreibung des Wyssen Sprengmastsystems

Beim Konzept der Firma Wyssen werden die Sprengladungen an einem sicheren Ort vorbereitet und in so genannte Magazinkästen eingefügt. Diese Magazinkästen werden dann als Unterlast mit einem Helikopter auf Sprengmasten aufgesetzt, welche im Lawinengebiet verteilt aufgestellt sind. Die Sprengladungen werden über Funk ausgelöst. (vgl. Beilagen 3, 5, 7)

Der Vorteil dieses Verfahrens ist, dass man die Sprengladungen bei gutem Wetter zu den Sprengmasten fliegen und die Lawinensprengung bei Bedarf auch bei schlechtem Wetter auslösen kann.

### I.II.I Der Sprengstoff-Magazinkasten

Ein Magazinkasten zum Wyssen Lawinen-Sprengmast LS12-5 wiegt leer 600 kg und kann mit maximal 12 Sprengladungen von je 4–5 kg Sprengstoff bestückt werden. Gefüllt beträgt die Masse des Magazinkastens 648-660 kg.

Kurz vor dem Einsetzen dieser Sprengladungen in den Magazinkasten werden die Sprengstoffpakete mit Zündern versehen. Anschliessend wird der Magazinkasten mit den Sprengladungen beladen und zum Sprengmast geflogen.

Der Magazinkasten ist mit einem Funkempfänger ausgerüstet. Über diesen können die Sprengladungen bei Bedarf fallen gelassen werden, wobei der Reisszünder die Explosion auslöst. Die Stromversorgung wird über eine Solarzelle bewerkstelligt. Oben am Magazinkasten ist ein Transportbügel montiert, an welchem das Transportseil des Helikopters eingehängt wird (vgl. Beilage 8).

### I.II.II Der Sprengmast

Im Gebiet der Alp Trida wurden an verschiedenen Stellen Sprengmasten installiert. Diese sind etwa 8 m lang und wurden schräg vom Hang weg geneigt aufgestellt. Oben am Mast befindet sich die Aufnahmevorrichtung, auf welche der Magazinkasten aufgesetzt wird. Zur Identifikation sind die Masten mit Nummern versehen (vgl. Beilage 7).

### I.II.III Transport der Sprengstoff-Magazine

Ein Magazinkasten wird an einem 10-30 m langen Seil am Lasthaken des Helikopters eingehängt und zum Sprengmast geflogen. Zum Aufsetzen auf den Mast muss nun der Pilot den unten am Helikopter hängenden Magazinkasten genau über die Aufnahmevorrichtung an der Mastspitze bringen. Danach kann der Magazinkasten abgesenkt werden. Eine Blitzlampe am Magazinkasten leuchtet auf, sobald dieser korrekt aufgesetzt ist. Nun wird mit der elektrischen Klinke das Seil vom Transportbügel des Magazinkastens getrennt.

### I.II.IV Auslösung der Sprengladungen

Von der Kommandozentrale aus wird das Signal für die Sprengung über Funk an die Steuerung des Magazinkastens übermittelt. Beim Herabfallen einer Sprengladung werden zwei Reisszünder gezogen und nach einer Zeitverzögerung von ca. 40 Sekunden wird die Explosion ausgelöst (vgl. Beilage 7).

## 1 Sachverhalt

### 1.1 Vorgeschichte und Flugverlauf

#### 1.1.1 Vorgeschichte

Am 17. Januar 2004 führte die Air Grischa Helikopter AG den Auftrag der Bergbahnen Samnaun AG aus, Sprengstoff-Magazinkästen zu transportieren. Diese enthielten teilweise noch ungebrauchte präparierte Sprengladungen, welche von den Sprengmasten zur Bergstation Tridersattel geflogen werden mussten. Nach erfolgtem Nachfüllen der Magazinkästen mit Sprengladungen waren diese wieder zu den Masten zurück zu fliegen. Beim Füllen eines Magazinkastens mit Sprengladungen auf der Terrasse des Restaurants der Bergstation Tridersattel ereignete sich dann eine unbeabsichtigte Zündung einer Sprengladung. Dank der raschen Reaktion eines Angestellten der Bergbahnen Samnaun AG, welcher die brennende Ladung über die Brüstung auf den darunter liegenden schneebedeckten Vorplatz warf, wurde niemand verletzt und es entstand kein Sachschaden. Der Flughelfer hörte die Explosion, sah den Rauch und bemerkte, dass die Angestellten der Bergbahnen Samnaun AG über den Vorfall lachten. Er erwähnte dem Piloten gegenüber, dass er eine Explosion gehört habe. Um 16:00 Uhr entschloss sich der Pilot, aufgrund sich verschlechternder Wetterverhältnisse, den Einsatz abzubrechen. Der Pilot hatte am darauf folgenden Tag frei.

Am 18. Januar 2004 wurde ein anderer Pilot der Air Grischa Helikopter AG beauftragt, zusammen mit demselben Flughelfer so früh wie möglich zwei leere Magazinkästen vom Visnitzkopf nach Tridersattel zu transportieren, wo diese aufmunitioniert werden sollten. Im Weiteren sollten drei volle Magazine auf die drei Sprengmasten beim Visnitzkopf und vier Magazine auf die Sprengmasten in Richtung Greitspitz abgesetzt werden.

Um 07:30 Uhr telefonierte der Pilot mit dem verantwortlichen Chef Rettungslawinendienst der Bergbahnen Samnaun AG, um Erkundigungen über das Wetter und die Flugbedingungen einzuholen. Der Pilot erhielt gemäss seinen eigenen Aussagen folgende Wetterinformation: *„... kein bis nur leichter Wind, hohe bis sehr hohe Bewölkung, uneingeschränkte Sicht ca. 70 km. ...“*

Um 07:49 Uhr startete die Ecureuil HB-ZDE in Samedan mit Ziel Samnaun. Das Wetter war gut und die Flugzeit betrug 18 Minuten. Während des Überfluges erzählte der Flughelfer dem Piloten über die Bordverständigungsanlage (*intercom*), dass anlässlich des Einsatzes vom Vortag eine Sprengladung neben der Terrasse vor dem Restaurant auf der Alp Trida unbeabsichtigt explodiert sei.

Nach der Landung bei der Bergstation der Luftseilbahn Tridersattel stellte der Pilot die Turbine ab, um den Auftrag mit dem verantwortlichen Chef Rettungslawinendienst zu besprechen. Der Vorfall des Vortages wurde dabei nicht erwähnt. In der Zwischenzeit montierte der Flughelfer das 20 m lange Transportseil (*long line*) an den Helikopter.

Zuerst flog der Pilot zum Sprengmast Nr. 4 beim Visnitzkopf, um den leeren Magazinkasten zum Tridersattel zurückzufliegen. Es folgte ein zweiter Flug mit dem leeren Magazinkasten von Sprengmast Nr. 5 (vgl. Beilage 2 und 5).

In der Zwischenzeit hatten drei Angestellte der Bergbahnen Samnaun AG den ersten Magazinkasten mit Sprengladungen nachgefüllt. Der Flughelfer hingte den vollen Magazinkasten an der elektrischen Klinke am Transportseil ein und der Pilot flog zum Sprengmast Nr. 4. Das Aufsetzen auf den Sprengmast gelang gut,

aber die elektrische Klinke löste nicht aus und der Pilot musste mit dem vollen Magazinkasten wieder zum Aufnahmeort zurück fliegen.

Weil das Kerosin knapp wurde, beschloss der Pilot, mit dem Flughelfer ins Tal zu fliegen, um zu tanken. Bei dieser Gelegenheit kontrollierte der Pilot die elektrische Verbindung der Klinke an der Transportleine. Danach flog der Pilot zurück zum Tridersattel und liess den Flughelfer bei der Garage des Pistenfahrzeuges aussteigen. Dort hängte dieser den gleichen Magazinkasten wie zuvor wieder an das Transportseil ein und der Pilot flog erneut zum Sprengmast Nr. 4, um das Magazin zu deponieren, was diesmal gelang.

### 1.1.2 Flugverlauf

Zurück am Aufnahmeort hängte der Flughelfer den zweiten vollen Magazinkasten ein und der Pilot flog zum Mast Nr. 5. Dieser Mast befindet sich unmittelbar unterhalb der Bergkrete, wo sich eine grössere Schneeverwehung gebildet hatte. Durch den aufgewirbelten Neuschnee und wegen des herrschenden Nordost-Windes war es für den Piloten schwierig, den Magazinkasten zu positionieren. Der Pilot versuchte mehrfach, den Magazinkasten abzusetzen, wobei dieser den Mast gemäss Aussage des Piloten auch mehrmals leicht berührte. In Absprache mit dem Chef Rettungs-Lawinendienst entschloss er sich deshalb, den Magazinkasten beim Sprengmast Nr. 6 abzusetzen (vgl. Beilage 2). Dort herrschten nach Angaben des Chefs Rettungs-Lawinendienst bessere Sichtverhältnisse.

Der Pilot flog etwa 50 m über Grund in nördlicher Richtung und machte eine Schlaufe um den Visnitzkopf mit der Absicht, von Osten her den Mast Nr. 6 anzufliegen (vgl. Beilagen 1 und 6). Der Pilot wählte die nördliche Route aus Sicherheitsgründen, damit er nicht in die Nähe der Bergstation fliegen musste, wo bereits die ersten Skifahrer eingetroffen waren.

Als sich der Pilot dem Masten Nr. 6 bis auf etwa 30-40 m genähert hatte, verspürte er eine gewaltige Detonation unter dem Helikopter. Durch die Explosion wurde der Helikopter stark erschüttert. Gleichzeitig verspürte der Pilot starke Vibrationen und einen sehr hohen Steuerdruck am kollektiven Blattverstellhebel (*collective*). Er konnte die Maschine nur noch schwer kontrollieren. Durch den erhöhten Steuerdruck am *collective* war es ihm nicht möglich, das Transportseil auszuklinken. Aufgrund des hohen Steuerdruckes musste er den *collective* mit grosser Kraft absenken, um einen geeigneten Platz für eine Notlandung anzufliegen, was ihm auch gelang. Der Landeplatz befand sich ungefähr 140 m tiefer und ca. 500 m vom Explosionsort entfernt.

Nach Aussagen des Piloten betrug die Flugzeit vom Sprengmast Nr. 5 bis zum Ort der Explosion kurz vor dem Mast Nr. 6 zwischen 30 und 40 Sekunden.

Der Pilot erlitt leichte Schürfungen an der Hand. Der Helikopter HB-ZDE wurde stark beschädigt. Einzelne Trümmerteile wurden in einem Radius von 600-800 m vom Explosionsort entfernt gefunden. Ungefähr zwei Minuten nachdem der Pilot den Hauptrotor abgebremst hatte, fuhren laut Aussage des Piloten drei oder vier Skifahrer an die Unfallstelle.

**1.2 Personenschäden**

	Besatzung	Passagiere	Drittpersonen
Tödlich verletzt	----	----	----
Erheblich verletzt	----	----	----
Leicht oder nicht verletzt	1	----	

**1.3 Schaden am Luftfahrzeug**

Der Rumpf und die Hauptrotorblätter des Helikopters wurden durch die Detonation der Sprengladungen in einem Magazinkasten, welcher als Unterlast mitgeführt worden war, stark beschädigt.

**1.4 Drittschaden**

Keiner

**1.5 Beteiligte Personen****1.5.1 Pilot**

Person	Schweizerbürger, Jahrgang 1965
Lizenz	Helikopter Berufspilot CPL, gültig bis 23.06.04
Erweiterungen	NIT (A), NIT (H), MOU (H)
Eingetragene Luftfahrzeugmuster	SEP (A), AS 350 TYPES, B 206/206L, B 214 PIC, EC 130, R 22, SA 315
Letzte fliegerärztliche Untersuchung	16.06.2003, Befund: Tauglich
Flugerfahrung/Flugstunden insgesamt	5697 h
während der letzten 90 Tage mit dem Unfallmuster insgesamt	47 h
während der letzten 90 Tage	580 h
	21 h

**1.5.2 Flughelfer**

Der Flughelfer wurde am 1. Dezember 2003 von der Air Grischa Helikopter AG angestellt. Am Tag zuvor und am Unfalltag war er hauptsächlich mit dem Ein- und Aushängen der Magazinkästen am Transportseil des Helikopters beschäftigt. Mit den Arbeiten an den Magazinkästen selbst hatte er nichts zu tun.

### 1.5.3 Chef Rettungs-Lawinendienst

Gemäss Aussage des Geschäftsleiters der Bergbahnen Samnaun AG wurde dem Chef Rettungs-Lawinendienst im Jahre 1992 die Verantwortung über das Sprengwesen übertragen.

Er wurde am 22. November 2001 von einem Vertreter der Firma Wyssen auf dem Sprengmastsystem LS 12-5 ausgebildet.

Am 03. Juni 2003 wurde ihm jedoch der Sprengausweis durch das Justiz-, Polizei- und Sanitätsdepartement Graubünden entzogen. Der Geschäftsleiter der Bergbahnen Samnaun AG hatte gemäss eigenen Angaben vom Entzug des Sprengausweises Kenntnis erhalten.

Am Unfalltag leitete der Chef Rettungs-Lawinendienst die gesamte Aktion.

### 1.5.4 Stellvertreter des Chefs Rettungs-Lawinendienst

Der Stellvertreter des Chefs Rettungs-Lawinendienst der Bergbahnen Samnaun AG besass einen Sprengausweis, ausgestellt durch das seinerzeitige Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit (BIGA)<sup>3</sup>, war aber nicht für das Wyssen Sprengmastsystem LS 12-5 ausgebildet worden.

Der Stellvertreter des Chefs Rettungs-Lawinendienst war am Unfalltag nicht anwesend.

### 1.5.5 Angestellte der Bergbahnen Samnaun AG

Die zwei beteiligten Angestellten der Bergbahnen Samnaun AG waren nicht für den Zusammenbau der Sprengladungen und die Bestückung der Magazinkasten des Wyssen Sprengmastsystems LS 12-5 ausgebildet. Sie besaßen auch keine Sprengausweise.

Am 17. und 18. Januar 2004 waren die beiden für den Zusammenbau der Sprengladungen und die Bestückung der Magazinkasten eingesetzt worden.

## 1.6 Angaben zum Luftfahrzeug

Luftfahrzeugmuster	Helikopter Ecureuil AS350B3
Hersteller	Eurocopter France/Aerospatiale
Eigenschaften	einmotoriger, fünfplätziger Turbinenhelikopter
Baujahr	2001
Seriennummer	3442
Anzahl Triebwerke	1
Triebwerkhersteller	Turbomeca
Triebwerkbaumuster	Arriel 2B
Triebwerkleistung	847 SHP ( <i>shaft horse power</i> )
TW Seriennummer	22242
Treibstoff	Kerosin

---

<sup>3</sup> Heute Bundesamt für Berufsbildung und Technologie (BBT)

Masse und Schwerpunkt	Masse zum Zeitpunkt des Unfalles: 2158 kg Höchstzulässige Masse mit Aussenlast: 2700 kg Der Schwerpunkt lag innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen.
Leistungsfähigkeit	Gemäss den Angaben des Herstellers hätte der Helikopter bei den herrschenden Bedingungen eine Masse von maximal 2450 kg aufweisen können, um ausserhalb des Bodeneffekts (HOGE) schweben zu können.
Eintragungszeugnis	ausgestellt vom BAZL am 21.08.2001 / Nr. 1
Lufttüchtigkeitszeugnis	ausgestellt vom BAZL am 06.09.2001 / Nr. 1
Einsatzbereich	VFR bei Tag und bei Nacht. Im gewerbsmässigen Einsatz VFR bei Tag
Eigentümer und Halter	Air Grischa Helikopter AG, Postfach, 7204 Untervaz
Letzte 100 h Kontrolle	ausgeführt am 16.10.2003 (Zelle: 1193:49 h)
Letzte 50 h Kontrolle	ausgeführt am 19.12.2003 (Zelle: 1251:40 h)
Totalstunden zum Unfallzeitpunkt	Zelle: 1281 h (4611 Ldg.)
Letzte BAZL Zustandsprüfung	Am 06.09.2001 mit der Bemerkung: „ <i>No Swiss log books are established. Entries are to be made into the original logs</i> “.

## 1.7 Wetter

### 1.7.1 Allgemeine Wetterlage

Die südlichen Landesteile der Schweiz wurden von einem Tiefdruckgebiet beeinflusst, welches sein Zentrum in der Nähe von Genua hatte (Genuatief). Die Reste einer Störung, welche über der Nordschweiz lagen, wurden mit einer nordöstlichen Höhenströmung gegen die Alpen gedrückt.

### 1.7.2 Wetter zur Unfallzeit am Unfallort

Die folgenden Angaben zum Wetter zur Unfallzeit am Unfallort basieren auf einer räumlichen und zeitlichen Interpolation der Beobachtungen verschiedener Wetterstationen.

Wolken	4-5/8 auf ca. 9500 ft AMSL, 5-7/8 auf ca. 11 000 ft AMSL
Sicht	um 10 km
Wind	Nordost- bis Ostwind mit 5-7 Knoten, Windspitzen bis ca. 13 Knoten
Temperatur/Taupunkt	-9 °C / -12 °C (Nullgrad-Grenze: 3000 ft AMSL)
Luftdruck	QNH LSZH 1009 hPa, QNH LSZA 1003 hPa
Gefahren	keine erkennbar
Bemerkungen	Es gibt keinen Hinweis auf elektrische Entladungen (Blitzschlag) in der Nähe des Unfallortes.

## 1.8 Navigations-Bodenanlagen

Nicht betroffen.

## 1.9 Funkverkehr

Zwischen dem Chef Rettungs-Lawinendienst und dem Flughelfer fand Funkverkehr statt. Der Flughelfer wiederum hatte Funkkontakt mit dem Piloten des Helikopters. Diese Funkgespräche wurden nicht aufgezeichnet.

## 1.10 Flughafenanlagen

Nicht betroffen.

## 1.11 Flugschreiber

Nicht vorgeschrieben, nicht eingebaut.

## 1.12 Informationen über das Wrack und die Unfallstelle

### 1.12.1 Unfallstelle

Die Detonation der Sprengladungen ereignete sich nahe des Visnitzkopfs, oberhalb der Alp Trida bei Samnaun, auf einer Höhe von ungefähr 2760 m/M (Koordinaten 823.390/208.695, Karte 1:25 000, Blatt 1159 „Ischgl“).

Die Notlandung des Helikopters erfolgte etwas tiefer unten, auf einer Höhe von ungefähr 2620 m/M, süd-südwestlich der Stelle, an welcher sich die Detonation ereignet hatte (Koordinaten 823.230/208.225). (vgl. Beilagen 1 und 4)

### 1.12.2 Helikopter

Der Helikopter wurde stark beschädigt. Durch die Explosion der Unterlast durchschlugen Metallteile des Magazinkastens den Rumpf und beschädigten die Rotorblätter.

### 1.12.3 Magazinkasten

Die Untersuchung der geborgenen Trümmerteile des Magazinkastens ergab folgendes:

- Gesamtmasse der geborgenen Trümmer: 249 kg. Trotz einer sorgfältigen Suche konnten nur rund 42% der Gesamtmasse des Wyssen-Magazinkastens (Leermasse nach Werkangaben ca. 600 kg) geborgen werden.
- Masse der drei schwersten Einzeltrümmer: 31 kg, 10 kg, 9.5 kg.
- Kleinste Trümmer: etwa fingernagelgross
- Die Trümmer wurden in einem Umkreis von 600–800 m um den Explosionspunkt gefunden. Die vorgefundene Lage der Trümmer musste angesichts der Steilheit des Geländes nicht unbedingt mit der Aufschlagstelle übereinstimmen. Die Trümmer könnten sowohl auf der schweizerischen als auch auf der österreichischen Seite der Grenze durch Schneerutsche talwärts verfrachtet worden sein.
- Es wurden keine Explosivstoffe gefunden, weder ganze Sprengladungen noch Teile von solchen. Dies deutet darauf hin, dass alle Sprengladungen detoniert sind.

- Die Trümmerteile liessen keine Rückschlüsse auf den Grund der unbeabsichtigten Zündung der Sprengladung zu.

### 1.13 Medizinische Feststellungen

Es gibt keine Hinweise auf gesundheitliche Beeinträchtigungen des Piloten zum Unfallzeitpunkt.

Ein Atemtest durch die Polizei nach dem Unfall zeigte, dass der Pilot zum Unfallzeitpunkt nicht unter Alkoholeinfluss stand.

### 1.14 Feuer

Es brach kein Feuer aus.

### 1.15 Überlebenschancen

Der Helikopter wurde durch die Detonation stark beschädigt. Die rasche Reaktion des Piloten, der Umstand, dass der Helikopter ausreichend steuerbar blieb, und die Geländebedingungen ermöglichten die Notlandung. Der Pilot trug einen Arbeitshelm und war mittels Vierpunktgurten angeschnallt. Diese hielten den auf-tretenden Kräften stand.

Der Helikopter war mit einem Notsender (ELT) des Typs ACK E-01 ausgerüstet, welcher wahrscheinlich wegen der gelungenen Notlandung nicht aktiviert wurde.

### 1.16 Besondere Untersuchungen

Es wurden ausführliche Abklärungen und Forschungen bezüglich des verwendeten Reisszünders durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Forschungen wurden in Kap. 1.18 integriert.

### 1.17 Angaben über verschiedene Organisationen und Verfahren

#### 1.17.1 Allgemeines zum Transport gefährlicher Güter mit Hilfe von Luftfahrzeugen

Die internationale Zivilluftfahrtorganisation (*international civil aviation organization* - ICAO) verbietet im Anhang 18 "*The safe transport of dangerous goods by air*" und den zugehörigen technischen Anweisungen den Transport von scharfen Sprengstoffen mit Hilfe von Luftfahrzeugen. Die ICAO sieht allerdings vor, dass eine nationale Aufsichtsbehörde Ausnahmen von den Grundsätzen des Anhangs 18 bewilligen kann. Im vorliegenden Fall hat das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht. Am 1. März 1988 erliess es Weisungen für Lawinensprengereinsätze mit Helikoptern.

Das Bundesamt für Berufsbildung und Technologie (BBT) hat im Februar 2001 zusammen mit einem Fachausschuss Sprengwesen (FAS) eine Wegleitung ausgearbeitet, welche die Ausbildung für Lawinensprengarbeiten und die Durchführung von Prüfungen regelt. Diese Wegleitung ist für die Ausbildung sämtlicher Personen, die mit dem künstlichen Auslösen von Lawinen befasst sind, gültig (vgl. Beilage 9). Im Rahmen der Untersuchung wurde festgestellt, dass insbesondere für Piloten und Flughelfer in der Schweiz keine entsprechende Ausbildung verlangt wurde.

## 1.17.2 Die Bergbahn Samnaun AG

Die Bergbahnen Samnaun AG wurde durch einen Geschäftsleiter geführt. Dieser unterstand dem Verwaltungsrat. Neben dem Bahnbetrieb und dem Restaurant unterstand dem Geschäftsleiter auch der Rettungs- und Lawinendienst. Zu den Aufgaben des Lawinendienstes gehörte auch die vorsorgliche Auslösung von Lawinen durch Sprengung.

## 1.17.3 Ausbildung des Personals bei der Air Grischa Helikopter AG

Sowohl die Piloten als auch die Flughelfer waren vor dem Unfall nicht durch den Hersteller am Sprengsystem Wyssen ausgebildet worden. Sie hatten auch keine fundierte Ausbildung bezüglich der künstlichen Auslösung von Lawinen erhalten.

## 1.17.4 Betriebshandbuch der Air Grischa Helikopter AG

Im *flight operations manual* (FOM) der Air Grischa Helikopter AG ist ein *standard operating procedure* (SOP) für den Transport der Sprengmagazine enthalten:

**SOP****Handbuch zum Transport des Sprengmagazins****1. Transport des Wyssen Magazins für Lawinen-Sprengmast**

*Die Dokumentation Wyssen Lawinen-Sprengmast der Firma Wyssen Seilbahnen AG, wird in der Bellage erläutert, sie ist integrierter Bestandteil des SOP.*

*Die Vorgehensweise für den Transport des Magazins per Helikopter wird durch die Air Grischa Helikopter AG gegenüber der Wyssen Dokumentation abgeändert und ergänzt diese, und ist in jedem Fall verbindlich.*

**2. Transport des Magazins per Helikopter**

*Versetzen des Magazins auf den Mast:*

- 1. Vor dem Transport des Magazins ist sicherzustellen, dass ein Antrag zum Transport des Magazins durch den Auftraggeber unterzeichnet wurde.*
- 2. Zur Sicherheit ist zusätzlich ein Überwachungssensor im Magazin, der die Stromzufuhr erst einschaltet, sobald das Magazin korrekt auf dem Mast positioniert ist. Während einem Transport kann es also zu keiner ungewollten Auslösung kommen.*
  - 2.1 Als zusätzliche Sicherheit zu Pkt. 2.2 muss sich der Pilot unmittelbar vor dem Flug vom verantwortlichen Sprengmeister bestätigen lassen, dass die Kommandozentrale (Bedienungs-PC) während dem Transport ausgeschaltet ist.*
- 3. Die Wind- und Wetterverhältnisse müssen für die Durchführung des Einsatzes berücksichtigt werden.  
Bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt ist mit dem verantwortlichen Sprengmeister des Auftraggebers sicherzustellen, dass der verwendete Sprengstoff während dem Transport keine Explosionsgefahr birgt.*
- 4. Die maximale Transportgeschwindigkeit des Wyssen Magazins ist auf 100 km/h zu beschränken.*
  - 4.1 Das Gewicht des beladenen Magazinkastens, kann je nach Sprengstoff-Ladungsgrösse bis zu 700 kg betragen (Leergewicht ca. 600 kg).*

5. *Der Flugweg ist vom Piloten so zu wählen, dass beim Verlieren des Magazins oder beim Eintreten einer Notsituation, keine am Boden befindlichen Personen oder Einrichtungen zu Schaden kommen.*
- 5.1 *Es dürfen ausschliesslich Personen im Helikopter mitgeführt werden, welche direkt mit dem Transportauftrag eine Funktion haben.*
6. *Nach dem Absetzen des Magazins auf den Mast, und sobald sich der Magazinkasten in die richtige Position gedreht hat (talseitig), entlastet der Pilot das Gehänge und betätigt die el. Klinke zum Auslösen der Last.*
7. *Erst wenn sichergestellt ist, dass sich der Pilot aus dem Gefahrengebiet entfernt hat, darf die Kommandozentrale (Bedienungs-PC) eingeschaltet werden.*

### ***Rücktransport des Magazinkastens vom Mast***

1. *Damit während dem Rücktransport des Wyssen Magazins, keine Fehlmanipulationen ausgeführt werden können:  
muss sich der Pilot unmittelbar vor dem Flug vom verantwortlichen Sprengmeister bestätigen lassen, dass die Kommandozentrale (Bedienungs-PC) während dem Transport ausgeschaltet ist.*
2. *Ist ein Rücktransport eines leeren, vollen oder teilweise vollen Magazins geplant (z.B. durch eine Betriebsbehörde), hat sich der Sprengverantwortliche der Bergbahn (Auftraggeber) im Vorfeld zu vergewissern, dass sich beim Anheben und Rücktransport des Magazins keine Sprengladung entladen und zur Detonation gebracht werden kann!  
  
Dies ist vor dem Transport vom Piloten durch den verantwortlichen Sprengmeister des Auftraggebers bestätigen zu lassen.  
  
Zur Sicherheit ist zusätzlich ein Überwachungssensor im Magazin, der die Stromzufuhr ausschaltet, sobald das Magazin vom Mast angehoben wird.*
3. *Der Rücktransport des Magazinkastens wird mittels Montageleine und der speziell dafür vorgesehenen Demontagekupplung vorbereitet.*
  - 3.1 *Der Magazinkasten kann vom Piloten selbständig angehängt werden, indem er die Gabelung der Wyssen- Heliklinke über den Transportbügel am Magazinkasten bringt. Durch Absenken öffnet sich die Klinke und schliesst sich danach selbständig.*
  - 3.2 *Der Pilot muss zum Abheben genau senkrecht über dem Magazin schweben und min. 1m steigen damit sich das Magazin vom Dorn löst.*

*Genehmigt durch das BAZL am 20.12.01*

**Antrag zum Transport des Magazins***für den Wyssen Lawinen-Sprengmast**Die Bergbahn/Firma Bergbahn Samnaun AG**(Auftraggeber)**beauftragt**die Air Grischa Helikopter AG, 7204 Untervaz**(Beauftragte)**für die Saison 2003/2004**in Samnaun Skigebiet (ev. Koordinaten, nähere Bezeichnung)**mit dem Transport des Wyssen Magazins, gehörend zu einem Wyssen Lawinen-Sprengmast.**Der Lawinen-Sprengmast dient zur künstlichen Auslösung von Lawinen mittels ferngesteuerter Sprengung. Zur Auslösung einer Lawine, wird über Funk von der Kommandozentrale ein Befehl an die Steuerung des Magazinkastens zum Einleiten der Sprengung gegeben.**Der Auftraggeber ist dafür verantwortlich, dass vor dem Transport des Wyssen Magazins:*

- 1. das gesamte Gebiet um den (die) Lawinen-Sprengmast(en), rechtzeitig und vollständig geräumt ist.*
- 2. das die Systemsteuerung (PC) in der Kommandozentrale während dem Transport und Rücktransport ausgeschaltet ist.*
- 3. der Anflugsektor zu den Sprengmasten frei von Personen sind.*
- 4. die Betreiber die sicherheitsspezifischen Änderungen betr. des Transportes des Wyssen Magazins für Lawinen-Sprengmasten gemäss Air Grischa Helikopter FOM/SOP kennen, und sich danach richten.*

*Der Auftraggeber übernimmt die volle Haftung für Schäden Dritter, die sich aus der sach- und fachgerechten Ausführung durch die Air Grischa Helikopter ergeben.**Für den Auftraggeber**Für die Air Grischa Helikopter AG**XXXXXXXXXXXXXX**YYYYYYYYYYYYYY**Samnaun, 29.11.2003**Untervaz, den 02. Dez. 2003***1.18 Zusätzliche Angaben****1.18.1 Betrieb des Wyssen Sprengmastsystems****1.18.1.1 Auftraggeber**

Am 29. November 2003 beauftragte die Bergbahnen Samnaun AG die Firma Air Grischa Helikopter AG vertraglich mit dem Transport der Magazine für die Wyssen Lawinen-Sprengmaste im Skigebiet von Samnaun während der Wintersaison 2003/2004.

**1.18.1.2 Betriebsbewilligung**

Das Wyssen Sprengmastsystem LS 12-5 wurde am 10.10.2000 durch das Bundesamt für Polizei unter Vorbehalt einiger Auflagen zugelassen. Eine dieser Auflagen lautete: „Mittelfristig ist der Reisszünder durch ein geeigneteres Produkt zu ersetzen“.

Der Hersteller nahm darauf wie folgt Stellung:

*„Ich beauftragte die SSE, ... als Sprengstoff- und Zünderlieferant, für unsere Firma einen besseren Zünder zu suchen. Weiter hat der WFD uns erklärt, dass auch sie nach einem geeigneten Zünder gesucht und auch nichts gefunden haben. Am 21.10.2003 während eines Besuches des Chefs der Sektion Sprengstoff und Waffen der Bundespolizei, wurde die Problematik mit ihm besprochen und in gegenseitiger Absprache beschlossen, vorläufig weiterhin diesen Zünder zu empfehlen.“*

Eine weitere Auflage der Zulassung war, dass der Hersteller des Sprengmast-Systems LS 12-5 verantwortlich ist für die spezifische Ausbildung der Bedienungsmannschaften.

Eine Kopie der Zulassung wurde an folgende Stellen verteilt:

- Bundesamt für Berufsbildung und Technologie (BBT)
- Wissenschaftlicher Forschungsdienst der Stadtpolizei Zürich (WFD)
- Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva)

Im März 1988 erliess das BAZL Weisungen für Lawinensprengereinsätze mit Helikoptern, um den Abwurf und das Absenken von Sprengladungen zu regeln. Unter Punkt 7 „Anzünden der Zeitzündschnur“ halten die Weisungen fest:

*„Für das Anzünden der Zeitzündschnüre dürfen nur Reiss- oder Schlagzünder verwendet werden. Zünder, die gegen eine ungewollte Zündauslösung nicht genügend gesichert werden können, sind nicht zu verwenden.“*

Im Februar 2001 publizierte das BBT ein Dokument „Wegleitung Sprengwesen“ (vgl. Beilage 9). Bezüglich des Anzündens der Sicherheitsanzündschnur wird in Art. 29, Absatz 1, folgende Aussage gemacht:

*„Für das Anzünden der Sicherheitsanzündschnüre dürfen im Helikopter nur Reiss- oder Schlagzünder verwendet werden. Zünder, die gegen eine ungewollte Zündauslösung nicht genügend gesichert sind, sind nicht zu verwenden.“*

Am 20. Dezember 2001 genehmigte das BAZL im FOM der Fluggesellschaft Air Grischa Helikopter AG die SOP für den Transport des Systems Wyssen mit Helikopter (Ziff. 1.17.2).

Am 27. August 2003 erteilte das BAZL der Air Grischa Helikopter AG eine Bewilligung für den Transport, den Abwurf und das Absenken von Lawinensprengkörpern. Die Gültigkeitsdauer dieser Bewilligung erstreckte sich vom 1. September 2003 bis zum 31. August 2004.

#### 1.18.1.3 Ausbildung des Personals

Die Herstellerfirma des Wyssen Sprengmastsystem LS 12-5 hatte vier Angestellte der Bergbahnen Samnaun AG für den Zusammenbau der Sprengladungen und die Bestückung der Magazinkästen gemäss Betriebsanleitung ausgebildet. Die Kursteilnahme wurde den Teilnehmern schriftlich bestätigt.

Am 17. Januar 2004 war ein Angestellter, der eine solche Ausbildung genossen hatte, beim Vorbereiten der Sprengladungen und Auffüllen der Magazinkästen anwesend. Am Unfalltag war der Chef Rettungs-Lawinendienst der einzige Mitarbeiter auf Platz, der von der Herstellerfirma ausgebildet worden war.

#### 1.18.1.4 Betriebsanleitung

Die Herstellerfirma des Wyssen Sprengmastsystem LS 12-5 war für das Erstellen der Betriebsanleitung zuständig.

In der Betriebsanleitung schreibt der Hersteller unter Kapitel *2.5 Anlagespezifische Gefahren, 2.5.2 Gefahrenbereich 2*:

***Bereich um Magazinkasten während der Vorbereitung und Nachladung von Sprengladungen***

*„In diesem Bereich besteht während der Handhabung (Nachladen oder Wartungsarbeiten), die Gefahr der unbeabsichtigten Auslösung einer Explosion. Deshalb dürfen diese Arbeiten nur durch ausgebildetes Personal gemäss Kapitel 2.4 durchgeführt werden.*

*Der Zutritt für Unbefugte ist verboten“.*

Weiter geht der Hersteller in der Betriebsanleitung davon aus, dass die Sprengladungen von Hand zum Magazinkasten getragen werden.

#### 1.18.1.5 Transport der Sprengladungen

Der Hersteller bestätigte in seiner Einvernahme, dass die Ladungen von Hand zum Magazinkasten zu tragen seien.

#### 1.18.1.6 Aktivitäten am 17. und 18. Januar 2004

Über die Aktivitäten am 17. und 18. Januar 2004 machte ein Angestellter der Bergbahnen Samnaun AG folgende Aussagen:

*„Sämtliche Sprengladungen wurden durch uns in unserer Werkstatt auf dem Trieder Sattel fix-fertig vorbereitet. Erwähnen möchte ich, dass wir jeweils am selben Tag die Sprengladungen erstellt hatten. Am Samstag 17.01.2004, waren wir ca. 2 Stunden dabei die Sprengladungen vorzubereiten. Wir waren zu viert. In der Werkstatt in der wir die Sprengladungen erstellt haben, hatten wir einen Palett-Rolli<sup>4</sup> bereit gestellt. Auf diesen haben wir eine gelbe Plastikkiste gelegt. Die Ladungen die wir fertig erstellt haben, stellten wir jeweils senkrecht in diesen Plastikbehälter. Nachdem wir 12 Ladungen für einen Magazinkasten erstellt hatten, schoben wir den Rolli mit den Sprengladungen nach draussen zu den bereitstehenden Magazinkästen. Wir alle, das heisst: der betroffene Pisten- und Rettungschef<sup>5</sup>, zwei andere Angestellte der Bergbahnen Samnaun und ich selber waren zusammen, als wir den Rolli nach draussen geschoben hatten.“*

Die Strecke, über welche der Rolli bewegt wurde, umfasste einen Gitterrost von ca. 10 m und es musste eine ca. 8 cm hohe Türschwelle überwunden werden. Dabei wurden die Sprengladungen Erschütterungen ausgesetzt.

Den weiteren Verlauf der Geschehnisse beschreibt der Angestellte der Bergbahnen Samnaun AG wie folgt:

---

<sup>4</sup> Anmerkung BFU: entspricht einem Handwagen

<sup>5</sup> Anmerkung BFU: entspricht dem Chef Rettungs-Lawinendienst

*„Als wir den Rolli nach draussen zu den Magazinkästen vor dem Kiosk geschoben hatten entnahmen wir Ladung für Ladung und luden diese in einen Magazinkasten. Plötzlich bemerkte mein Kollege, dass eine Ladung rauchte. Ich glaube, dass er diese Ladung noch nicht in den Magazinkasten eingeführt hatte, als er den Rauch an der Zündschnur bemerkte.*

*Der Kollege warf die brennende Ladung über das Geländer in den darunter liegenden Schnee. Einige Sekunden später explodierte die Ladung.*

*An den besagten Stellen war im Schnee ein grosses Loch zu sehen. Im Restaurant und im Kiosk waren noch Leute anwesend. Die Bahnen und die Lifte waren auch in Betrieb.*

*Sonntag 18.01.2004: „ Der verantwortliche Pisten- und Rettungschef, ein Angestellter der Samnaun Bergbahnen und ich waren wieder dabei, in unserer Werkstatt Sprengladungen vorzubereiten. Es lief wieder nach demselben Muster ab. .../ Dann sind wir mit dem Rolli mit insgesamt 24 Ladungen in zwei solchen Kisten nach draussen bis zum gelben Elektrokran, welcher am Ende des Gitterrostes montiert ist, gefahren. Wir haben den Rolli selbstverständlich gezogen und nicht gestossen. Beim Kran haben wir die beiden gelben Kisten mit jeweils 12 Ladungen auf ein Pistenfahrzeug geladen. Diese Umladung geschah ohne Kran von Hand. Für den Transport zum Ratrakmagazin benützten wir das Rettungs-Pistenfahrzeug. Die gelben Plastikkisten hatten wir hinten eingeladen und ich habe diese festgehalten. Auf dem Vorplatz der Ratrakgarage haben wir dann die bereit gestellten Magazinkästen geladen. Ich habe die einzelnen Ladungen aus den gelben Kisten herausgeholt und meinen beiden Kollegen übergeben. Diese beide haben dann die Ladungen in die beiden Magazine gefüllt. Wir benutzten einen Alu-Reisszünder.“*

#### 1.18.1.7 Unregelmässigkeiten beim Umgang mit Sprengstoff

Verschiedene Polizeikontrollen bei der Bergbahnen Samnaun AG zeigten Mängel beim Umgang mit Sprengstoff auf. Mit Schreiben vom 12. März 2003 wurde ein Antrag der Direktion der Bergbahnen Samnaun AG auf Ausstellung eines Erwerbsscheins für Sprengmittel mit Bezug auf diese Erkenntnisse abgelehnt.

#### 1.18.2 Angaben zum Zündsystem

##### 1.18.2.1 Brennzeit

Der entsprechende Expertenbericht hält fest:

*„Die Zeit zwischen der Betätigung des Reisszünders und der Detonation der Sprengladung ist gegeben durch:*

- *die Länge der Sicherheitsanzündschnur (alte Bezeichnung: Zeitzündschnur) und*
- *die Brenngeschwindigkeit der Sicherheitsanzündschnur*

*Gemäss Betriebsanleitung Wyssen Lawinen-Sprengmast LS12-5 vom August 2003 beträgt die Länge der Sicherheitsanzündschnur 20-30 cm,*

*Die Brenngeschwindigkeit der Sicherheitsanzündschnur beträgt 40 cm/min +/- 10%, also zwischen 36 und 44 cm/min.*

Somit beträgt die Brennzeit:

- einer 20 cm langen Sicherheitsanzündschnur mit einer Brenngeschwindigkeit von 44 cm/min:  $20 / 44 \times 60 \text{ s} = 27.3 \text{ Sekunden}$
- einer 30 cm langen Sicherheitsanzündschnur mit einer Brenngeschwindigkeit von 36 cm/min:  $30 / 36 \times 60 \text{ s} = 50.0 \text{ Sekunden}$

*Pyrotechnische Vorgänge - der Abbrand einer Sicherheitsanzündschnur ist ein pyrotechnischer Vorgang - laufen bei tiefen Umgebungstemperaturen tendenziell langsamer ab als bei hohen Temperaturen. Eine quantitative Angabe für diesen Einfluss ist für die Sicherheitsanzündschnur nicht spezifiziert, respektive durch die Toleranz von +/- 10% berücksichtigt. Angesichts des doch recht grossen Bereichs aller möglichen Brennzeiten dürfte dieser Einfluss aber vernachlässigbar sein.“*

#### 1.18.2.2 Angaben des Herstellers des Reisszünders

Frage:

*„Kann sich der Anzündsatz dieser Reisszünder ohne (fertigungsbedingte) oder – wenn der Reissdraht nur geringfügig um einige mm (1 – 3 mm) gezogen worden war – durch mechanische Einwirkungen wie Erschütterungen entzünden?“*

Antwort:

*„Ja, das Anzündhütchen, Reib, muss bestimmungsgemäss durch Reibung leicht zur Auslösung gebracht werden. Wenn die Belastung gross genug ist (Schlag- und/oder Reibbelastung auf dem Anzündsatz), kann es auch bei einem korrekt montierten Anzünder zur Anzündung kommen. Bei nicht korrekt montiertem Anzünder (Reissdraht nur geringfügig um einige mm (1 – 3 mm) gezogen) ist die hierfür benötigte Energie wesentlich kleiner“.*

#### 1.18.2.3 Expertenbericht zum Zündsystem

Die Schlussfolgerung des entsprechenden Expertenberichts lautet wie folgt:

*„Die zündbereiten Sprengladungen des Lawinensprengsystems in der Konfiguration vom 17. und 18. Januar 2004 sind nicht handhabungs- und transportsicher. Der Grund dafür liegt im verwendeten Reisszünder, welcher für den Einsatz als Teil eines mechanischen Zündauslösesystems nicht geeignet ist“.*

#### 1.18.3 Zwischenfall im Jahre 1992

Mitteilung der Suva im Schweizer Sprengstoffheft vom 16. April 1993:

*„Am 10. Februar 1993 erfolgte von der Suva – Abteilung Arbeitssicherheit, Sektion Bau, Luzern – ein Schreiben an die Trägerschaften für die Ausbildung von Sprengberechtigten über die nachstehenden Punkte:*

##### *1. Abdichten der Sprengkapseln gegen Feuchtigkeit.*

*Laut Art. 72, Abs. 3 der Sprengstoffverordnung ist die Verbindung von Kapsel und Zündschnur wo nötig gegen Eintritt von Wasser zu schützen. Während der Wintersaison 1991/92 wurden mehrmals – vornehmlich anlässlich von Lawinensprengungen resp. Lawinensprengkursen Zeitzündschnur-Abbrandversager festgestellt.*

*Wie sich nun im Anschluss an die Untersuchungen durch den Wissenschaftlichen Forschungsdienst (WFD) zeigte, bietet die angewandte Anwürfung der Kapsel von Hand oder maschinell der Kapsel gegen das Eindringen von Feuchtigkeit oder gar Wasser keinen Schutz.*

*Aus diesem Grund, und gestützt auf das erstellte Gutachten des WFD in dieser Angelegenheit, beschlossen Bundesanwaltschaft (BA), BIGA und Suva in gegenseitiger Absprache, dass das in Art. 72, Abs. 3 verlangte Abdichten der Kapsel gegen das Eindringen von Feuchtigkeit oder Wasser bei allen pyrotechnischen Zündungen nötig ist.*

2. *Schutz der Reisszünder gegen Selbstentzündung.*

*Am 25. März 1992 ereignete sich während dem Verladen von Lawinensprengladungen in einen Helikopter eine Selbstentzündung eines „Reisszünders mit Aluhülse“.*

*Die Untersuchungen des WFD zeigten, dass am Abreissdraht des Reisszünders vor dem Abbrand der Zeitzündschnur eine kleine Zugbewegung stattgefunden hatte. Laut Aussagen des Herstellers, kann bei Vorliegen solcher loser Abreissdrähte eine Selbstentzündung durch Erschütterungen nicht ausgeschlossen werden.*

*Gestützt auf den Beschluss zwischen BA, BIGA und Suva und dem erstellten Gutachten des WFD ist:*

- *die Verwendung von Reisszündern mit Aluhülse, ohne geeigneten Schutz der Abreissöse nicht zulässig;*
- *Reisszünder mit Aluhülse müssen ab Verlassen der Herstellerfirma bis zur Verwendung auf dem Sprengplatz oder Abwurfstelle so gesichert sein, dass zu keiner Zeit eine ungewollte Zugbewegung auf die Abreissvorrichtung stattfinden kann;*
- *die Verwendung von Klebeband zur Sicherung der Abreissvorrichtung wegen ungenügender Schutzwirkung nicht gestattet.*
- *Vorrätige Reisszünder mit Aluhülse sind sofort mit der vorgeschriebenen Schutzvorrichtung (Kunststoffhütchen) nachzurüsten.*

3. *Handhabung der Nonel-Zündvorrichtung<sup>6</sup>.*

*In letzter Zeit ereigneten sich Unfälle mit Verbrennungen der Hände bei der Handhabung der Nonel-Zündvorrichtung.*

*Wie sich anlässlich der Überwachung von Sprengkursen durch unsere Sicherheitsingenieure zeigte, erfolgte die Instruktion zur Handhabung der Nonel-Zündvorrichtung so, dass die Zündleitung in mehreren Schlaufen um oder in die Faust zur Auslösung der Zündung mit der Nonel-Zündvorrichtung gewickelt wurde. Diese Instruktion spricht gegen die Anleitung zur Handhabung der Nonel-Zündvorrichtung.*

*Wir ersuchen Sie das Notwendige zu veranlassen, dass ab sofort die Instruktion nach der beiliegenden Anleitung zur Handhabung der „Nonel-Zündvorrichtung Typ Detonit AG erfolgt“.*

---

<sup>6</sup> Bemerkung BFU: Im vorliegenden Fall ist diese Zündvorrichtung nicht relevant. Für die Zertifizierung eines Sprengsystems kann sie hingegen von Bedeutung sein.

#### 1.18.4 Vorfall auf der Diavolezza

Der Pisten- und Rettungschef der Diavolezza Bahn AG schildert einen Vorfall mit dem Sprengmastsystem Wyssen, welcher sich auf der Diavolezza am 20. November 2003 ereignet hat:

*„Beim Ladevorgang muss man das Kartonrohr bis zum Anschlag über das beladene Ladungsrohr stossen. Danach muss man das Kartonrohr unten im Randbereich bostichen. Einer unserer Mitarbeiter hat vergessen, das Kartonrohr zu bostichen. Er wollte darauf das Kartonrohr mit dem Inhalt in den Sprengbehälter des Sprengmagazins einführen. Er hielt das Kartonrohr, dabei rutschte ihm unten die nicht gebostichte Ladung in den Sprengbehälter. Glücklicherweise wurden beide Reisszünder nur gestreckt und nicht gezündet. Es hätte eine Katastrophe gegeben. Der Sprengbehälter war praktisch voll geladen.“*

#### 1.19 Neue und effektive Untersuchungsmethoden

Nicht betroffen.

## 2 Beurteilung

### 2.1 Technische Aspekte

Obwohl sich am 25. März 1992 ein Vorfall von mit Reisszündern ausgerüsteten Sprengladungen ereignet hatte wurde das System Wyssen vom Bundesamt für Polizei mit Reisszünder zugelassen. Als Konsequenz dieses Vorfalles wurden nach eingehender Diskussion mit dem Bundesamt für Berufsbildung und Technologie, dem Wissenschaftlichen Forschungsdienst und der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt vom Bundesamt für Polizei im Rahmen der Zulassung einige Auflagen formuliert. Eine dieser Auflagen forderte, die Reisszünder mittelfristig durch ein besser geeignetes Produkt zu ersetzen.

Zudem genehmigte das BAZL am 22. Dezember 2001 den Transport dieser Sprengladungen mit Helikopter.

Wie aus dem FOM/SOP (Ziff. 1.17.2) der Firma Air Grischa Helikopter AG zu entnehmen ist, muss sich der Pilot bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt beim Sprengmeister vergewissern, dass der verwendete Sprengstoff während des Transports keine Explosionsgefahr birgt. Sprengstoffe, die für die künstliche Lawinenauslösung im Winter verwendet werden, sind zwangsläufig tiefen Temperaturen ausgesetzt. Es ist nicht zweckmässig, im Rahmen eines Einsatzes entscheiden zu müssen, welcher Sprengstoff verwendet werden muss. Deshalb sollte dieser Aspekt bei der Zertifizierung bzw. bei der Zulassung für den Transport mit Helikoptern berücksichtigt werden, in dem man den Sprengstoff entsprechend definiert, wie dies beim Sprengstoffsystem Wyssen der Fall war.

Beim Transport mit Helikoptern kann nicht vermieden werden, dass die Aussenlast beim Abheben oder beim Absetzen Erschütterungen ausgesetzt wird.

Im vorliegenden Fall, bewirkten die durch den Transport verursachten Erschütterungen, dass, bedingt durch das Zusammenfallen des plastischen Sprengstoffes (Alpinit) im Ladungsrohr, via Sicherheitsanzündschnur eine Zugbelastung auf den Reisszünder ausgeübt wurde. Da jedoch der Reisszünder gegen axiale Verschiebungen nicht gesichert war, wurde er nach unten gezogen. Dies übte auf die - durch den Befestigungshaken des Fallseils blockierte - Abreissöse eine Zugbelastung aus, was zu einer ungewollten Funktionsauslösung führte.

Diese im Nachhinein erkannten Zusammenhänge und daraus resultierenden Risiken scheinen im Rahmen der Konzeption, Zertifizierung und Anwendung des Systems nicht erfasst worden zu sein.

Eine Abklärung der Risiken, die für die Besatzung auftreten können, wenn bei einem Transport der Magazinkästen ein Triebwerkausfall auftritt und eine Autorotation notwendig wird, wurde offenbar nicht durchgeführt.

Die Untersuchung zeigte, dass der Helikopter Ecureuil HB-ZDE keine Mängel aufwies, die das Unfallgeschehen hätten beeinflussen können.

## 2.2 Betriebliche Aspekte

In der Weisung des BAZL für Lawineneinsätze mit Helikoptern bestimmt eine der Auflagen, dass vor dem Einsatz in Begleitung des Sprengberechtigten eine Erkundungsrunde geflogen werden muss. In das SOP im FOM des Flugbetriebsunternehmens, welches auch vom BAZL genehmigt wurde, ist diese Auflage nicht eingeflossen. Eine solche Erkundungsrunde ist vorgeschrieben, um sicherzustellen, dass sich keine Personen im gefährdeten Gebiet aufhalten.

Auf dem „Antrag zum Transport des Magazins“, der von den Bergbahnen Samnaun AG an die Air Grischa Helikopter AG gerichtet wurde, ist die Verantwortung für die Sicherung und Absperrung des Gebiets um die Lawinensprengmasten dem Auftraggeber übertragen.

Im vorliegenden Falle wurden vom Piloten während dem Flug zum Sprengmast Nr. 5 und unmittelbar nach der Explosion Skifahrer im gefährdeten Gelände beobachtet. Diese Skifahrer erschwerten durch ihre Anwesenheit die Durchführung der Notlandung und waren durch die Explosion der Sprengladung einem beträchtlichen Risiko ausgesetzt. Unmittelbar nach dem Unfall war es nicht klar, ob noch scharfe Sprengladungen übrig geblieben waren. Diese hätten ein weiteres Risiko für die anwesenden Personen dargestellt.

Die Betriebsanleitung der Herstellerfirma des Wyssen Sprengmastsystems LS 12-5 schreibt unter anderen vor, dass die ausgerüsteten Sprengladungen von Hand zum Magazinkasten zu tragen seien. Nach Aussagen eines Angestellten der Bergbahnen Samnaun AG wurden die ausgerüsteten Sprengladungen mit einem Handwagen zu den Magazinkästen transportiert (Ziff. 1.18.1.6). Die Sprengladungen wurden somit grösseren Erschütterungen ausgesetzt und die Explosionsgefahr damit erhöht.

Die Behörden des Kantons Graubünden hatten die Direktion der Bergbahnen Samnaun AG über Unzulänglichkeiten beim Umgang mit Sprengstoff schriftlich aufmerksam gemacht und entsprechende Massnahmen angeordnet.

Am Tag vor dem Unfall führten die zuständigen Mitarbeiter der Bergbahnen Samnaun AG die Befüllung der Magazinkästen mit 60 kg Sprengladung in der unmittelbaren Nähe eines Restaurants durch. Die Wahl dieses Ortes für eine solche Tätigkeit war an sich schon unzweckmässig. Dabei erfolgte die unbeabsichtigte Explosion einer Sprengladung, was auf ein beträchtliches Gefahrenpotential hinweist.

Der Flughelfer, der am Tag vor dem Unfall diese Explosion wahrgenommen hatte, bemerkte noch, wie dieser Vorfall von den zuständigen Mitarbeitern der Bergbahnen Samnaun AG mit Humor aufgenommen wurde. Der Pilot, welcher am Unfallflug beteiligt war, wurde vom Flughelfer während des Überfluges von Samdan nach Samnaun über diesen Vorfall orientiert. Der Pilot hat möglicherweise diese Information nicht verstanden oder zumindest nicht realisiert, welcher Gefahr er sich aussetzte.

Aufgrund des vom Rotor aufgewirbelten Schnees verfügte der Pilot nicht mehr über genügende Sichtreferenzen (*white out*), um den Magazinkasten auf dem Dorn des Sprengmasts Nr. 5 abzusetzen. Der Pilot erklärte, dass während dieser Versuche der Magazinkasten den Mast zwar leicht berührte, jedoch nicht auf diesem aufschlug. Nach Absprache mit dem Chef Rettungs-Lawinendienst flog er zum Mast Nr. 6, wo bessere Sichtbedingungen herrschten.

30 bis 40 Sekunden nach Verlassen von Sprengmast Nr. 5, als sich der Helikopter auf einer Höhe von ungefähr 50 m über Grund befand, explodierte der in Unterlast transportierte Magazinkasten. Diese Zeit entspricht der durchschnittlichen Brenndauer der Sicherheitsanzündschnur. Mit grosser Wahrscheinlichkeit war der Reisszünder aktiviert worden, als der Magazinkasten den Sprengmast Nr. 5 berührte. Wie verschiedene Vorfälle gezeigt haben, können unter gewissen Umständen schon geringe Erschütterungen zur ungewollten Auslösung des Reisszünders führen.

Zusammenfassend hat die Untersuchung gezeigt, dass neben den Schwierigkeiten mit der Art der Sprengstoffzündung beim Bergbahnbetreiber Probleme in den Bereichen Ausbildung, Zuständigkeiten, Arbeitssorgfalt und Erkennen von sicherheitskritischen Handlungen bestanden.

### 3 Schlussfolgerungen

#### 3.1 Befunde

- Der Pilot besass einen Ausweis für Berufspiloten auf Helikopter CPL(H), ausgestellt durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL). Die Gültigkeitsdauer dieser Lizenz erstreckte sich bis zum 23.06.2004.
- Es liegen keine Anzeichen dafür vor, dass der Pilot zum Unfallzeitpunkt gesundheitlich beeinträchtigt war. Die Untersuchung auf Alkohol verlief negativ.
- Der Pilot trug einen Helm und war mittels einer Vierpunktgurte angeschnallt. Diese hielt den aufgetretenen Kräften während des Unfalls stand.
- Die Untersuchung ergab keine Anhaltspunkte für vorbestandene technische Mängel am Helikopter, die den Unfall hätten verursachen können. Gewicht und Schwerpunkt lagen innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen.
- Der Helikopter war mit einem Notsender (ELT) des Typs ACK E-01 ausgerüstet, welcher wahrscheinlich wegen der gelungenen Notlandung nicht aktiviert wurde.
- Am Tag vor dem Unfall ereignete sich am Boden die unbeabsichtigte Explosion einer Sprengladung.
- In den Weisungen des BAZL für Lawinensprengereinsätze mit Helikoptern vom 1. März 1988 steht im Abschnitt „2. Flugplanung“ unter anderem: *„Bei jedem Einsatz ist vor dem ersten Abwurf oder Absenken in Begleitung des Sprengberechtigten eine Erkundungsrunde zu fliegen, damit Personen, die sich allenfalls in gefährdeten Bereichen aufhalten, erkannt werden können.“*
- Im *flight operations manual* (FOM) der Air Grischa AG ist ein *standard operating procedure* (SOP) für den Transport der Wyssen Sprengmagazine enthalten. Dieses SOP sieht keinen Erkundungsflug vor.
- Vor dem Einsatz am Unfalltag fand kein Erkundungsflug statt.
- Während dem Einsatz hielten sich Skifahrer im gefährdeten Gebiet auf.
- Zum Zeitpunkt des Unfalls wehte im Unfallgebiet ein Nordost- bis Ostwind mit 5 bis 7 Knoten Geschwindigkeit. Es traten Windspitzen bis ungefähr 13 Knoten auf.
- Beim Mast Nr. 5 war Neuschnee vorhanden, der durch den Abwind (*downwash*) des Rotors aufgewirbelt wurde. Durch die dabei entstehende Sichtbehinderung (*white out*) konnte der Pilot den Magazinkasten nicht absetzen und flog deshalb zum Mast Nr. 6 weiter.
- Beim Versuch, den Magazinkasten abzusetzen, berührte dieser den Mast Nr. 5 mehrmals.
- Nach dem Verlassen des Mast Nr. 5 flog der Helikopter zwischen 30 und 40 Sekunden bis sich die Explosion des Magazinkastens ereignete.
- Die durchschnittliche Brenndauer einer Sicherheitsanzündschnur, wie sie in den Magazinkasten installiert wurde, beträgt zwischen 30 und 50 Sekunden.

- Die Explosion des Magazinkastens erfolgte, als sich der Helikopter ungefähr auf eine Höhe von 50 m über Grund befand. Der Helikopter blieb eingeschränkt steuerbar und konnte ungefähr 500 m vom Ort der Explosion entfernt und ca. 140 m tiefer notgelandet werden.
- Am Unfalltag war kein Inhaber eines Sprengausweises anwesend.
- Dem Chef Rettungs-Lawinendienst war am 3. Juni 2003 der Sprengausweis entzogen worden.
- Der Chef Rettungs-Lawinendienst war für das Aufmunitionieren der Magazinkästen vom Hersteller Wyssen ausgebildet worden.
- Die zwei Angestellten der Bergbahnen Samnaun AG die am Unfalltag mit dem Aufmunitionieren der Magazinkästen beschäftigt waren, erhielten keine entsprechende Ausbildung vom Hersteller Wyssen.
- Die Handhabung der Sprengladungen durch Angestellte der Bergbahnen Samnaun AG entsprach zum Teil nicht den Vorgaben des Herstellers.  
So wurden in Abweichung von der Betriebsanleitung die beiden Bohrungen am oberen Ende des Ladungsrohrs normalerweise mittels Bohrmaschine und Spiralbohrer erweitert, damit die Reisszünder eingesteckt werden konnten.
- Die Auflage des Bundesamtes für Polizei, den Reisszünder durch ein geeigneteres Produkt zu ersetzen, wurde bis zum Unfall nicht erfüllt.
- Die Reisszünder wurden eingehend untersucht und der Expertenbericht zu diesem Punkt lautet wie folgt: *"Hingegen kann, bedingt durch das elastische "Setzen" oder "Zusammenfallen" des plastischen Sprengstoffes im eingebauten Zustand via Sicherheitsanzündschnur eine Zugbelastung auf den Reisszünder ausgeübt werden. Dies ist deshalb möglich, weil der Reisszünder im Ladungsrohr aus PVC nicht gegen axiale Verschiebung gesichert eingebaut ist und die Abreissöse durch den eingehängten Federdrahtaken im eingebauten Zustand blockiert werden und nicht "nachrutschen" kann. Somit sind sowohl ein "Vorstrecken" des Reisszünders (teilweises Herausziehen der Abreissöse) oder, wenn die Belastung schlagartig erfolgt und gross genug ist, eine Funktionsauslösung denkbar."*

### 3.2 Ursache

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass, bedingt durch die Erschütterungen während des Transports, die fehlende Fixierung der Reisszünder zu einer ungewollten Funktionsauslösung führte. Diese löste die Explosion des gesamten Magazinkastens aus, welcher als Unterlast am Helikopter mitgeführt wurde. Durch die Explosionswirkung wurde der Helikopter derart beschädigt, dass eine sofortige Notlandung durchgeführt werden musste.

## **4 Sicherheitsempfehlungen und getroffene Massnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit**

### **4.1 Bewilligung und Überwachung des künstlichen Auslösens von Lawinen**

#### 4.1.1 Sicherheitsdefizit

Der Pilot erhielt den Auftrag, Magazinkästen für ein Sprengsystem zu transportieren und sie auf Sprengmasten abzusetzen. Dies hatte zum Ziel, künstlich Lawinen auszulösen. Am 18. Januar 2004 startete der Helikopter vom Typ AS350B3 (Ecu-reuil), HB-ZDE, um 07:49 Uhr in Samedan und flog zur Alp Trida im Skigebiet oberhalb von Samnaun. Das Wetter war gut.

Am Aufnahmeort hängte der Flughelfer jeweils einen vollen Magazinkasten ein und der Pilot flog zum entsprechenden Sprengmast. Im Rahmen eines dieser Flüge gelang es dem Piloten nicht, den Magazinkasten aufzusetzen und er flog zu einem anderen Mast weiter. Während des Überfluges explodierte der Magazinkasten und beschädigte den Helikopter schwer. Der Pilot konnte eine Notlandung durchführen. Er erlitt leichte Schürfungen.

Im Rahmen der Untersuchung wurden unter anderem die folgenden Mängel festgestellt:

- Die am Unfalltag mit der Vorbereitung des Sprengstoffs betrauten Angestellten der Bergbahnen Samnaun AG verfügten nicht über die notwendige Ausbildung und die entsprechenden Ausweise.
- Die Sprengladungen wurden nicht nach den Vorgaben des Herstellers des Sprengsystems gehandhabt.
- In gewissen Fällen fand die Beladung der Magazinkästen auf der Terrasse eines Restaurants statt, das für das Publikum geöffnet war. Dabei kam es mindestens in einem Fall zur ungewollten Explosion einer Sprengladung.
- Während des Unterlasttransports und der Bestückung der Sprengmasten hielten sich im Gefahrengebiet Skifahrer auf.

#### 4.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 366

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte darauf hinwirken, dass sämtliche Prozesse im Zusammenhang mit dem künstlichen Auslösen von Lawinen unter Einbezug von Luftfahrzeugen von einer Behörde bewilligt und überwacht werden. Diese Aufgaben könnten beispielsweise durch die kantonalen Polizeiorgane wahrgenommen werden.

## **4.2 Berücksichtigen von technischen Problemen und Notlagen des Helikopters**

#### 4.2.1 Sicherheitsdefizit

Der Pilot erhielt den Auftrag, Magazinkästen für ein Sprengsystem zu transportieren und sie auf Sprengmasten abzusetzen. Dies hatte zum Ziel, künstlich Lawinen auszulösen. Am 18. Januar 2004 startete der Helikopter vom Typ AS350B3 (Ecu-reuil), HB-ZDE, um 07:49 Uhr in Samedan und flog zur Alp Trida im Skigebiet oberhalb von Samnaun. Das Wetter war gut.

Am Aufnahmeort hängte der Flughelfer jeweils einen vollen Magazinkasten ein und der Pilot flog zum entsprechenden Sprengmast. Im Rahmen eines dieser Flüge gelang es dem Piloten nicht, den Magazinkasten aufzusetzen und er flog zu einem anderen Mast weiter. Während des Überfluges explodierte der Magazinkasten und beschädigte den Helikopter schwer. Der Pilot konnte eine Notlandung durchführen. Er erlitt leichte Schürfungen.

Beim Lufttransport von Sprengladungen, die mit Zündern ausgerüstet sind, bei welchen die Zündeinleitung mittels kinetischer Energie erfolgt, besteht die Möglichkeit, dass diese Lasten aufgrund von technischen Problemen und Notlagen des Luftfahrzeuges grossen Beschleunigungen ausgesetzt werden.

#### 4.2.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 367

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte veranlassen, dass beim Transport von Sprengladungen mit Luftfahrzeugen auch technische Probleme und Notlagen des Luftfahrzeuges durch transportsichere Sprengsysteme und entsprechende Verfahren abgedeckt sind.

### 4.3 **Ausbildung von Piloten und Flughelfern bezüglich dem Lufttransport von Sprengstoffen**

#### 4.3.1 Sicherheitsdefizit

Der Pilot erhielt den Auftrag, Magazinkästen für ein Sprengsystem zu transportieren und sie auf Sprengmasten abzusetzen. Dies hatte zum Ziel, künstlich Lawinen auszulösen. Am 18. Januar 2004 startete der Helikopter vom Typ AS350B3 (Ecu-reuil), HB-ZDE, um 07:49 Uhr in Samedan und flog zur Alp Trida im Skigebiet oberhalb von Samnaun. Das Wetter war gut.

Am Aufnahmeort hängte der Flughelfer jeweils einen vollen Magazinkasten ein und der Pilot flog zum entsprechenden Sprengmast. Im Rahmen eines dieser Flüge gelang es dem Piloten nicht, den Magazinkasten aufzusetzen und er flog zu einem anderen Mast weiter. Während des Überfluges explodierte der Magazinkasten und beschädigte den Helikopter schwer. Der Pilot konnte eine Notlandung durchführen. Er erlitt leichte Schürfungen.

Im Rahmen der Untersuchung wurde festgestellt, dass die betroffenen Piloten und Flughelfer keine Kenntnis von den Risiken des transportierten Sprengsystems hatten.

#### 4.3.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 368

Das Bundesamt für Zivilluftfahrt sollte veranlassen, dass die Piloten und Flughelfer, welche Sprengstoffe transportieren müssen, ausreichend über die Eigenheiten und Risiken der entsprechenden Sprengsysteme ausgebildet werden. Dies sollte den Bordkommandanten in die Lage versetzen zu entscheiden, welche Risiken beim Transport akzeptabel sind.

#### 4.4 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen zur Verbesserung der Flugsicherheit

Am 19. Januar 2004, d.h. am Tag nach dem Unfall, verbot das BAZL bis auf weiteres den Transport des Lawinensprengsystems Wyssen LS12-5 mittels Helikopter.

Am 31. März 2004 hob das BAZL das Flugverbot vom 19. Januar 2004 unter folgenden Auflagen wieder auf:

- a) *"Die Routen, auf denen Magazine zum Wyssen Lawinensprengsystem befördert werden, sind so zu wählen, dass vom Lastaufnahmeplatz bis zum Sprengmast jederzeit in alle Richtungen eine Distanz von mindestens 1 km zu nicht unmittelbar für die Operation notwendigen Personen eingehalten wird.*
- b) *Der Sicherheitskorridor gemäss Buchstabe a) ist angemessen auszudehnen, wo damit gerechnet werden muss, dass ein Magazin nach einem Verlust oder einem Notausklinken durch topografische Begebenheiten weiter rutschen/rollen könnte.*
- c) *Die Auflagen gemäss Buchstaben a) und b) gelten nicht für Transportflüge mit leeren Magazinen ohne Sprengstoff und Zündmittel.*
- d) *Dem Bundesamt ist bis zum 31. Dezember 2004 eine Liste mit allen von der Adressatin angeflogenen Wyssen-Sprengmasten unter Angabe ihrer Lagekoordinaten einzureichen.*
- e) *Dem Bundesamt sind bis zum 31. Dezember 2004 pro angeflogenen Mast mittels massstabgetreuen Karten dokumentierte Flugrouten einzureichen, die den Kriterien gemäss Buchstaben a) und b) dieser Verfügung entsprechen.*
- f) *Bis zum 31. Dezember 2004 sind diejenigen Masten zu bezeichnen, welche unter Einhaltung der Kriterien gemäss Buchstaben a) und b) dieser Verfügung nicht mehr angeflogen werden können."*

Zu dieser Entscheidung hatte unter anderem die Erwägung geführt, *"dass der Schlagzünder 83, durch den der Reisszünder ersetzt wurde, aufgrund der bisherigen Erkenntnislage keine der konstruktionsbedingten und im Wyssen-Sprengsystem anwendungsbedingten Voraussetzungen aufweist, welche beim Reisszünder zu einer ungewollten Zündungsauslösung führen konnten"*.

Bern, 6. August 2007

### Eidgenössische Flugunfallkommission

André Piller, Präsident

Tiziano Ponti, Vizepräsident

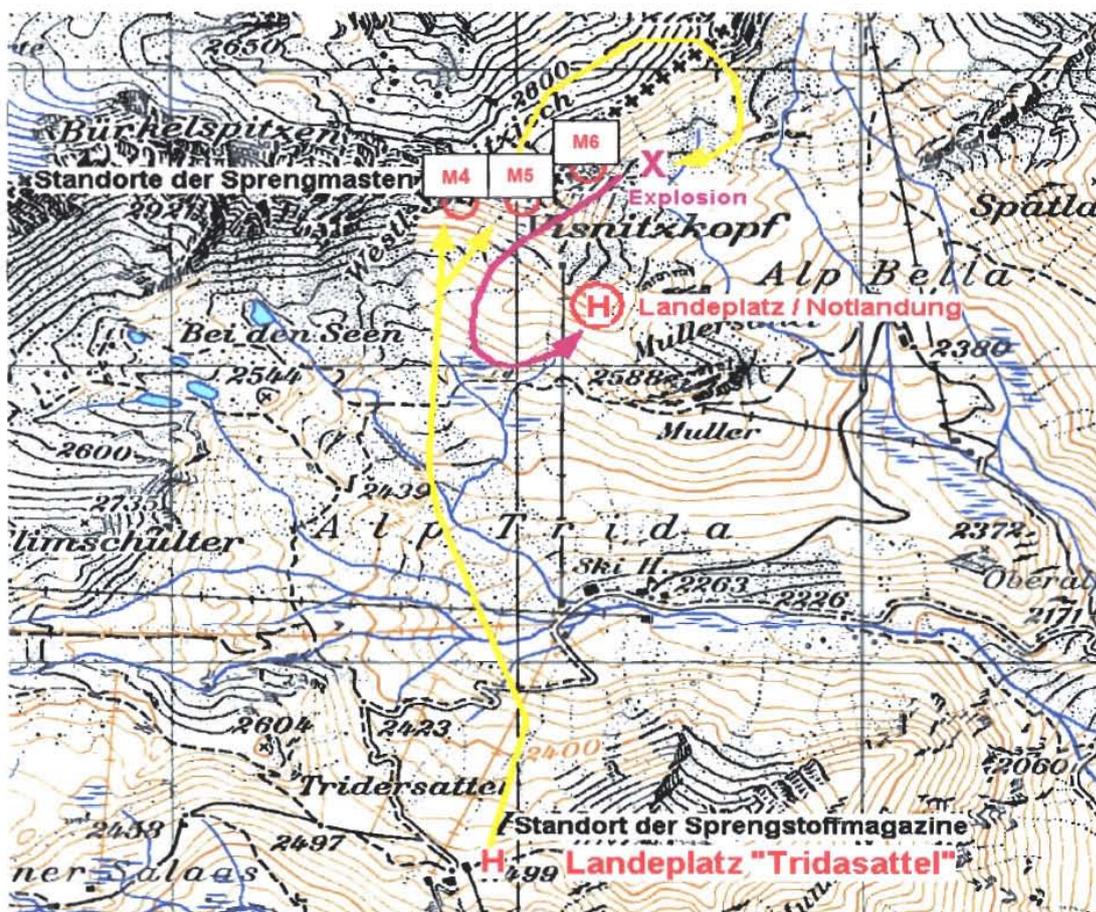
Ines Villalaz-Frick, Mitglied

## Notlandung nach Explosion des Wyssen - Sprengmagazins

Datum: Sonntag, 18. Januar 2004

Zeitpunkt: Ca. 09.35 Uhr Lokal

Helikopter: Eurocopter, AS 350 B3 (HB-ZDE)



### Legende:

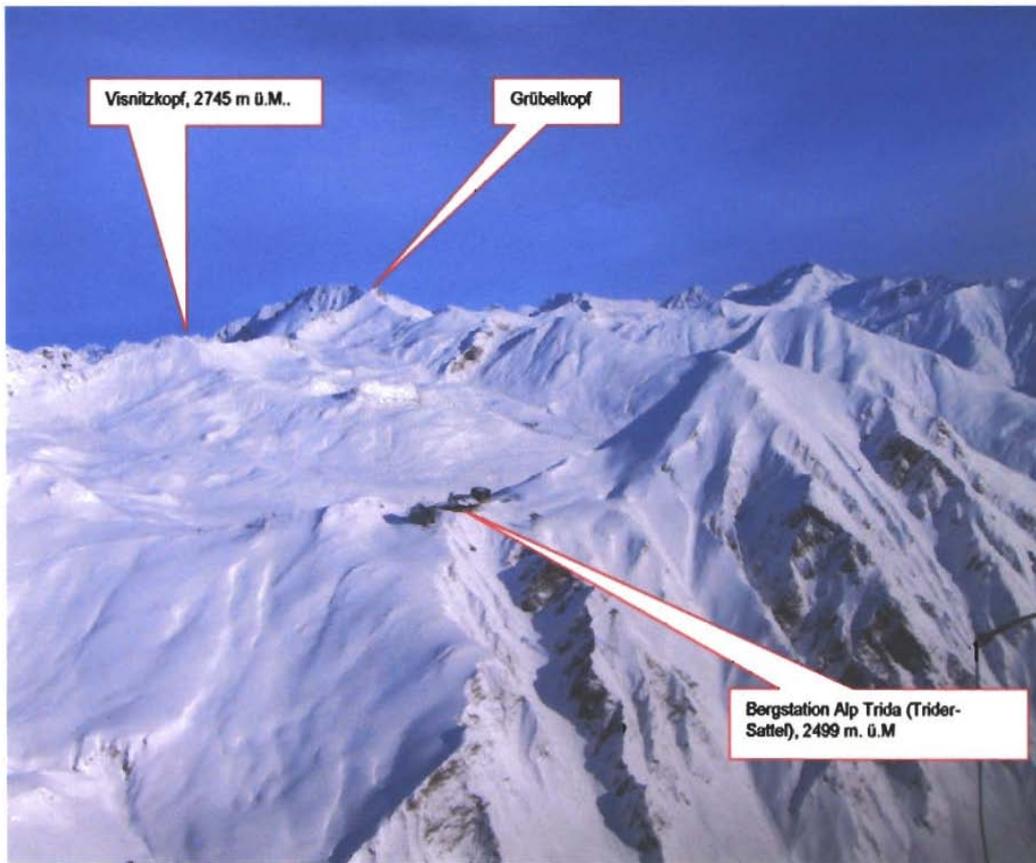
- Anflugroute zu den Sprengmasten 4, 5 und 6
- Flugweg nach erfolgter Explosion des Sprengmagazins
- X Explosionsort (ca. Koord. 823390 / 208 695) auf ca. 2760 m Höhe ü. Meer
- M 4 Bezeichnung für die Sprengmasten 4, 5 und 6

### Landeplätze / Bezeichnungen

- Tridasattel: Landeplatz und Aufnahmeort der aufmunitionierten Sprengmagazine.  
Koord. 822900 / 206335 (Höhe 2480 m.ü.M.)
- Notlandung: Skipiste auf ca. 2620 m.ü.M Höhe (Koord. 823230 / 208225)

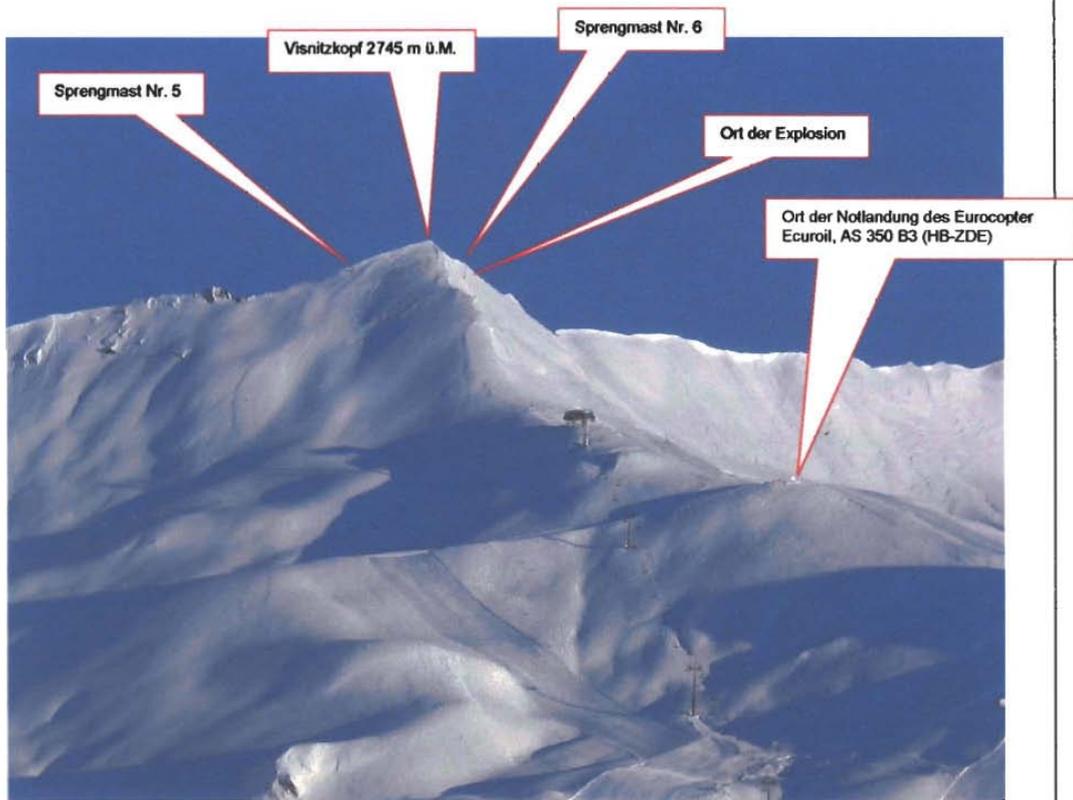


1. Ausschnitt aus Landeskarte 1:25'000, Blatt Ischgl, Nr. 1159 mit Übersicht der verschiedenen Ereignisse und Standorte.

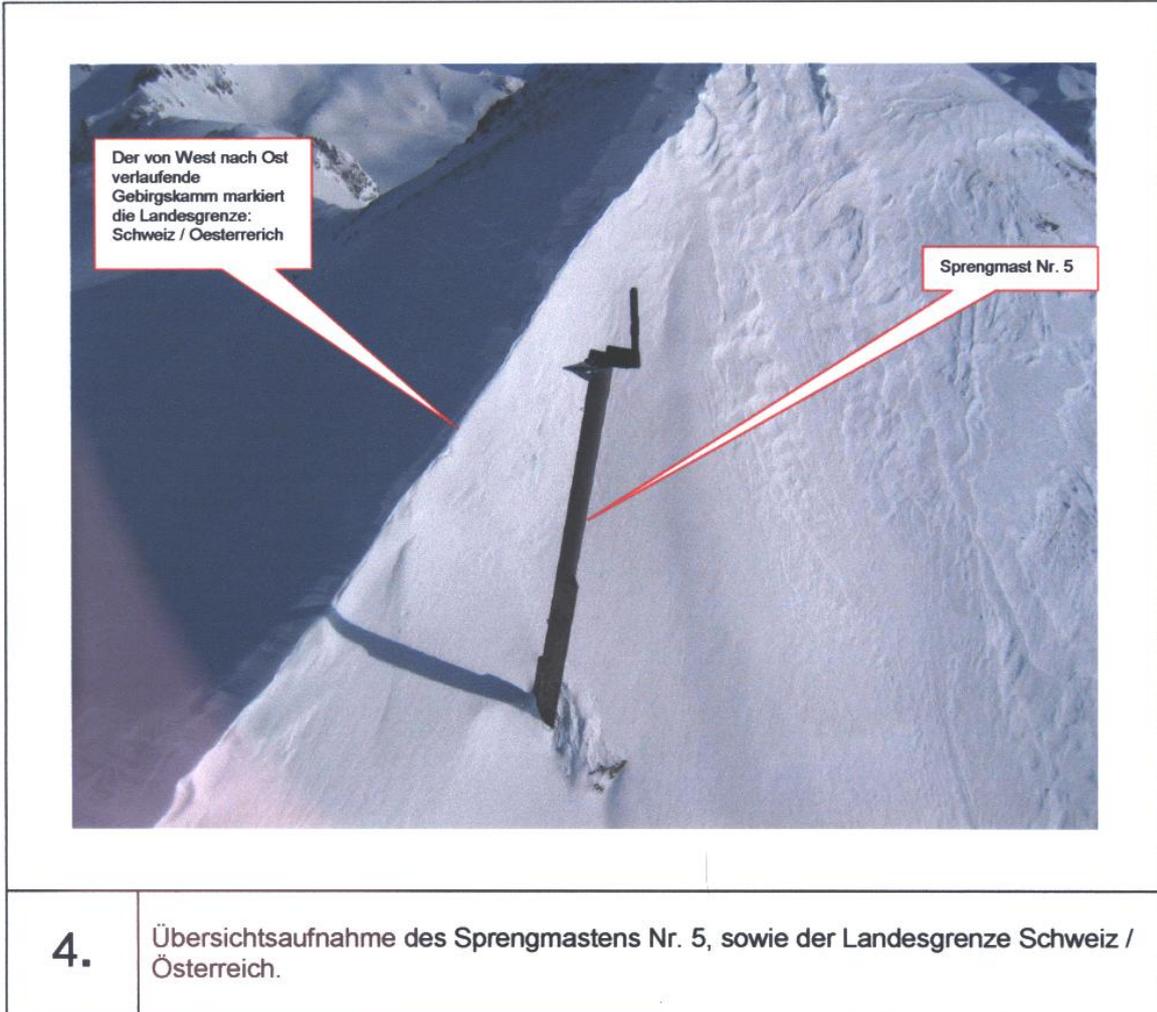


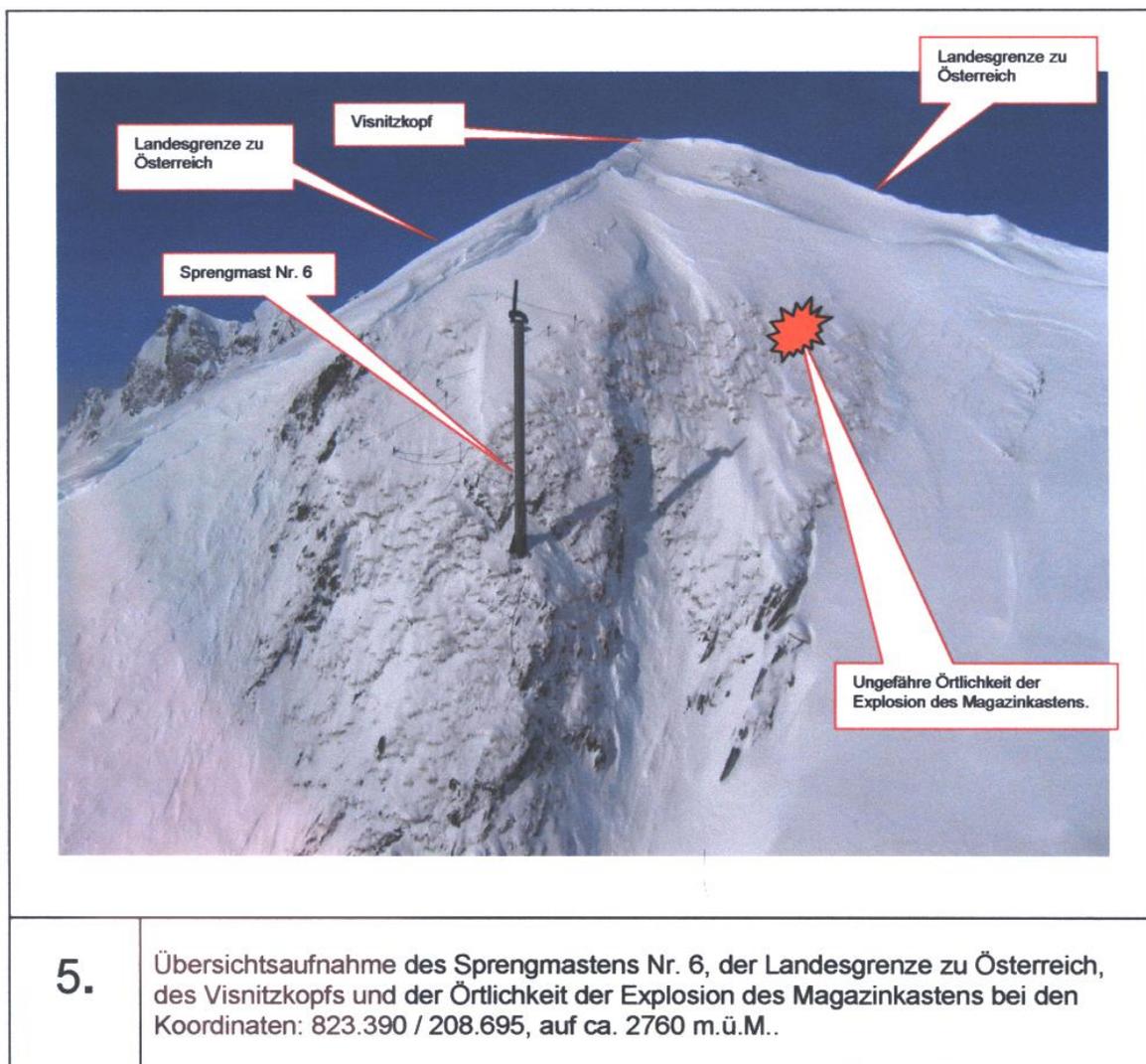
2.

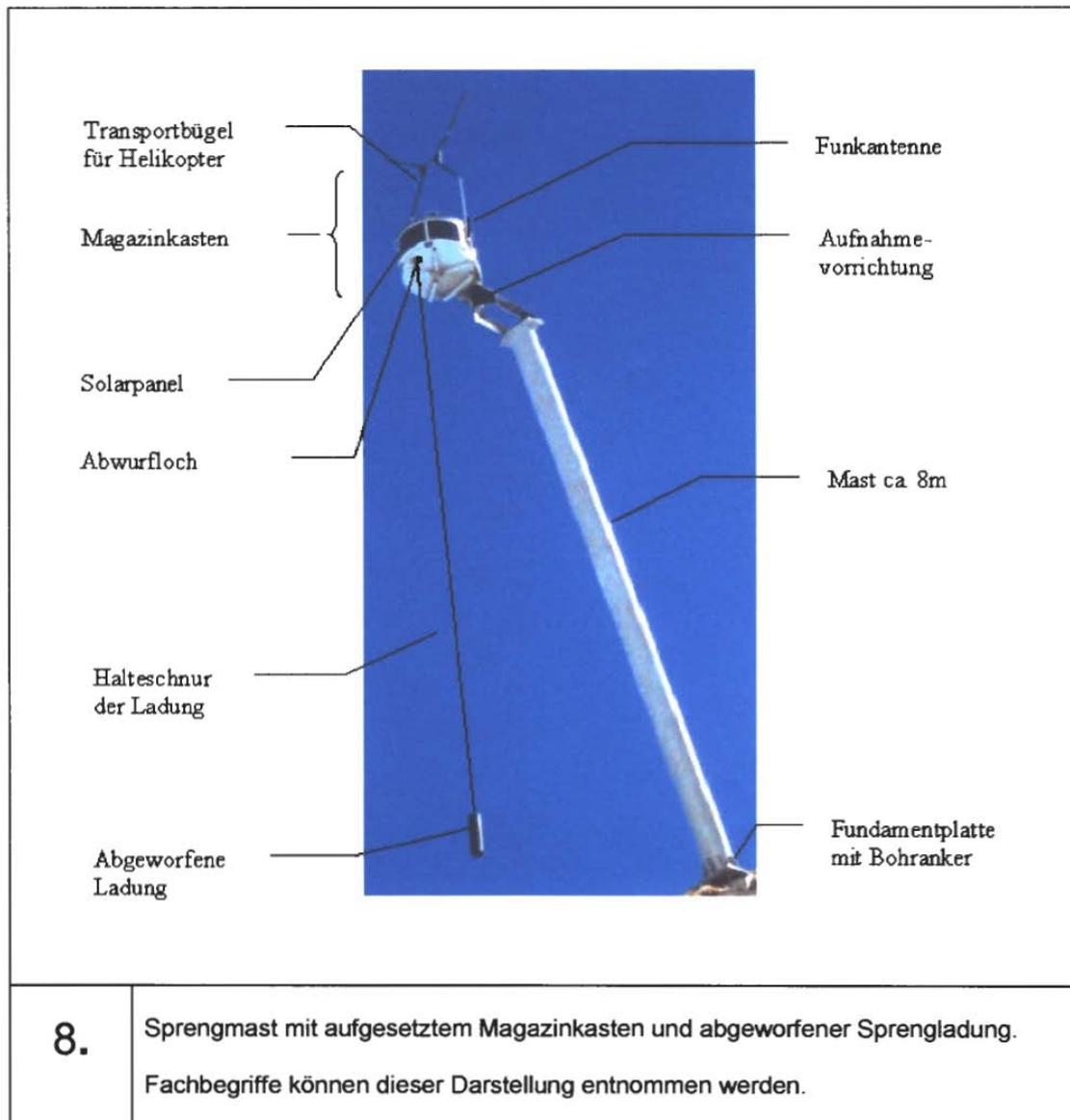
Übersichtsaufnahme / Luftaufnahme des „Trider- Sattels“, bis zum Visnitzkopf.



3. Übersichtsaufnahme des Visnitzkopfs, der beiden Standorte der Sprengmasten Nr. 5 & 6 der Örtlichkeit der Explosion, sowie der Örtlichkeit, an welcher der Pilot den Hubschrauber notlanden musste.

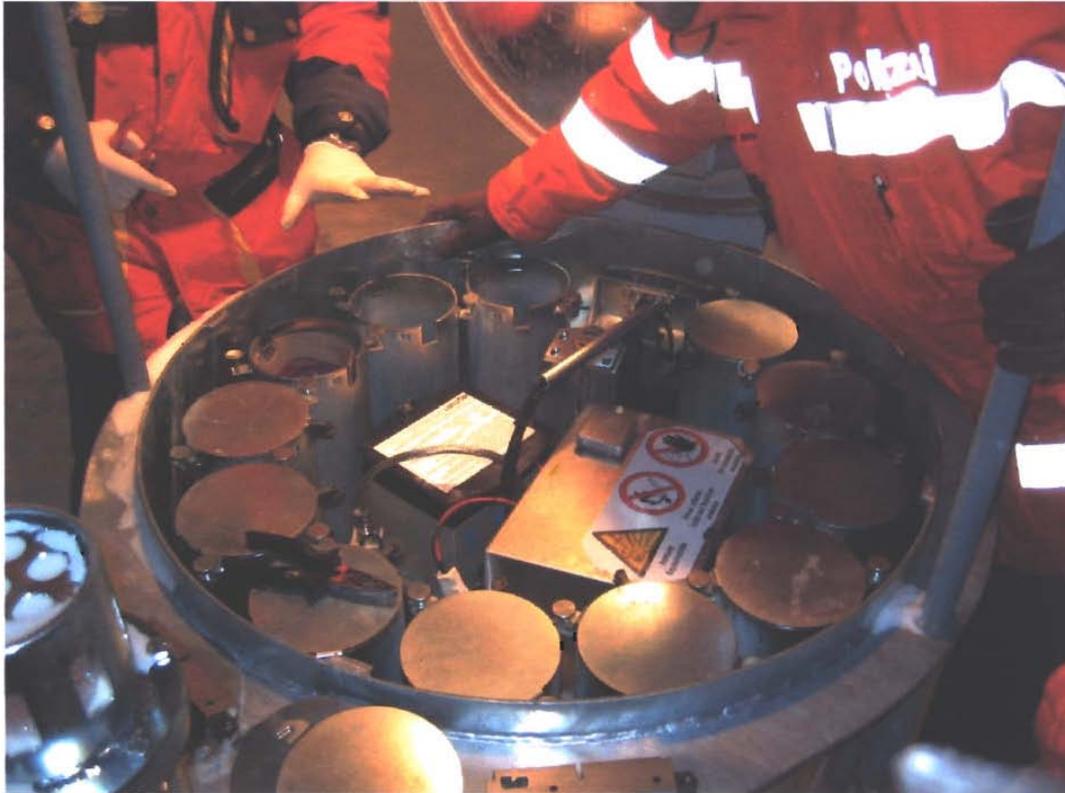






8.

Sprengmast mit aufgesetztem Magazinkasten und abgeworfener Sprengladung.  
 Fachbegriffe können dieser Darstellung entnommen werden.



7.

Übersichtsaufnahme des Inhalts eines der Magazinkästen.

Alle Magazinkästen wurden durch den WFD, im Rahmen der Sofortmassnahmen, entschärft / entladen.



# Wegleitung Sprengwesen

**Ausbildung**  
**künstliche Auslösung von Lawinen**  
**Lawinensprengen (LA)**

Februar 2001



**BERUFSBILDUNG**

Ausbildungsordnungen

Sprengwesen



# **Ausbildung künstliche Auslösung von Lawinen Lawinensprengen (LA)**

**Februar 2001**

Das Bundesamt für Berufsbildung und Technologie (BBT) hat, gestützt auf Artikel 66 der Sprengstoffverordnung (SprstV) vom 27. November 2000, zusammen mit einem Fachausschuss Sprengwesen (FAS) die nachfolgende Wegleitung ausgearbeitet. Sie ergänzt die gesetzlichen und reglementarischen Bestimmungen über die Ausbildung für Lawinensprengarbeiten und die Durchführung von Prüfungen.

## **Wegleitung Ausbildung künstliche Auslösung von Lawinen Lawinensprengen (LA)**

Diese Wegleitung tritt am 1. Februar 2001 in Kraft.

Bern, den 01.02.2001 Bundesamt für Berufsbildung und Technologie  
Sprengwesen  
Karl Ulrich, Adjunkt

### **1. Abschnitt: Voraussetzungen für Kurse und Prüfungen**

#### **Art. 1 Gesundheitliche Eignung**

Zu Kursen und Prüfungen für die besondere Sprengarbeit Lawinensprengen (LA) kann nur zugelassen werden, wer die Anforderungen nach dem Merkblatt für die Beurteilung der gesundheitlichen Eignung zur Ausbildung für das Lawinensprengen (Anhang1) erfüllt. Der Bewerber hat schriftlich zu bestätigen, dass er gesundheitlich geeignet ist. Es ist ihm vorher das Merkblatt zur Kenntnis zu geben. Im Zweifelsfalle ist vom Bewerber ein Arztzeugnis zu verlangen.

**Gesundheit?**

#### **Art. 2 Zeit und Ort der praktischen Ausbildung und Prüfung**

1. Praktische Ausbildung und Prüfung sind zeitlich so anzusetzen, dass sie praxisgerecht durchgeführt werden können.
2. Die praktische Ausbildung und Prüfung (Placieren und Zünden der Ladung) hat in Gelände zu erfolgen, wo Lawinen künstlich ausgelöst werden. Die Schneedecke muss so hoch sein, dass durch die Explosion normaler Lawinensprengladungen keine Erde oder Steine weggeschleudert werden.

**Übungsgelände?**

**Art. 3 Voraussetzung für das Lawinensprengen mit Waffen und Munition der Armee**

1. Wer mit Waffen der Armee selbständig Lawinen künstlich auslösen will, muss im Besitze sein:
  - a. eines eidgenössischen Sprengausweises mit dem Eintrag LA
  - b. einer von der Armee ausgestellten Berechtigung zur Handhabung der entsprechenden Waffe.
2. Inhaber des LA ohne Berechtigung der Armee für die Handhabung der Waffen müssen für die Handhabung der Waffe eine Person beiziehen, die dazu berechtigt ist.
3. Wer einzig im Besitze einer Berechtigung zur Handhabung der Waffe ist, darf nicht selbständig Lawinen künstlich auslösen. Er muss einen Inhaber des LA beiziehen, welcher dafür verantwortlich ist, dass die Sprengung fachgemäss und sicher geplant und ausgeführt wird. Die Sprengung darf nur unter seiner Aufsicht erfolgen.

Berechtigung umfassend?

**Art 4 Ausbildung und Einsatzbestimmungen für das Lawinensprengen mit Waffen und Munition der Armee**

1. Die Ausbildung zur Handhabung der Waffen und Munition ist Sache der Armee. Sie bescheinigt auch die Berechtigung zur Handhabung.
2. Beim Einsatz gelten bezüglich der Waffen und Munition die Handhabungs- und Sicherheitsvorschriften der Armee sowie allenfalls zusätzliche vertragliche Vereinbarungen zwischen der Armee und dem Waffenmieter.

**2. Abschnitt: Gemeinsame Weisungen für den Einsatz****Art. 5 Sprengpatrouille**

1. Sprengpatrouillen für Einsätze im Gelände setzen sich mindestens aus einem Sprengberechtigten LA (Sprengleiter) und einem Sprenggehilfen zusammen.
2. Alle zur Sprengpatrouille Gehörenden müssen über das Verhalten bei Lawinengefahr und -rettung unterrichtet sein.

Mindestens 2er-Team

**Art. 6 Ausrüstung**

1. Wer an der Sprengung beteiligt ist (Sprengpatrouille und Absperrposten), muss mit einem Funkgerät ausgerüstet und für dessen Bedienung ausgebildet sein.
2. Wer für die Sprengung im Gelände beschäftigt ist, muss zudem mit einem Lawinenschüttelensuchgerät (Kameradensuchgerät), einer Lawinensonde und -schaufel, mit Sanitätsmaterial sowie wenn nötig mit geeigneten Beleuchtungsmitteln ausgerüstet sein.

**Art. 7 Ortskenntnis, Einsatzplatz**

1. Der mit dem Lawinensprengen betraute Sprengleiter muss mit seinem Einsatzgebiet vertraut sein.
2. Der Einsatz von Sprengpatrouillen darf nur mit Zustimmung des verantwortlichen Vorgesetzten des betreffenden Unternehmens erfolgen.

### Art. 8 Sprengladungen

1. Die Sprengladungen müssen auffällig farbig sein. Sie sind so vorzubereiten, dass sie auf der Schneedecke nicht ungewollt abgleiten.
2. Die Lademenge ist der Stabilität der Schneedecke anzupassen, um ungewollte Sekundärlawinen zu vermeiden.
3. Wurfladungen sind mit einer genügend zugfesten Sicherheitsleine zu versehen, mit deren Hilfe sie auf die Schneeoberfläche zurückgezogen oder im Falle des Versagens der Zündung eingeholt werden können. Bei Absenkladungen müssen die Leinen zudem verrottbar sein, wenn sie nach der Detonation nicht zurückgezogen werden können.
4. Ladungen, die aus technischen Gründen nicht mit einer Sicherheitsleine versehen und bei allfälligem Versagen der Zündung nicht zurückgeholt oder an Ort sofort vernichtet werden können sowie Ladungen aus Helikopter, sind zur Vermeidung von Versagern mit einer Doppelzündung (zwei Sicherheitsanzündschnüre mit Sprengkapsel) zu versehen.
5. Anzündmittel, wie Reisszünder, die gegen eine ungewollte Zündungsauslösung nicht gesichert werden können, sind erst unmittelbar vor der Zündung mit der Sicherheitsanzündschnur zu verbinden.

Die Verantwortung liegt beim Sprengleiter!

### Art. 9 Übriggebliebene Lawinensprengladungen

1. Vorbereitete Lawinensprengladungen, die bei einem Einsatz nicht verwendet wurden, sind sofort nach Rückkehr zu entschärfen, d.h. Sprengkapseln/Zünder und Sicherheitsanzündschnüre sind vom Sprengstoff sowie bereits montierte Anzündmittel von den Sicherheitsanzündschnüren zu trennen.
2. Diese Sprengmittel müssen unverzüglich in ein Sprengmittelmagazin zurückgebracht werden.

### Art. 10 Beförderung mit Pistenmaschine

1. Transporte mit Pistenmaschinen für das Lawinensprengen dürfen nur in lawinensicherem Gelände erfolgen.
2. Die eidgenössischen Bestimmungen über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse (SDR) vom 17. April 1985<sup>1</sup> sowie mit der Eisenbahn (RSD) vom 3. Dezember 1996<sup>2</sup> bleiben vorbehalten.

### Art. 11 Sprengsignale

1. Zur Warnung der am Lawinensprengen Beteiligten sind Funkgeräte zu verwenden.
2. Auf akustische Signale kann verzichtet werden, wenn zwischen der Zündmannschaft und den übrigen Betroffenen eine sichere Verbindung besteht und die Sicherheit gewährleistet bleibt (Art. 104 Abs. 5 SprstV).



<sup>1</sup> SR 741.621

<sup>2</sup> SR 742.401.6

**Art. 12 Mindestabstände**

Für das Sprengen mit freien Ladungen gelten folgende Mindestabstände, wenn sich die Luftstosswelle unbehindert ausbreiten kann:

SPRENGSTOFF- MENGE	SICHERHEITSSABSTÄNDE		RISIKOBEREICH	
	Gehör geschützt oder aus Kabine	Gehör ungeschützt	Einsturz leichter Gebäude bis	Schäden an Fenstern bis
100 g	7 m	15 m	9 m	50 m
200 g	9 m	18 m	11 m	65 m
400 g	11 m	23 m	14 m	85 m
1 kg	14 m	30 m	19 m	115 m
2 kg	17 m	35 m	25 m	145 m
4 kg	22 m	45 m	32 m	210 m
8kg	29 m	60 m	40 m	250 m
15 kg	36 m	75 m	50 m	300 m

**Art. 13 Bedienungskennntnis**

1. Wer Lawinensprengungen mit Geräten und Anlagen wie Sprengseilbahnen, Sprengmasten, Ladungsabschussgeräten durchführen will, muss für die Bedienung der Geräte ausgebildet sein.
2. Die Ausbildung hat insbesondere folgendes zu beinhalten:
  - a. Herstellung der Ladungen
  - b. Vorgehensweise beim Aufmunitionieren der Anlage
  - c. Bedienung der ganzen Steuerung
  - d. Wartung der Anlage.
3. Für die Erstausbildung ist die Lieferfirma des Gerätes verantwortlich. Sie darf nur Personen ausbilden, die für das Lawinensprengen (LA) berechtigt sind.

**Art. 14 Blindgänger mit Munition der Armee**

1. Entstehen Blindgänger beim Lawinensprengen mit Waffen der Armee, richtet sich die Meldepflicht sowie die Vernichtung nach den vertraglichen Vereinbarungen und den besonderen Vorschriften der Armee.
2. Blindgänger mit Munition der Armee dürfen nur durch Blindgängervernichtungsspezialisten der Armee gesprengt werden.
3. Das durch Blindgänger gefährdete Gelände ist mit Blindgängerwarntafeln der Armee zu markieren. In begehbarem Gelände ist dieser Raum zu umzäunen.



### 3. Abschnitt: Lawinensprengung mit Sprengseilbahn

#### Art. 15 Lageskizze

Eine Lageskizze mit den Sprengpunkten ist bei der Antriebsstation anzubringen.

#### Art. 16 Gefahrenbereich

1. Es ist ein der Sprengladung entsprechender Gefahrenbereich zu bestimmen für den Fall, dass die Sprengseilbahn nach dem Auslösen des Zündvorganges versagt. In diesem Bereich dürfen sich während den Sprengarbeiten nur die an der Sprengung beteiligten Personen aufhalten.
2. Die Station muss für diesen Fall eine sichere Deckung für die Beteiligten bieten.
3. Bei der Berechnung der Länge der Sicherheitsanzündschnur oder der Zeit für das Schaltgerät ist eine zusätzliche Zeitspanne für den Weg in diese sichere Deckung mitzubersichtigen.
4. Das Unterbrechen des Zündvorganges, wie Abschneiden der Sicherheitsanzündschnur (mind. 20 cm vor Rauch), Durchschneiden der Zünderdrähte, ist in diesem Fall nur gestattet, sofern dies gefahrlos möglich ist.



#### Art. 17 Transport, Absenkung

1. Besteht die Gefahr, dass die Sprengladung beim Transport Hindernisse streift oder sich verhängt, ist sie mit einer Absenkvorrichtung zu befördern.
2. Die Absenkvorrichtung muss so gebaut sein, dass bei Versagen der Zündung die Ladung wieder hochgezogen wird.
3. Zur Befestigung der Sprengladung am Gehänge oder an der Absenkvorrichtung dürfen nur Materialien verwendet werden, die elektrische Aufladungen ausschliessen und bei Reibung keine Funken bilden.

#### Art. 18 Funktionsprobe

1. Vor jeder Benützung ist eine Funktionsprobe vorzunehmen. Diese ist jeweils im Betriebsbuch einzutragen.
2. Wenn Schnee und Eis an Förderseil haftet, ist eine Probefahrt mit Blindlast über die ganze Länge zu machen.
3. Ist keine sichere Funktion gewährleistet, ist das Sprengen mit der Lawinensprengseilbahn verboten.

Test

### 4. Abschnitt: Lawinensprengung aus Personenseilbahn

#### Art. 19 Personentransport

Beim Transport von Sprengmitteln mit Personenseilbahnen dürfen ausser dem notwendigen Bahndienstpersonal nur die an der Sprengung Beteiligten mitfahren. Während der Einsatzzeit dürfen auf der ganzen Strecke keine weiteren Personen transportiert werden.

Keine Gäste

### Art. 20 Lageskizze und Verschiebung der Sprengpunkte

Eine Lageskizze mit den Sprengpunkten ist bei der Antriebsstation anzubringen. Kleinere Verschiebungen der Sprengpunkte durch Schnee- und Witterungsverhältnisse sind von der Kabine aus dem Maschinisten per Funk oder Telefon zu melden.



### Art. 21 Auffanggurt

Bei offener Tür ist ein mit der Kabine fest verbundener Auffanggurt zu tragen.

### Art. 22 Offene Fahrbetriebsmittel

1. Die Sprengladungen sind vor Antritt der Fahrt vorzubereiten und in geschlossenen, widerstandsfähigen Behältern (Art. 91 SprstV) mitzuführen.
2. Verunmöglicht ein solcher Behälter ein sicheres Arbeiten (z.B. Platzmangel), können die Sprengladungen in einem Rucksack mitgeführt werden.
3. Die Sprengladungen sind einzeln und erst nach Erreichen des Sprengpunktes dem Behälter oder Rucksack zu entnehmen und zu zünden.

## 5. Abschnitt: Lawinensprengen aus Helikopter

### Art. 23 Helikoptereinsatz

Der fliegerische Einsatz für das Lawinensprengen ist in den Weisungen des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) geregelt.



### Art. 24 Verbindung

1. Während des Einsatzfluges muss eine sichere Verständigung zwischen allen an Bord anwesenden Personen gewährleistet sein.
2. Zwischen der Besatzung des Helikopters und den Absperrposten ist während des Einsatzfluges Funkverbindung zu halten.



### Art. 25 Bordpersonal

1. Auf Flügen für den Abwurf von Lawinensprengladungen dürfen ausser dem Flugpersonal nur der Sprengleiter und höchstens ein mit den Sprengarbeiten vertrauter Sprenggehilfe befördert werden.
2. Werden die Sprengladungen von Hand abgesenkt, so muss zur sicheren Abwicklung nebst dem Sprengleiter ein Sprenggehilfe an Bord sein.
3. Im Helikopter haben sich die mit der Sprengung betrauten Personen so zu schützen und zu sichern, dass eine sichere Durchführung der Arbeiten gegeben ist.

### Art. 26 Einführung

Lawinensprengungen aus Helikoptern dürfen nur Sprengberechtigte durchführen, die für solche Arbeitsflüge durch den Piloten eingeführt sind.

Schulung

### Art. 27 Vorbereitung und Transport der Lawinensprengladungen

1. Die Lawinensprengladungen sind vor dem Abflug vorzubereiten.
2. Die vorbereiteten Sprengladungen sind in geschlossenen, widerstandsfähigen Behältern mitzuführen, wobei darauf zu achten ist, dass die Sprengkapseln an den Wänden nicht scheuern. Für den Transport müssen diese Behälter am Helikopter befestigt sein.



### Art. 28 Berechnung der Sicherheitsanzündschnur

1. Die Länge der Sicherheitsanzündschnur ergibt sich aus:
  - a. Zeit für den Flug von der ersten bis zur letzten Abwurf- bzw. Absenkstelle einer *Serie*;
  - b. Zeit für das Vorbereiten und Setzen bzw. Absenken der Ladungen;
  - c. Zeit für den Flug in den Warteraum;
  - d. 60 Sekunden Sicherheitszuschlag.
- e. Die Zeiten nach Absatz 1 Buchstaben a und c hat der Sprengleiter mit dem Piloten abzusprechen.
- f. Je Einsatzflug sind alle Sicherheitsanzündschnüre gleich lang.

Pilot bestimmt mit

### Art. 29 Anzünden der Sicherheitsanzündschnur

1. Für das Anzünden der Sicherheitsanzündschnüre dürfen im Helikopter nur Reiss- oder Schlagzünder verwendet werden. Zünder, die gegen eine ungewollte Zündauslösung nicht genügend gesichert werden können, sind nicht zu verwenden.
2. Bei mechanisch abgesenkten Lawinensprengladungen sind die Sicherheitsanzündschnüre mittels hochunempfindlichen elektrischen Brennzündern anzuzünden.

### Art. 30 Einsatzflugplanung

1. Die Einsatzflüge müssen nach den genauen Unterlagen des Einsatzgebietes hinsichtlich der geplanten Abwurf- bzw. Absenkstellen vorgenommen werden. Wenn erforderlich, sind vorher Besichtigungsflüge zu unternehmen.
2. Bei jedem Einsatz ist vor dem ersten Abwurf oder Absenken in Begleitung des Sprengleiters eine Erkundungsrunde zu fliegen, damit dieser gegebenenfalls Personen erkennen kann, die sich in gefährdeten Bereichen aufhalten.
3. Nach dem Abwurf oder dem Absenken ist eine Sicherheitsdistanz von mindestens 500 m aufzusuchen, möglichst gegenüber dem Sprengpunkt erhöht.

Testflug

Kontrolle

### Art. 31 Abwerfen, Absenken der Lawinensprengladung

1. Der Pilot gibt die Anweisung für den Beginn der Absenk- oder Abwurfserie.
2. Die Lawinensprengladungen dürfen nur einzeln und erst kurz vor ihrem Abwurf oder Absenken dem Behälter entnommen und für die Zündung vorbereitet werden.
3. Je Anflug auf eine Abwurf- oder Absenkstelle darf nur eine Sprengladung abgeworfen oder abgesenkt werden. Die Ausführung darf nicht durch den Piloten erfolgen.

Grundsätzliches

4. Sprengladungen dürfen nie im Bogenwurf geworfen werden.
5. Im Rahmen einer Serie dürfen nur so viele Sprengladungen abgeworfen oder abgesenkt werden, wie danach gleichzeitig bezüglich Detonation vom Beobachtungspunkt aus kontrolliert werden können. Nach dem Abwerfen oder Absenken der letzten Sprengladung ist der Wirkungsbereich der Sprengladungen (Sicherheitsdistanz) zu verlassen.
6. Ist eine Serie beendet, so ist unverzüglich eine Position ausserhalb des Gefahrenbereiches (Sicherheitsdistanz) aufzusuchen, von der aus die Besatzung die Detonation der Sprengladungen verfolgen kann. Besteht die Gefahr, dass infolge unvorhergesehener Verzögerungen der Zeitplan einer Serie nicht eingehalten werden kann, so hat der Pilot so zeitgerecht die Anweisung zum Abbruch der Serie zu geben, dass die Sicherheitsdistanz noch rechtzeitig erreicht werden kann.
7. Bei jedem Abwurf oder Absenken einer Sprengladung ist wie folgt vorzugehen:
  - a. Nach Bereitlegen der Sprengladung gibt der Sprengleiter die Zündbereitschaft dem Piloten bekannt,
  - b. Nach Erreichen der vorgesehenen Abwurf- oder Absenkposition erteilt der Pilot die Zündfreigabe,
  - c. Der Sprengleiter zündet die Sicherheitsanzündschnüre der Ladung in der Türöffnung des Helikopters mittels beider Reiss- oder Schlagzünder an, beobachtet die Wirkung, wirft sie ab oder übergibt sie zum Absenken dem Sprenggehilfen und meldet den erfolgten Abwurf bzw. das erfolgte Absenken dem Piloten,
  - d. Sprengladungen mit angezündeten Sicherheitsanzündschnüren sind in jedem Fall abzuwerfen oder abzusenken, auch wenn die Wirksamkeit des Anzündens nicht einwandfrei erkennbar ist.
  - e. Beim Absenken von Hand übernimmt der beauftragte Sprenggehilfe die Sprengladung, lässt diese an der Halteleine durch die Hand angemessen rasch und möglichst ruhig, lotrecht nach unten gleiten und wirft nach dem Aufsetzen der abgesenkten Ladung die Halteleine ab,
  - f. Beim mechanischen Absenken sind die Sicherheitsanzündschnüre frühestens gleichzeitig mit dem Ausklinken der Ladung von der Absenkvorrichtung anzuzünden,
  - g. Der Pilot überwacht mittels Stoppuhr den erfolgten Abwurf bzw. das erfolgte Absenken der ersten Sprengladung einer Serie und den zeitmässig richtigen Ablauf der weiteren Ladungsabwürfe oder -absenkungen innerhalb der Serie bis zum zeitgerechten Erreichen des Beobachtungspunktes (Sicherheitsdistanz).
8. Die Vorgänge nach Absatz 7 Buchstaben a - e wiederholen sich bei jedem Abwurf oder Absenken. Alle flugtechnischen Entscheidungen sind dabei dem Piloten vorbehalten.



Vorgehen

## 6. Abschnitt: Schlussbestimmungen

### Art. 32 Aufhebung bisherigen Rechts

Die Weisungen des Bundesamtes für Industrie Gewerbe und Arbeit (BIGA) an alle Organisatoren von Kursen und Prüfungen für den Sprengausweis zur künstlichen Auslösung von Lawinen (Lawinensprengung) über die Ausbildung für Lawinensprengarbeiten und die Durchführung von Prüfungen vom 1. November 1987 werden aufgehoben.

**Anhang 1**

(Art. 1)

**Merkblatt für die Beurteilung der gesundheitlichen Eignung zur Ausbildung für das Lawinensprengen**

1. Die Tätigkeit von Personen, die zur künstlichen Auslösung von Lawinen eingesetzt werden, erfordert eine Überdurchschnittlich gute Gesundheit und körperliche Fitness.
2. Nicht geeignet für diese Beschäftigung sind insbesondere Personen mit:
  - a. Manifeste Herzinsuffizienz (Atemnot, Blauwerden der Schleimhäute, Oedeme)
  - b. Zustand nach Herzinfarkt
  - c. Angina pectoris
  - d. Zu hohen Blutdruckwerten (systolisch andauernd über 160, diastolisch über 100)
  - e. Erheblichen Durchblutungsstörungen (M. Raynaud etc.)
  - f. Deutlicher Einschränkung der Atemfunktionen (z.B. FVC unter 70% des Sollwertes)
  - g. Zustand nach bzw. Neigung zu Lungenödem (Höhenödem)
  - h. Ueberempfindlichkeit gegenüber Kälte
  - i. Rheumatischen Krankheiten (speziell, wenn verbunden mit Bewegungseinschränkungen)
  - j. Neigung zu Schwindel oder Ohnmächtigkeit
  - k. Epilepsie
  - l. Sehr starker neurovegetativer bzw. neuropsychischer Labilität
  - m. Diabetes (event. mit Ausnahme sehr leichter, stabilisierter Fälle)
  - n. Übrigen Krankheiten, die eine besondere Schonung erfordern
  - o. Erheblicher Einschränkung des Sehvermögens
  - p. Erheblicher Gehöreinbusse.
3. Eine ärztliche Abklärung der Eignung ist empfehlenswert und im Zweifelsfalle unumgänglich.

Bundesamt für Industrie, Gewerbe und Arbeit, Arbeitsärztlicher Dienst  
(heute SECO, Arbeit und Gesundheit)

Oktober 1987