

LAWINENUNFÄLLE IN DEN SCHWEIZER ALPEN - EINE STATISTISCHE ZUSAMMENSTELLUNG MIT DEN SCHWERPUNKTEN VERSCHÜTTUNG, RETTUNGSMETHODEN UND RETTUNGSGERÄTE

Frank Tschirky *, Bernhard Brabec und Martin Kern
Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, CH-7260 Davos Dorf, Schweiz

ZUSAMMENFASSUNG: Die vorliegende Studie gibt einen Überblick über die Lawinenunfall-Statistik in der Schweiz und untersucht den Einfluss von Lawinenverschütteten-Suchgeräten (LVS) und des Lawinen-Airbags auf die Überlebenschance von Personen, welche im freien Gelände durch Lawinen verschüttet worden waren. Die Arbeit basiert auf Zahlen, die durch das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) in den Jahren 1937 – 1999 gesammelt und bearbeitet worden sind. In diesem Zeitraum sind in der Schweiz 1592 Personen in Lawinen ums Leben gekommen. Näher studiert wurde der Zeitraum von 1980 – 1999. Auf Grund dieser Untersuchungen kann gesagt werden, dass die Letalität bei allen von Lawinen erfassten Personen weniger als 13% beträgt. Bei Ganzverschüttungen hingegen beträgt die Letalität rund 50%. Die besten Überlebenschancen haben Personen, welche nicht ganz verschüttet sind oder bei welchen zumindest ein Ausrüstungs- oder Körperteil an der Lawinenoberfläche sichtbar ist. Während die mediane Verschüttungszeit der Überlebenden rund 11 Minuten betrug, war sie bei den tot geborgenen Personen mit 120 Minuten markant höher. Aus diesen Gründen ist eine Reduktion der Verschüttungszeit durch eine schnelle LVS-Suche oder, noch besser, das Verhindern einer Verschüttung durch den Einsatz eines Lawinen-Airbags anzustreben, wenn man die Überlebenschance von Lawinenofern erhöhen will. Die Zahlen der vorliegenden Studie bestätigen diese Botschaft.

KEYWORDS: Lawinenunfall, Lawinenunfall-Statistik, Lawinenverschütteten-Suchgerät (LVS), Lawinenballon, Lawinen-Airbag (ABS)

1. EINLEITUNG

Das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) sammelt und bearbeitet seit dem Winter 1936/37 alle Daten von Lawinenunfällen in der Schweiz. Die Informationen aller tödlich verlaufenen Lawinenunfälle sind praktisch lückenlos vorhanden. Dank verbesserter Informationsnetze und Technologien konnten in den vergangenen 2 bis 3 Jahrzehnten auch viele glimpflich verlaufene Unfälle in die Statistiken aufgenommen werden. Die Unfallberichte und Statistiken werden jeweils in den jährlichen Winterberichten des SLF veröffentlicht.

In der vorliegenden Arbeit standen nicht lawinenspezifische Fragen im Vordergrund (Schweizer et al., 2000). Ziel der Arbeit war es vielmehr, eine Bestandesaufnahme von Daten über Verschüttungen und Rettungsmethoden zu machen und somit Grundlagen für die Entwicklung von Rettungs-Strategien zu vermitteln.

Das Zahlenmaterial des SLF wurde schon verschiedentlich auch für externe Untersuchungen verwendet (Brugger et al., 1997 und 1997, Falk et al., 1994, Weymann, 1999).

Im Abschnitt 2 wurde studiert, ob in den vergangenen 63 Jahren Veränderungen beim Erfassungsort, resp. bei der Tätigkeit der in Lawinen tödlich verunfallten Personen festzustellen sind.

Ab dem Abschnitt 3 wurden die Zahlen der vergangenen 20 Jahre unter die Lupe genommen. Verbessertes Datenmaterial und ein verändertes Freizeitverhalten von Wintersportlern waren Gründe, sich auf die unmittelbare Vergangenheit zu konzentrieren. Unter Einbezug von Dunkelziffern werden erstmals Aussagen über die Letalität aller von Lawinen erfassten Personen gemacht.

Im Abschnitt 4 fokussieren sich die Untersuchungen auf ganzverschüttete Touristen im freien Gelände. Dabei wurde die Verteilung von Verschüttungstiefen und Verschüttungsdauer untersucht.

Im Abschnitt 5 wird die Bilanz des LVS mit den Zahlen der übrigen Suchmittel verglichen. Im Mittelpunkt stand dabei die Frage, ob sich die Überlebenschance ganzverschütteter Lawinenofer dank des LVS verbessert hat und ob in den letzten Jahren Trends festzustellen sind.

* *Korrespondenzadresse:* Frank Tschirky,
Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung,
Flüelastrasse 11, CH- 7260 Davos Dorf, Schweiz;
Tel.: +41-81-4170125; Fax: +41-81-4170110;
email: tschirky@slf.ch

Im Abschnitt 6 werden die Wirkungsweise und die Erfahrungen mit dem ABS Lawinen-Airbag beschrieben. Die Statistik der bekannten Lawinenunfälle mit dem ABS-System basiert auf Daten, welche weltweit gesammelt wurden.

Nach den Schlussfolgerungen (Abschnitt 7) und einer Literaturliste (Abschnitt 9) gibt ein Glossar (Abschnitt 10) Auskunft über die verwendeten Begriffe und Abkürzungen.

2. LAWINENTOTE 1937 - 1999 (63 JAHRE)

Für die Jahresangaben ist das nivologische Jahr massgebend.

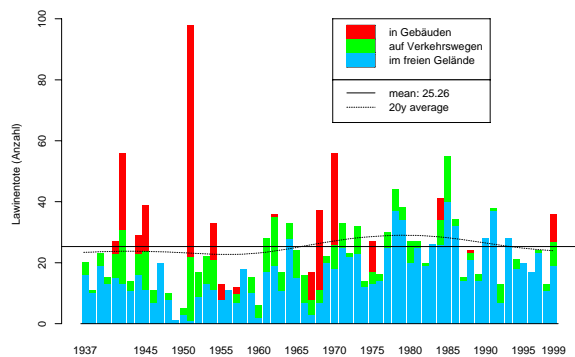


Abb.1: Erfassungsort der Lawinentoten in der Schweiz 1937 - 1999. In den Balken ist die Anzahl der Toten pro Jahr in den verschiedenen Kategorien dargestellt. Die horizontale, durchgezogene Gerade (mean) bezeichnet den Mittelwert über den gesamten Zeitraum. Die gestrichelte Linie (20y average) bezeichnet das gleitende, 20-jährige Mittel. Dies gilt auch für die Abbildungen 2 - 7.

Ort	Tote total	Prozent	Mittel
Freies Gelände	1048	66%	16.6
Verkehrswege	306	19%	4.8
Gebäude	238	15%	3.8
Total	1592	100%	25.2

Von 1937 bis 1999 sind in der Schweiz 1592 Personen in Lawinen ums Leben gekommen (Abb. 1). Das Mittel der Lawinentoten über 63 Jahre beträgt 25 Tote, das Mittel über 20 Jahre (1980 – 1999) beträgt 26 Tote pro Jahr, wobei sich in den letzten Jahren ein leicht rückläufiger Trend feststellen lässt. Charakteristisch sind die grossen Unterschiede bei den Todesopfern pro Jahr während der ersten 30 Jahre und die Verlagerung aus den Bereichen „Gebäude“ und „Verkehrswege“ in die Kategorie „Freies Gelände“ in der zweiten Hälfte des untersuchten Zeitraums.

2.1 Freies Gelände

Zwischen 1937 und 1999 sind im freien Gelände pro Jahr durchschnittlich rund 16 Personen in Lawinen gestorben (Abb. 2). Auffallend sind die grossen jährlichen Schwankungen und das konstant hohe Niveau in den 80-er Jahren. Von 1980 bis 1999 betrug das Mittel rund 22 Tote. In den letzten Jahren ist in dieser Kategorie jedoch ein Rückgang der Lawinentoten festzustellen.

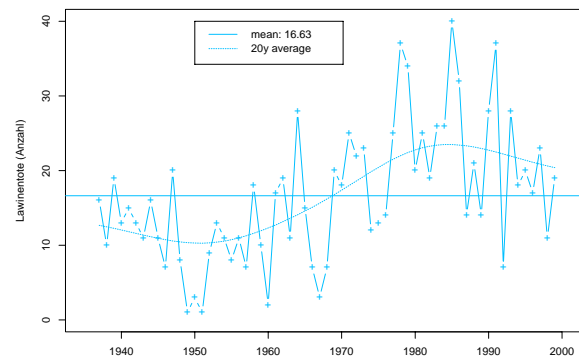


Abb. 2: Entwicklung der Anzahl Lawinentote im freien Gelände 1937 - 1999.

Während zwischen 1970 und 1985 ein konstanter Anstieg des prozentualen Anteils der Lawinentoten im freien Gelände festzustellen war, lässt sich in den 90er-Jahren eine Stabilisierung feststellen (Abb. 3). Der Anteil der Toten in dieser Kategorie war in den vergangenen 63 Jahren starken Schwankungen unterworfen. Bis Mitte der 70-er Jahre war der Anteil an der Gesamtzahl der Lawinentoten zum Teil deutlich unter 70%. In den letzten 20 Jahren betrug er aber 85%.

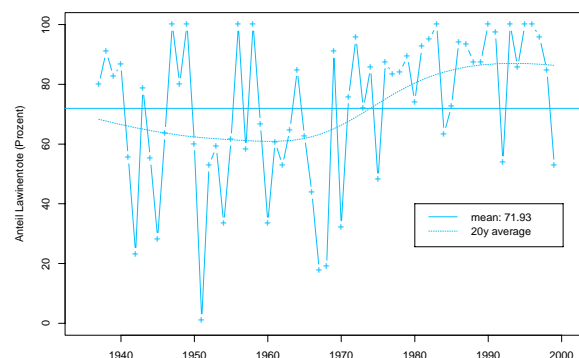


Abb. 3: Anteil der Lawinentoten im freien Gelände im Verhältnis zur Gesamtzahl der Lawinentoten 1937 - 1999.

2.2 Verkehrswege

Auf Verkehrswege sind zwischen 1937 und 1999 pro Jahr durchschnittlich knapp 5 Personen in Lawinen gestorben (Abb. 4). Seit Ende der 60-er Jahre ist ein signifikanter rückläufiger Trend festzustellen. Zwischen 1980 und 1999 betrug der Durchschnitt der Lawinentoten auf Verkehrswege pro Jahr noch rund 3 Personen.

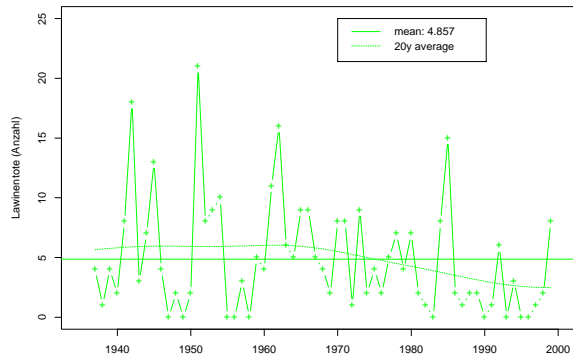


Abb. 4: Entwicklung der Anzahl Lawinentote auf Verkehrswege 1937 - 1999.

Auch der prozentuale Anteil der Lawinentoten auf Verkehrswege ist signifikant rückläufig (Abb. 5). Über 63 Jahre betrug dieser Anteil rund 19%. Im Zeitraum von 1980 bis 1999 betrug er jedoch nur noch rund 12%.

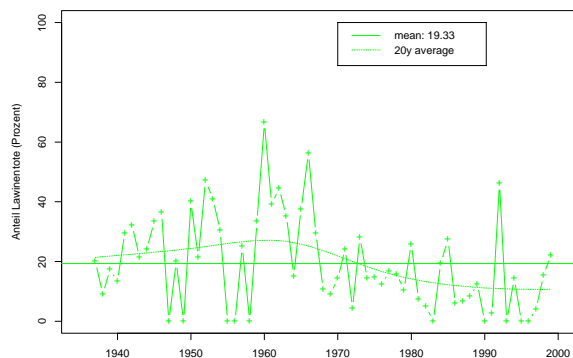


Abb. 5: Anteil der Lawinentoten auf Verkehrswege im Verhältnis zur Gesamtzahl der Lawinentoten 1937 - 1999.

2.3 Gebäude

Zwischen 1937 und 1999 sind in Gebäuden pro Jahr durchschnittlich knapp 4 Personen in Lawinen ums Leben gekommen (Abb. 6). Auffallend ist die Konzentration von Grossereignissen

auf die erste Hälfte des untersuchten Zeitraums. Zwischen 1980 und 1999 starb pro Jahr durchschnittlich nur noch rund eine Person. Der Rückgang seit Ende der 60-er Jahre ist signifikant. Auf den Zusammenhang zwischen der Entwicklung des Lawinenverbau und dem Rückgang der Lawinentoten in Gebäuden ist bereits in früheren Studien hingewiesen worden (Schneebeil et al., 1998, SLF, 2000).

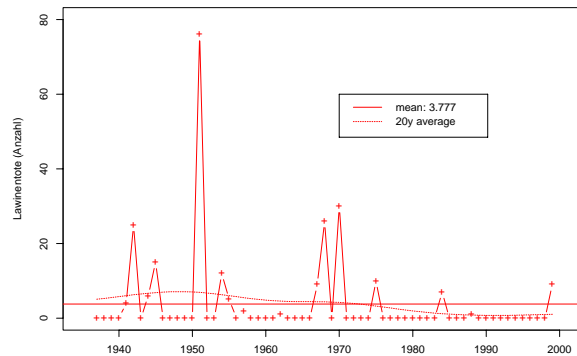


Abb. 6: Entwicklung der Anzahl Lawinentote in Gebäuden 1937 - 1999.

Auch in dieser Kategorie ist der prozentuale Anteil der Lawinentoten rückläufig (Abb. 7). Über 63 Jahre betrug er rund 9%. Von 1980 bis 1999 betrug er jedoch nur noch rund 3%.

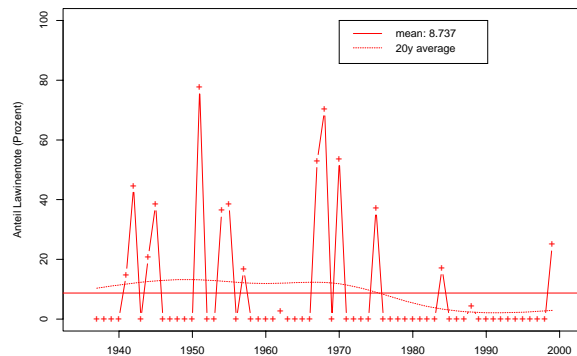


Abb. 7: Anteil der Lawinentoten in Gebäuden im Verhältnis zur Gesamtzahl der Lawinentoten 1937 - 1999.

3. LAWINENUNFÄLLE 1980 - 1999 (20 JAHRE)

3.1 Von Lawinen erfasste Personen

In den vergangenen 20 Jahren sind in der Schweiz bei insgesamt 894 Lawinenunfällen 2301 Personen von Lawinen erfasst worden (Abb. 8).

523 Personen (23%) waren tot, 1778 Personen (77%) haben überlebt. Die Zunahme der Gesamtzahl in der zweiten Hälfte der 90-er-Jahre hängt wahrscheinlich auch damit zusammen, dass uns in den letzten Jahren mehr, auch glimpflich verlaufene Lawinenunfälle mit Nicht- oder nur Teilverschüttungen gemeldet worden sind, und dass auch diese Fälle konsequent registriert wurden.

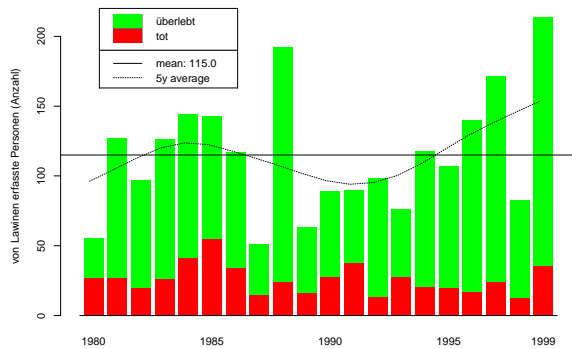


Abb. 8: Entwicklung der Anzahl der erfassten Personen 1980 - 1999. In den Balken ist die Anzahl der betroffenen Personen pro Jahr dargestellt. Die horizontale, durchgezogene Gerade (mean) bezeichnet den Mittelwert über den gesamten Zeitraum. Die gestrichelte Linie (5y average) bezeichnet das gleitende, 5-jährige Mittel. Dies gilt auch für die folgenden Abbildungen.

Auch der Rückgang der Letalität aller von Lawinen erfassten Personen ist teilweise durch die grössere Datenmenge erklärbar (Abb. 9). Während die Letalität aller erfassten Personen im Mittel der vergangenen 20 Jahre bei rund 25% lag, sank sie in den 90-er Jahren deutlich unter 20% ab. Diese Zahlen berücksichtigen die im folgenden Abschnitt genannten Dunkelziffern nicht.

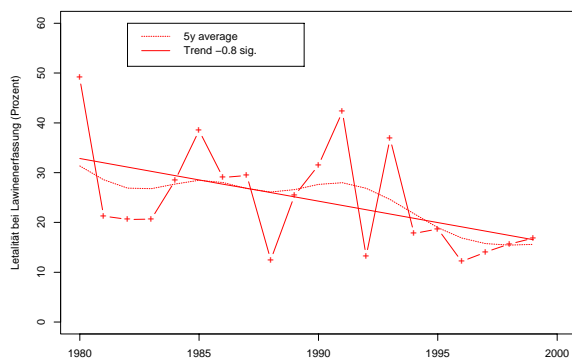


Abb. 9: Entwicklung der Letalität aller erfassten Personen 1980 - 1999. Die schräge durchgezogene Linie zeigt den linearen Trend für den gesamten Zeitraum.

3.2 Verschüttungsfolgen

1429 Personen (62%) waren nicht oder nur teilweise verschüttet, 872 (38%) Personen waren ganz verschüttet (Abb. 10). Wir gehen davon aus, dass wir von etwa 90 Prozent aller Unfälle mit Ganzverschüttungen ohne Todes- oder Verletzungsfolgen Kenntnis haben. Hingegen ist die Anzahl der nicht bekannten Lawinenunfälle, bei welchen Personen mitgerissen aber nur teilweise oder nicht verschüttet worden und unverletzt geblieben sind wahrscheinlich mindestens gleich hoch, wie die Zahl der uns bekannten Fälle. Die Dunkelziffern beruhen auf einer groben Abschätzung der Unfallzahlen der Region Davos (sehr gut dokumentiert) verglichen mit den Zahlen der übrigen Schweiz. Somit kann man die These aufstellen, dass rund 75% aller von Lawinen erfassten Personen nicht oder teilverschüttet, und rund 25% ganz verschüttet werden.

Von den 1429 nicht oder nur teilweise verschütteten Personen waren 62 (4%) tot, 1367 (96%) haben überlebt. Unter Einbezug der Dunkelziffer kann gesagt werden, dass die Überlebenschance bei allen nicht oder nur teilweise verschütteten Personen mindestens 97% beträgt.

Von den 872 ganz verschütteten Personen waren 461 (53%) tot, 411 (47%) haben überlebt. Auch unter Einbezug einer Dunkelziffer von rund 10% von nicht bekannten, ganz verschütteten und überlebenden Personen beträgt die Überlebenschance im Falle einer Ganzverschüttung nur etwa 50%.

Somit lautet die These: „Die Letalität bei allen von Lawinen erfassten Personen schätzen wir auf höchstens 13%, die Letalität im Falle einer Ganzverschüttung beträgt rund 50%.“

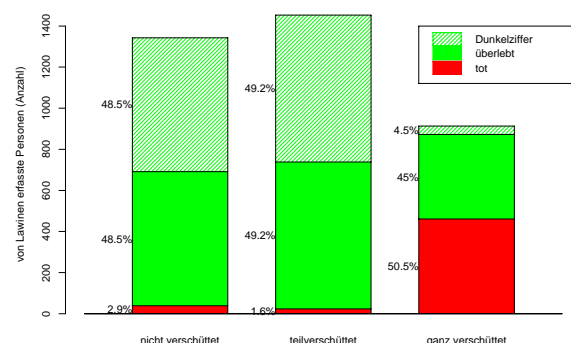


Abb. 10: Verschüttungsfolgen bei allen erfassten Personen inkl. Dunkelziffern 1980 - 1999.

3.3 Erfassungsort Ganzverschüttete

Zwischen 1980 und 1999 sind 872 Personen durch Lawinen ganz verschüttet worden. Davon waren 408 Skitourenfahrer. Dies entspricht fast der Hälfte aller Ganzverschütteten (Abb. 11). An zweiter Stelle folgt mit 200 Personen die Gruppe der Varianten-Skifahrer. 83 Bergsteiger oder Wanderer wurden in diesem Zeitraum ganz verschüttet. Immerhin 69 Personen befanden sich auf geöffneten Verkehrswegen (Strassen, Skipisten etc.), als sie durch Lawinen ganz verschüttet wurden. Die Gruppe der ganz verschütteten Varianten-Snowboarder ist mit 38 Personen noch klein. Davon entfallen allerdings 26 Snowboarder auf die letzten 4 der erfassten Jahre (1996 – 1999). In den übrigen Gruppen waren es 37 Personen in der Kategorie „Unterhaltsarbeiten von Verkehrswegen“, 23 Personen in der Kategorie „Gebäude“ und 14 Personen in der Kategorie „gesperrte Verkehrswege“.

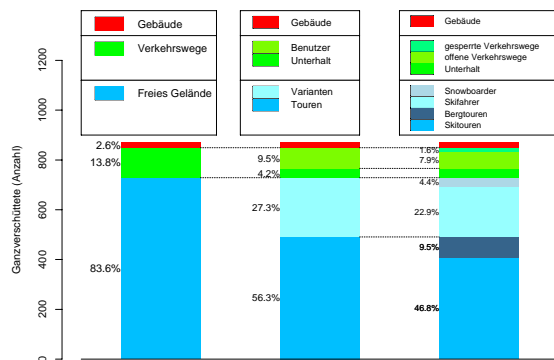


Abb. 11: Erfassungsort bei allen ganzverschütteten Personen 1980 -1999. Die Darstellung der Kategorien ist von links nach rechts zunehmend detaillierter.

3.4 Letalität Ganzverschüttete

Aufgeteilt in verschiedene Kategorien des Erfassungsortes, resp. der Tätigkeit von ganzverschütteten Personen zeigen sich grosse Unterschiede bei der Letalität (Abb. 12). Im Variantenbereich und auf Verkehrswegen liegt die Letalität ganzverschütteter Personen teilweise deutlich unter 50%. Im Bereich von Ski- und Bergtouren liegt die Letalität bei rund 56%.

Die gegenüber dem Variantenbereich (47%) um fast 10% höhere Letalität ist durch verschiedene Faktoren erklärbar. Im Tourenbereich sind die Alarmierungszeiten in der Regel länger, bei Bergsteigern bestehen im alpinen Gelände grosse Verletzungsgefahren durch Abstürze, bei

Lawinen, welche im Aufstieg in unteren Hangbereichen ausgelöst werden, besteht eine höhere Gefahr von grösseren Verschüttungstiefen, als bei Lawinen, welche bei der Abfahrt in der Anrisszone ausgelöst werden.

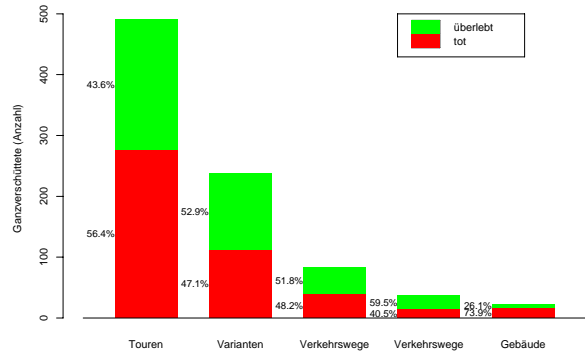


Abb. 12: Vergleiche der Letalität von Ganzverschütteten aufgeteilt nach Erfassungsort 1980 - 1999.

Am schlechtesten sind die Überlebenschancen bei Personen, welche in Gebäuden von Lawinen erfasst werden. Die Letalität beträgt bei diesen Personen rund 74%. Dies ist mit der Grösse und mit der Gewalt von Katastrophenlawinen erklärbar.

3.5 Todesursachen

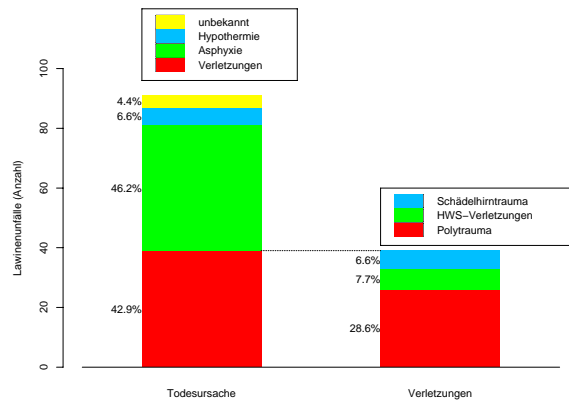


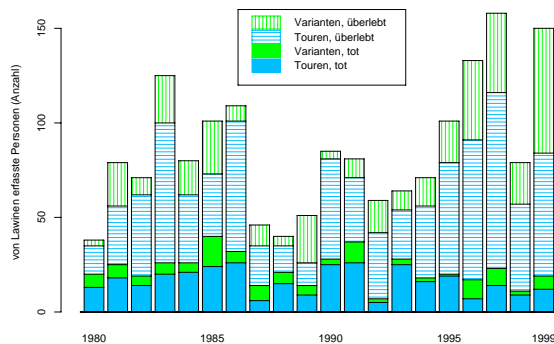
Abb. 13: Todesursachen aller erfassten und verstorbenen Personen 1991 - 1996.

Eine Dissertation eines Mediziners (Weymann, 1999), in welcher unter anderem die Todesursachen und Verletzungsmuster aller Lawinopfer in der Schweiz von 1991 bis 1996 untersucht worden sind, zeigt, dass von insgesamt 91 Lawinentoten nur 42 Personen (46%) an Asphyxie und nur 6 Personen (7%) an Hypothermie gestor-

ben sind (Abb. 13). Insgesamt 39 Personen (43%) jedoch sind an mechanischen Verletzungen gestorben. Davon fielen 26 Todesursachen (29%) auf ein Polytrauma, 7 Todesfälle (8%) auf HWS-Verletzungen und 6 Fälle (7%) auf ein Schädelhirntrauma. In 4 Fällen (4%) konnte die Todesursache nicht klar festgestellt werden. Anzumerken ist, dass 22 der traumatologischen Todesfälle auf Ganzverschüttungen und 17 Fälle auf Teil- oder Nichtverschüttungen fielen.

3.6 Erfasste Personen im freien Gelände

Abb. 14: Kategorien der erfassten Personen im freien Gelände 1980 - 1999.



Auf die Verlagerung des Unfallgeschehens in den vergangenen 20 Jahren in die Kategorie „Freies Gelände“ ist bereits im Abschnitt 2 hingewiesen worden. Innerhalb dieser Kategorie zeichnet sich seit dem Winter 1995/96 zusätzlich eine Verschiebung vom Tourenbereich in den Variantenbereich ab. Während im langjährigen Mittel der Toten im freien Gelände 28% auf den Variantenbereich und 72% auf den Tourenbereich fielen, waren es in den vergangenen 4 Jahren 40% (28 Tote) im Varianten- und 60% (42 Tote) im Tourenbereich (Abb. 14 und 15). Langfristige Trends lassen sich hingegen noch nicht feststellen. Bei den 28 Toten im Variantenbereich waren nur 8 tote Snowboarder. Die Zunahme der Anzahl von überlebenden Personen in der zweiten Hälfte der 90-er Jahre ist zum Teil mit der grösseren Anzahl von bekanntgewordenen und glimpflich verlaufenen Lawinenunfällen (vor allem Nicht- oder Teilverschüttungen) erklärbar.

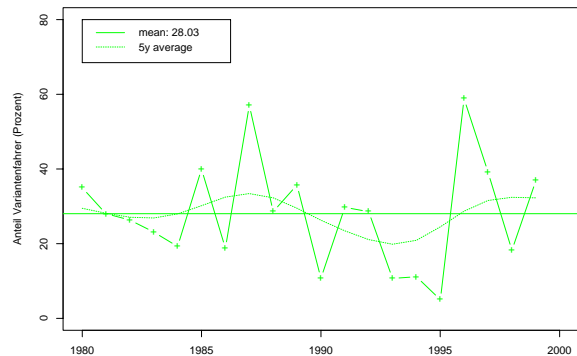


Abb. 15: Lawinentote im Variantenbereich im Verhältnis zu den Lawinentoten im Tourenbereich 1980 - 1999.

3.6 Anzahl Tote pro Unfall im freien Gelände

Durchschnittlich passieren 11 Lawinenunfälle pro Jahr mit einem Todesopfer, 2.5 Fälle pro Jahr mit je 2 Todesopfern sowie 0.7 Fälle mit 3 Todesopfern (Abb 16). Alle 2 ½ Jahre muss ein Unfall mit 4 Todesopfern und alle 5 Jahre ein Unfall mit 5 Todesopfern erwartet werden. In den letzten 20 Jahren haben sich im freien Gelände 3 Unfälle mit je 6 Todesopfern und 2 Unfälle mit je 7 Todesopfern ereignet.

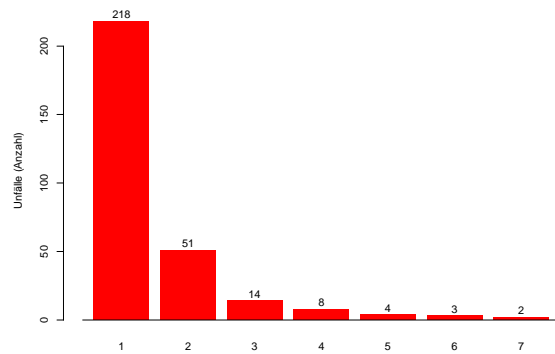


Abb. 16: Anzahl der Toten pro Lawinenunfall im freien Gelände 1980 - 1999.

4. GANZVERSCHÜTTUNGEN IM FREIEN GELÄNDE 1980 - 1999 (20 JAHRE)

Dabei wurden die Daten von insgesamt 729 ganzverschütteten Personen analysiert. Von diesen 729 Personen waren 389 Personen (53%) tot, 340 (47%) haben überlebt. Die Gesamtzahl der Ganzverschütteten ist ab Mitte der 80-er Jahren mehr oder weniger stabil geblieben. Die Anzahl der Toten jedoch ist zurückgegangen. In den letzten 4 Jahren hat die Letalität bei Ganzverschüttungen signifikant abgenommen (siehe Abb. 17). Auf die Gründe (Erfolge Rettungsmittel), welche zu dieser erfreulichen Entwicklung beigetragen haben, wird im Abschnitt 5 eingegangen. Die grössere Anzahl von Daten in den vergangenen Jahren konzentriert sich vor allem auf die Kategorie der Nicht- und Teilverschütteten. Die Daten von Ganzverschüttungen wurden schon immer statistisch möglichst vollständig erfasst.

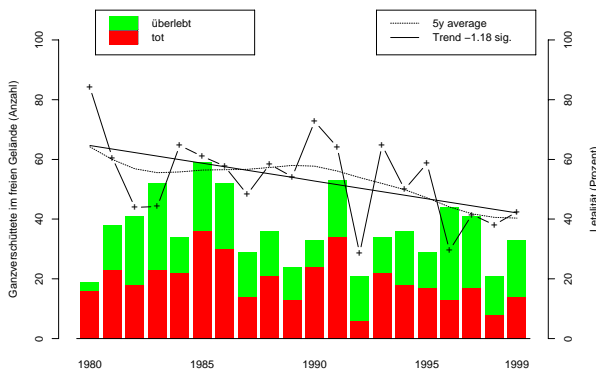


Abb. 17: Entwicklung der Letalität von Ganzverschütteten im freien Gelände 1980 - 1999. Die linke Skala (Anzahl) bezieht sich auf die Balken, die rechte Skala (Prozent) auf die Linien (mediane Letalität pro Jahr, gleitendes 5-jähriges Mittel und Trend).

4.1 Verteilung der Verschüttungstiefen und der Verschüttungsdauer

Die mediane Verschüttungstiefe aller 729 Personen beträgt 70 cm (Abb. 18). Wenn man die Gruppe der Personen, welche durch sichtbare Teile aufgefunden worden sind oder sich selber befreien konnten (geringe Verschüttungstiefen) nicht berücksichtigt, beträgt die mediane Verschüttungstiefe 100 cm. Die mediane Verschüttungstiefe aller überlebenden Ganzverschütteten beträgt 50 cm. Das entspricht der Hälfte des medianen Wertes von 100 cm bei den verstorbenen Ganzverschütteten. Von den überlebenden Ganzverschütteten waren 75% weniger als 80 cm tief verschüttet.

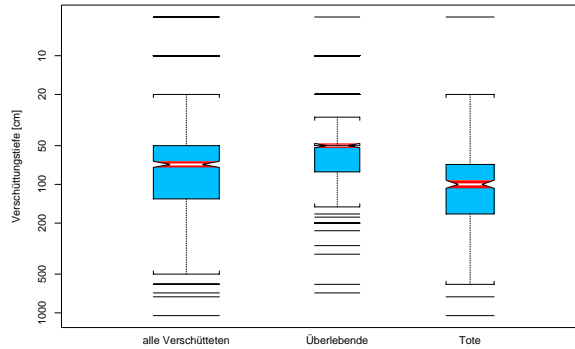


Abb. 18: Verschüttungstiefen von Ganzverschütteten im freien Gelände 1980 - 1999. In den sogenannten Box-plots wird die Verteilung einer Variable durch mehrere Quantile der Verteilung dargestellt. Das untere Ende entspricht dem 25%-Quantil, das obere Ende dem 75%-Quantil. Die Linie innerhalb der Box zeigt den Median (50%-Quantil). Die Einkerbungen um den Median sind ein 95%-Konfidenzintervall für den Median.

Die mediane Verschüttungsdauer aller 729 Personen beträgt 40 Minuten (Abb. 19). Wenn man bei der Verschüttungsdauer ebenfalls die Gruppen „sichtbare Teile“ und „selbst befreit“ ausschliesst, erhält man eine mediane Verschüttungsdauer von 60 Minuten. Schliesst man zusätzlich die Kategorie „Rufen“ aus, beträgt die mediane Verschüttungsdauer der restlichen Ganzverschütteten 70 Minuten. Die mediane Verschüttungsdauer aller überlebenden Ganzverschütteten ist mit 11 Minuten signifikant tiefer als der mediane Wert von 120 Minuten bei den verstorbenen Ganzverschütteten. Von den überlebenden Personen waren 75% weniger als 30 Minuten lang verschüttet. Diese Ergebnisse stimmen gut mit denen früherer Publikationen überein (Falk et al., 1994, Brugger et al., 1997).

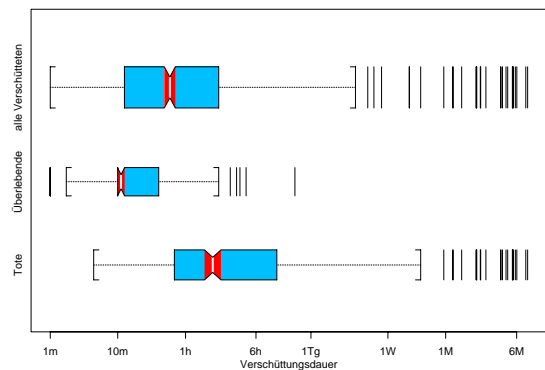


Abb. 19: Verschüttungsdauer von Ganzverschütteten im freien Gelände 1980 - 1999. Legende siehe Abb. 18.

Die längste Verschüttungsdauer, welche im untersuchten Zeitraum im freien Gelände überlebt wurde, beträgt 16 Stunden. Ein Bergwanderer wurde am 17. März 1987 im St. Galler Oberland von einer Lawine erfasst und überlebte eine 16stündige Verschüttung mit leichten Verletzungen.

4.2 Rettung/Bergung

Von den 729 im freien Gelände ganzverschütteten Personen konnten sich 44 Personen (6%) selbst befreien. 328 Personen (45%) wurden durch Kameraden, 357 Personen (49%) durch Rettungsmannschaften geborgen (Abb. 20). Von den 328 durch Kameraden geborgenen Personen haben 232 Personen (71%) überlebt, 96 Personen (29%) waren tot. Bei den durch Rettungsmannschaften geborgenen Personen hingegen waren 293 Personen (82%) tot und nur 64 Personen (18%) haben überlebt.

Somit ist die Überlebenschance bei der Kameradenhilfe rund viermal grösser als bei organisierten Rettungen.

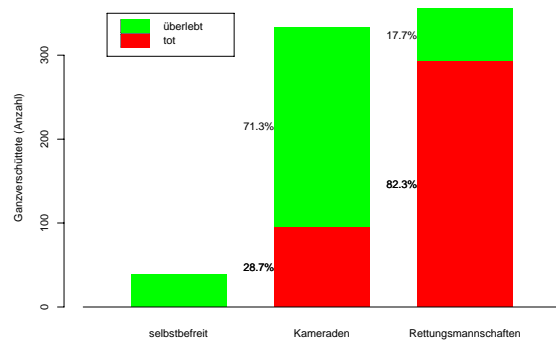


Abb. 20: Rettung/Bergung von Ganzverschütteten im freien Gelände 1980 - 1999.

5. BILANZ DES LVS VERGlichen MIT DEN ÜBRIGEN SUCHMITTELN

5.1 Suchmittel Kameradenhilfe

Bei der Kameradenhilfe wurden Ganzverschüttete mit folgenden Suchmitteln gefunden:

Suchmittel	Total	überlebt	tot
Sichtbare Teile	149	125	24
VS-Geräte	138	70	68
Rufen	23	23	-
Sondieren	14	10	4
Beobachten	9	9	-
Total	333	237	96

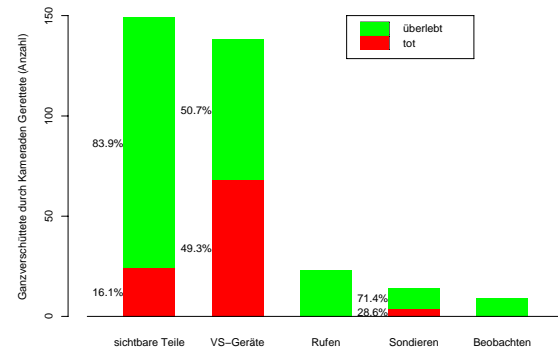


Abb. 21: Suchmittel Kameradenhilfe bei Ganzverschütteten im freien Gelände 1980 - 1999.

Am meisten Ganzverschüttete sind durch sichtbare Körperteile oder Gegenstände gefunden worden, dicht gefolgt von den durch VS-Geräte aufgefundenen Personen (Abb. 21). Während die Überlebenschancen in der Kategorie „sichtbare Teile“ mit 85% sehr hoch sind, fallen diese bei den VS-Geräten mit 51% eher ernüchternd aus. Dieser Umstand ist bereits in früheren Studien festgestellt worden (Brugger et al., 1997). Das Überleben von Ganzverschütteten hängt primär von den Verschüttungszeiten ab. Die mediane Verschüttungszeit aller von Kameraden durch sichtbare Teile geborgenen, ganz verschütteten Personen beträgt 10 Minuten, bei der LVS-Bergung beträgt die mediane Verschüttungszeit jedoch 20 Minuten. Wenn die Überlebenschancen von durch Kameraden mit VS-Geräten georteten Personen markant verbessert werden soll, muss die gesamte Zeit vom Moment der Verschüttung bis zur Bergung (Organisation, Suche, Ortung, Lokalisierung, Ausgraben) deutlich verkürzt werden.

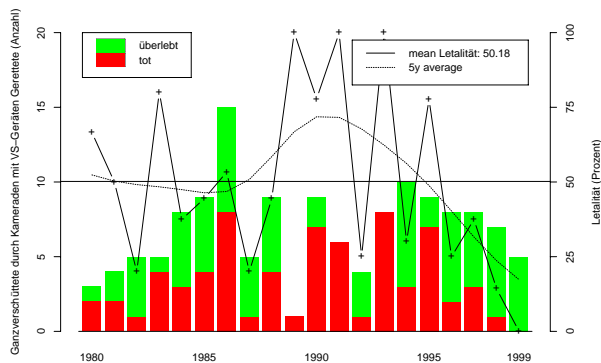


Abb. 22: Bilanz des LVS bei der Ortung von Ganzverschütteten im freien Gelände durch Kameraden 1980 - 1999. Die Darstellung (Skalen) entspricht der Abb. 17.

Die Überlebenschancen (51%) von den mit VS-Geräten geborgenen Verschütteten ist deutlich kleiner als die Überlebenschance (71%) bei der Gesamtheit aller durch Kameraden geborgene Ganzverschütteten. Dies ist mit der grossen Anzahl Überlebenden der durch sichtbare Teile aufgefundenen Personen erklärbar. In den letzten 5 Jahren war die Erfolgsbilanz des LVS jedoch bedeutend besser (Abb. 22). Die Wahrscheinlichkeit, von Kameraden mittels LVS lebend geborgen zu werden, ist von knapp unter 30% auf 75% angestiegen.

Während die mediane Verschüttungszeit aller mittels LVS durch Kameraden geborgene Personen, wie bereits erwähnt, 20 Minuten beträgt, liegt der Wert bei den lebend Geborgenen bei 15 Minuten und bei den tot Geborgenen bei 35 Minuten. Als Vergleich: Die mediane Verschüttungszeit aller mittels sichtbarer Teile durch Kameraden geborgene Personen beträgt 10 Minuten.

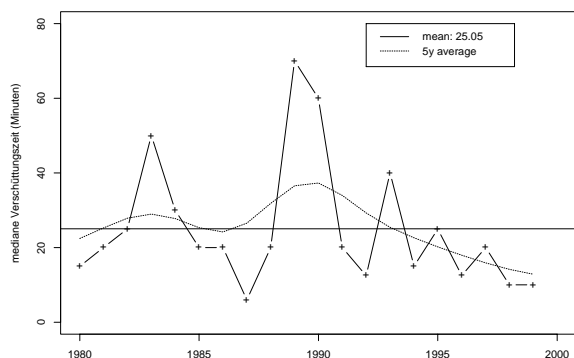


Abb. 23: Entwicklung der Verschüttungszeiten bei den durch Kameraden mit LVS georteten ganzverschütteten Personen 1980 - 1999.

Die Anzahl aller von Kameraden durch LVS geborgene Personen ist in den letzten 5 Jahren konstant geblieben. Die Anzahl der lebend geborgene Personen hat sich jedoch erhöht. Dies hängt damit zusammen, dass die mediane Verschüttungszeit in den letzten 5 Jahren immer unter 25 Minuten lag. Das Mittel der vergangenen 2 Jahren liegt sogar bei nur 10 Minuten (Abb. 23). Daraus kann geschlossen werden, dass sich der Ausbildungsstand der LVS-Benutzer wahrscheinlich verbessert hat. Die Einführung von digitalen VS-Geräten hat mit dieser erfreulichen Entwicklung jedoch nichts zu tun. Bis Ende des Winters 1999 waren die neuen Geräte in der Schweiz nur wenig verbreitet.

Die mediane Verschüttungstiefe aller mittels LVS durch Kameraden geborgene Personen weicht mit 85 cm nur unwesentlich von der medianen Verschüttungstiefe aller ganzverschütteten Personen (70 cm) ab. Der höhere Wert lässt sich dadurch erklären, dass die meisten Personen, welche durch sichtbare Körper- oder Ausrüstungsteile gefunden worden sind, weniger tief verschüttet waren.

5.2 Suchmittel Rettungsmannschaften

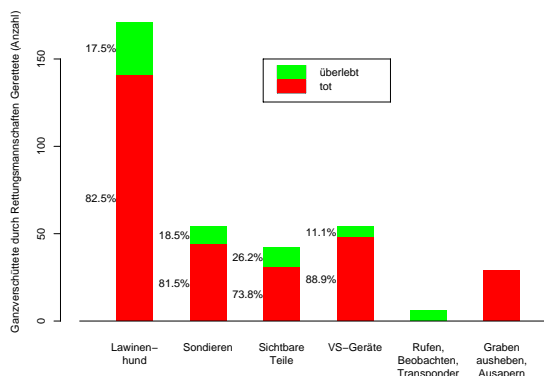


Abb. 24: Suchmittel Rettungsmannschaften bei Ganzverschütteten im freien Gelände 1980 - 1999.

Suchmittel	Total	überlebt	tot
Lawinenhund	171	30	141
Sondieren	54	10	44
VS-Geräte	54	6	48
Sichtbare Teile	42	11	31
Rufen	4	4	-
Beobachten	1	1	-
Transponder	1	1	-
Graben	4	-	4
Ausapern	25	-	25
Total	356	63	293

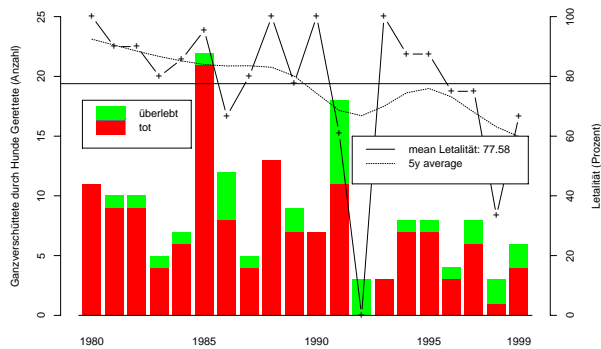


Abb. 25: Bilanz und Entwicklung der Sucherfolge durch den Lawinhund 1980 – 1999. Die Darstellung (Skalen) entspricht den Abb. 17 und 22.

Am meisten Ganzverschüttete sind durch den bewährten Lawinhund gefunden worden. Vor allem in den vergangenen Jahren haben die Lebendbergungen durch Lawinhunde erfreulicherweise zugenommen (Abb. 25).

Die positive Entwicklung bei den organisierten Rettungen könnte durch kürzere Alarmierungszeiten (Handy, Funkgerät, professionelle Rettung durch Pistendienste und Helikopter) und dadurch kürzeren Verschüttungszeiten begründet sein. In den letzten 5 Jahren lagen die medianen Verschüttungszeiten jeweils unter dem langjährigen Mittel von 152 Minuten (Abb. 26). Gesamthaft gesehen sind die Überlebenschancen jedoch bei allen von Rettungsmannschaften eingesetzten Suchmitteln relativ gering.

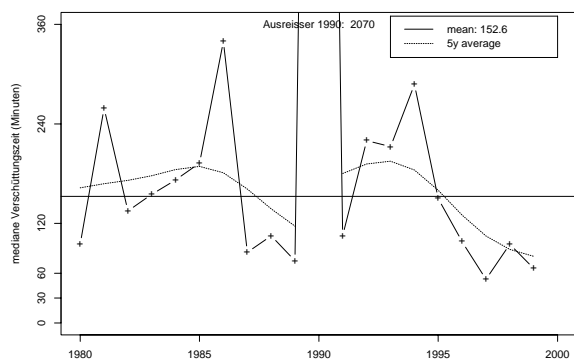


Abb. 26: Entwicklung der Verschüttungszeiten bei durch Rettungsmannschaften aufgefundenen Ganzverschütteten 1980 - 1999.

Würde es gelingen alle Personen, welche sich im winterlichen Gebirge bewegen, mit Merkmalen (z.B. Recco-Transponder) auszurüsten,

könnten Langzeitverschüttungen und damit verbundene aufwendige und teure Suchaktionen massiv reduziert werden. In den letzten Jahren haben lange und grosse Suchaktionen nach verschütteten, nicht mit Merkmalen ausgerüsteten Wintersportlern in der Schweiz mehrmals Kosten von gegen SFr. 100'000.-- erreicht.

6. DER ABS LAWINEN-AIRBAG

Der Lawinen-Airbag oder Lawinenballon ist als „ABS-System“ (avalanche airbag system) im Handel. Das System besteht aus einem Tourenrucksack, in dessen Seitentaschen 2 Ballons mit je 75 l Volumen integriert sind, Gerät man in eine Lawine, so zieht man an einem Auslösegriff, der mittels einer kleinen Sprengladung eine Druckluftpatrone öffnet. Die Ballons werden dann innerhalb von 1-2 Sekunden mit dem aus der Patrone ausströmenden Gas sowie mit aufgrund des sog. „Venturi – Effekts“ durch ein Ventilsystem mitgerissener Umgebungsluft gefüllt. Es existiert auch eine ältere Variante des Systems mit einem einzelnen Ballon mit 150 l Volumen. Hier erfolgt die Auslösung der Druckluftpatrone mechanisch über eine Reissleine.

6.1 Test der Wirksamkeit

Die Wirksamkeit des ABS-Systems wurde im Winter 1994/95 im Rahmen einiger Vorversuche und eines Grossversuchs am SLF in Davos untersucht. Dabei konnte festgestellt werden, dass der Lawinen-Airbag, selbst falls er eine Ganzverschüttung nicht verhindert, ein Markierungsmittel ist, das ein schnelles Lokalisieren und eine rasche Bergung des Verunfallten ermöglicht. Ausführliche Informationen zu den Versuchen zur Wirksamkeit des Lawinen-Airbags finden sich im Literaturverzeichnis (Tschirky et al., 1995 und 1996).

6.2 Das Wirkungsprinzip des Lawinen-Airbags

Ein komplett ausgerüsteter Skifahrer mit aufgeblasenem ABS-System hat ein mittleres spezifisches Gewicht von ca. 400 kg m^{-3} , während man für fließenden Lawinenschnee eine mittlere Dichte von 300 kg m^{-3} annimmt.

Die Tatsache, dass man sich mit aufgeblasenen Ballons eher an der Oberfläche der fließenden Lawine befindet, kann also nicht durch „Schwimmen“ im klassischen Sinn, das durch den hydrostatischen Auftrieb bewirkt wird, erklärt werden.

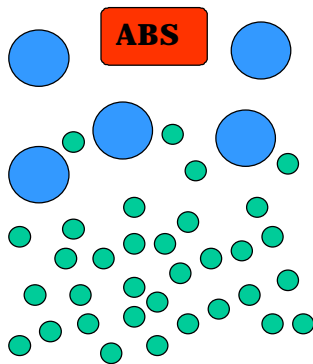


Abb. 27: Schematische Darstellung der inversen Segregation.

Eine Erklärung für die Wirksamkeit des ABS Systems erhält man, in dem man die fließende Lawine als strömendes granulares Medium interpretiert, das aus unterschiedlich grossen diskreten Partikeln besteht, in diesem Fall aus Schneeblocken, -brocken und -krümeln. Unter Schwerkräfteinfluss strömende granulare Medien neigen dazu, sich derart zu entmischen, dass grössere Partikel eher an der Oberfläche, kleinere eher in den unteren Schichten der Granulatströmung zu finden sind. Diesen Sortierungseffekt nennt man „inverse Segregation“.

Der Lawinenballon macht den Skifahrer, der an sich schon ein relativ grosses Partikel innerhalb des Lawinengranulats ist, zu einem noch grösseren Brocken, der besser von dem sog. Sortierungseffekt profitieren kann, wie es in Abb. 27 schematisch skizziert ist.

In Computersimulationen wurde der Effekt der inversen Segregation an einer aus verschiedenen grossen Kugeln bestehenden Modellströmung untersucht. Beschreibungen dieser numerischen Arbeiten sind publiziert worden (Kern et al., 1999, Vulliet et al., 2000). Es zeigte sich, dass der Effekt der inversen Segregation neben dem Grössenverhältnis von grossen und kleinen Partikeln empfindlich von den Materialeigenschaften der einzelnen Partikel abhängt, aus denen die Granulatströmung besteht. Ein Ergebnis ist z.B., dass eine Verringerung der Oberflächenrauigkeit der Kugeln das Segregationsverhalten in der Strömung begünstigt.

Obwohl es eine starke Abstraktion des realen Schneelawine-Skifahrer-Systems ist, vermag das einfache Kugelmodell also den grundlegenden Mechanismus, welcher der Wirksamkeit des Lawinen-Airbags zugrundeliegt, zu reproduzieren.

6.3 Bekannte und dokumentierte Lawinenunfälle

Zwischen Februar 1991 und Februar 2000 sind weltweit 26 Lawinenunfälle mit 40 mit dem ABS-System ausgerüsteten Personen bekannt und dokumentiert worden (Abb. 28). Von diesen 40 Personen waren 32 mit aufgeblähten Ballons in der Lawine. 6 Personen haben die Reissleine nicht gezogen und so den Auslösemechanismus nicht in Gang gesetzt, bei 2 Personen waren wahrscheinlich technische Probleme für das Nichtaufblähen der Ballons verantwortlich.

Von den 32 Personen mit aufgeblähten Ballons waren 16 Personen nicht verschüttet, 11 Personen teilverschüttet und 5 Personen ganz verschüttet. Bei 4 der 5 ganz verschütteten Personen waren die Ballons an der Oberfläche der Lawine sichtbar geblieben. Dadurch war eine schnelle Ortung und Bergung durch nicht mitgerissenen Kameraden möglich. Diese 4 Personen haben die Ganzverschüttung überlebt.

Bei einem Lawinenunfall im Februar 2000 im Südtirol wurden 5 Personen von einer Lawine mitgerissen und verschüttet, wobei eine Person mit dem ABS-System ausgerüstet war und mit aufgeblähten Ballons ganz verschüttet wurde. Diese 5 Personen hatten sich im Aufstieg ungefähr in der Mitte eines Hanges befunden, als eine Lawine zuoberst am Hang anriss und die aufsteigende Gruppe zum flachen, leicht muldenförmigen Hangfuss mitriss. Alle Personen wurden dort zwischen 170 cm und 300 cm tief verschüttet und konnten mit Hilfe von LVS-Geräten geortet werden. 4 Personen konnten nur noch tot geborgen werden, eine Person überlebte die Verschüttung.

Unter den 4 Lawinentoten befand sich auch die mit ABS ausgerüstete Person. Wahrscheinlich war das Lawinenopfer im flachen Bereich des Hangfusses, bedingt durch die Ankerwirkung des Körpers und der Skis, an der Lawinenoberfläche liegengeblieben. Der nachfliessende Schnee aus dem oberen Hangbereich hatte die Person trotz aufgeblähten Ballons 170 cm tief verschüttet. Der Lawinenballon funktioniert nur so lange, als die betreffende Person mit der fließenden Lawine mitgerissen wird. Bleibt man in einem Ablagerungsbereich hängen, nützen die Ballons nicht mehr viel. Dieses Problem wurde bereits in den Versuchen von 1995 erkannt. In diversen Publikationen des SLF ist darauf hingewiesen worden. Eine Verbesserung der Überlebenschance von mit aufgeblähten Ballons ganz verschütteten Personen könnte erreicht werden, wenn sich die Ballons dank eines eingebauten Mechanismus nach etwa 3 Minuten schnell und vollständig entleeren würden.

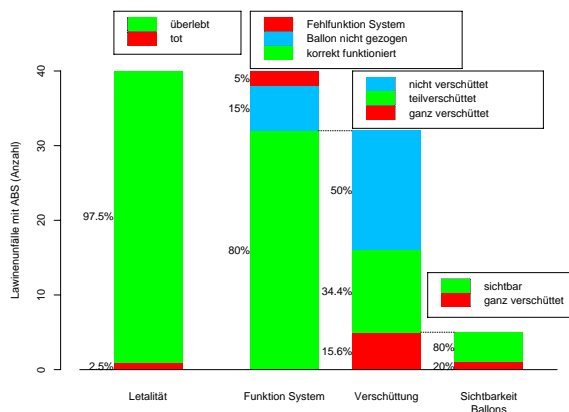


Abb. 28: Bekannte und dokumentierte Lawinenunfälle mit dem Lawinen-Airbag 1991 - 2000.

Somit haben 31 mit aufgeblähten Ballons mitgerissene Personen ihren Lawinenunfall überlebt, eine Person war tot. Wahrscheinlich gibt es eine unbestimmte Anzahl von weiteren, glimpflich verlaufenen Unfällen mit dem ABS-System. Geht man davon aus, dass die Letalität bei allen von Lawinen mitgerissenen Personen maximal 13% beträgt, ist die Wirksamkeit des Lawinen-Airbags auch statistisch nachgewiesen. Bei Verschüttungen in Mulden ist die Wirkung des Systems hingegen fraglich.

7. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Anzahl der Lawinenopfer in den Bereichen „Verkehrswege“ und „Gebäude“ ist signifikant rückläufig. Der Schwerpunkt der Lawinenunfälle der vergangenen Jahre lag in der Kategorie „freies Gelände“. Innerhalb dieses Bereiches zeichnet sich eine Verlagerung aus der Kategorie „Touren“ in die Kategorie „Varianten“ ab. Die Bemühungen in der Ausbildung und bei der Information von Touristen, insbesondere von Variantenfahrern, sollten daher intensiviert werden, wenn man einen Rückgang von Lawinenunfällen erreichen will.

Das Risiko, in einer Lawine schwere Verletzungen zu erleiden und an diesen möglicherweise zu sterben, ist grösser, als bis anhin angenommen. Daher darf trotz aller positiver Entwicklungen und modernster Rettungsgeräte ein Lawinenunfall niemals bewusst in Kauf genommen werden.

Mindestens alle 5 Jahre muss im freien Gelände mit einem Lawinenunfall mit 5 oder mehr Todesopfern gerechnet werden. Die Verteilung der Anzahl der Todesopfer pro Unfall ist zufällig.

Die Verteilung der Verschüttungstiefen zeigt, dass die im Abschnitt 6.2 beschriebene Wirkungsweise des Lawinen-Airbags auch bei Verschütteten ohne aufgeblähte Lawinenballons einen gewissen Effekt hat.

Die Letalität bei allen von Lawinen erfassten Personen wird auf höchstens 13%, die Letalität im Falle einer Ganzverschüttung auf rund 50% geschätzt.

Wird man von einer Lawine erfasst, hat man die grösste Überlebenschance, wenn man nicht oder nur teilweise verschüttet wird. Bei Ganzverschütteten ist die Überlebenschance am grössten, wenn Körper- oder Ausrüstungsteile an der Lawinenoberfläche sichtbar sind. Kameradenhilfe ist sehr effizient. Hier haben in den letzten Jahren vor allem die häufigeren Erfolge mit LVS-Geräten zu einer günstigen Entwicklung beigetragen.

Die positive Entwicklung bei der organisierten Rettung lässt sich vor allem durch die gute Verbreitung moderner Kommunikationsmittel (Handy, Funkgerät) und durch schnelle (Helikopter, Pistendienste) und professionelle Rettung erklären.

Von allen bewährten technischen Hilfsmitteln bietet aber der Lawinen-Airbag derzeit die grössten Möglichkeiten, einen Lawinenunfall zu überleben.

8. DANK

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des SLF, insbesondere den Kollegen des Lawinenwarndienstes und dem Institutsleiter Herrn Dr. W. Ammann, welche auf irgendeine Weise zum Gelingen dieser Studie beigetragen haben, sei an dieser Stelle herzlich gedankt. In diesem Zusammenhang besonders erwähnenswert ist die aufwendige Arbeit, welche die Sammlung, Kontrolle und Archivierung aller notwendigen Daten erfordert. Ohne die bereitwillige Berichterstattung durch Augenzeugen, Unfallbeteiligte, durch Bergführer, Tourenleiter und Skilehrer, durch die Polizei, Pistendienste, SAC-Rettungschefs, Rettungsärzte, SLF-Beobachter, die Rettungsflugwacht (REGA), die Air-Glaciers, die Air-Zermatt, Lawinenhundeführer sowie durch Kantonsforst- und Tiefbauämter wäre die Verwirklichung der vorliegenden Arbeit unmöglich gewesen. Die Arbeiten über den ABS Lawinen-Airbag wurden im Rahmen des Projekts „Verschüttungsprophylaxe mit Lawinenballons“ durchgeführt, das von der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt SUVA, Luzern finanziell unterstützt wurde.

9. LITERATUR

- Brugger, H., M. Falk und L. Adler-Kastner. 1997. Der Lawinennotfall. Neue Aspekte zur Pathophysiologie und Therapie von Lawinenverschütteten. *Wiener klinische Wochenschrift*, **109**, 145-159.
- Brugger, H., M. Falk, O. Buser und F. Tschirky. 1997. Der Einfluss des Lawinenverschütteten-Suchgerätes (LVS) auf die Letalität bei Lawinenverschüttung. *Der Notarzt*, **13**, 143-146. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York.
- Buser, O., H.J. Etter und C. Jaccard. 1993. Sterbewahrscheinlichkeit in einer Lawine. *20 Jahre Wintersport und Sicherheit - Davos*, 263-271. Verlag Hans Huber Bern, Göttingen, Toronto, Seattle.
- Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung. 1937 – 1999. Durch Lawinen verursachte Unfälle und Schäden im Gebiet der Schweizer Alpen, *Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen 1936/37 bis 1998/99 Winterberichte*, Nrn. **1 – 63**, Davos, Switzerland.
- Falk, M., H. Brugger und L. Adler-Kastner. 1994. Avalanche survival chances. *Nature*, **368**, 21.
- Jaccard, C. 1991. Evaluation statistique des accidents dus aux avalanches. ANENA, Comptes Rendus, Symposium de Chamonix, CISA-IKAR, 4.-8. Juin, 1991, 197-202.
- Meister, R. 1987. Lawinenniedergänge mit Todesopfern in den Schweizer Alpen - Eine statistische Zusammenstellung der Ereignisse in den 50 Jahren 1936/37 bis 1985/86. *Schnee und Lawinen in den Schweizer Alpen Winter 1985/86*. Winterbericht des Eidgenössischen Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, Nr. **50**, 195-206.
- Jamieson, J.B. and T. Geldsetzer. 1996. *Avalanche accidents in Canada – Vol. 4: 1984-1996*. Canadian Avalanche Association. Revelstoke BC, Canada, 193 pp.
- Kern, M.A., L. Vulliet and W. Ammann. 1999. Inverse Grading in Granular Flows. Proceedings of NUMOG VII, Graz, Austria.
- Logan, N. and D. Atkins. 1996. *The Snowy Torrents. Avalanche Accidents in the United States, 1980-86*. Colorado Geological Survey. Denver CO, U.S.A., 265 pp.
- Schneebeili, M., M. Laternser, P. Föhn und W. Ammann. 1998. *Wechselwirkungen zwischen Klima, Lawinen und technischen Massnahmen*. vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, 132 pp.
- Schweizer, J. and M. Lütschg. 1999. Human triggered avalanches - Characteristics from the Swiss Alps 1987-88 to 1996-97. Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, Switzerland. Internal Report, **734**, 30 pp.
- Schweizer, J. and M. Lütschg. 2000. Characteristics of human triggered avalanches. Proceedings International Snow Science Workshop, Big Sky MT, U.S.A., 1-6 October 2000.
- SLF. 2000. *Der Lawinenwinter 1999. Ereignisanalyse*. Davos, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung., 588 pp.
- Tschirky, F., R. Meister, W. Ammann, O. Buser, W. Caviezel and M. Hiller. 1995. Experimental investigations on the effectiveness of avalanche balloons. In: Proc. Int. Symp.: *Sciences and mountain – The contribution of scientific research to safety with snow, ice and avalanche*. ANENA, Chamonix, 30 May – 3 June 1995. 299-307.
- Tschirky, F., R. Meister, W. Ammann und O. Buser. 1995. Untersuchungen über die Wirkung des Lawinenballons. Bericht Versuche Winter 1994/95. Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos, Switzerland. Interner Bericht, **686**, 12 pp.
- Tschirky, F., J. Schweizer and W. Ammann. 1996. Avalanche Balloons – Preliminary Test Results. Proceedings of the International Snow Science Workshop, Banff BC, Canada, 4-8 October 1996, 160-170.
- Vulliet, L. and M.A. Kern. 2000. Inverse Grading in Slopes. Proceedings of ISL VIII, Cardiff, Wales Brugger, H., M. Falk und L. Adler-Kastner. 1997. Der Lawinennotfall. Neue Aspekte zur Pathophysiologie und Therapie von Lawinenverschütteten. *Wiener klinische Wochenschrift*, **109**, 145-159.

Weymann A. 1999. *Lawinenunfälle in den Schweizer Alpen, Prospektive Erfassung der Todesursachen und Verletzungsmuster von 1991 bis 1996*, Dissertation. Medizinische Fakultät, Universitätsbibliothek Basel, Schweiz, 47 pp.

10. GLOSSAR

- *Nivologisches Jahr*: 1. Oktober Vorjahr– 30. September des folgenden Jahres
- *Mean*: Das arithmetische Mittel (Mittelwert) ist definiert als die Summe der Einzelwerte geteilt durch die Anzahl der Werte.
- *Median*: Der Median ist dadurch charakterisiert, dass jeweils mindestens 50% der Beobachtungen einen Wert grösser oder gleich bzw. kleiner oder gleich dem Median annehmen.
- *Signifikant*: Ein Trendmodell (hier linear mit angegebener Steigung) wird als signifikant (sig.) bezeichnet, falls das Signifikanzniveau des Modells kleiner 0.05 ist.
- *Gleitendes Mittel*: An jedem Punkt wird das gleitende Mittel durch Einbezug der Umgebung um den Punkt berechnet. Ein gewichtetes Mittel definiert über eine Gausfunktion der angegebenen Breite wird benutzt.
- *Freies Gelände*: Personen ausserhalb des gesicherten Geländes (Varianten- und Tourenbereich), selbst verantwortlich
- *Verkehrswege*: Personen bei Unterhaltsarbeiten von Verkehrswegen, Personen auf geöffneten oder geschlossenen Verkehrswegen
- *Gebäude*: Personen innerhalb oder unmittelbar vor Gebäuden (dauernd bewohnte Gebäude oder Provisorien)
- *Erfasst*: Eine Person hat sich während des Lawinenabganges innerhalb der abgleitenden Schneemassen befunden.
- *Nicht verschüttet*: Eine erfasste Person, welche aus den abgleitenden Schneemassen ausfahren oder sich irgendwo festhalten konnte oder mitgerissen wurde und nach Lawinenstillstand nicht verschüttet blieb.
- *Teilverschüttet*: Eine mitgerissene Person, welche nach Lawinenstillstand nur teilweise verschüttet war, bei der aber mindestens der Kopf nicht verschüttet und die freie Atmung nicht beeinträchtigt war.
- *Ganz verschüttet*: Eine mitgerissene Person, bei welcher nach Lawinenstillstand mindestens der Kopf und der Thorax verschüttet waren und so die Gefahr des Erstickens bestand.
- *Hypothermie*: Unterkühlung
- *Asphyxie*: Erstickung
- *Schädelhirntrauma*: Schädel-/ Hirnverletzung
- *HWS*: Halswirbelsäule
- *Traumatologischer Todesfall*: Tod durch mechanische Verletzungen
- *Polytrauma*: Mehrfachverletzungen (z.B. innere Verletzungen und Schädelhirntrauma)
- *Verschüttungstiefe*: Massgebend für die Verschüttungstiefe ist die Lage des Kopfes des betreffenden Lawinenopfers.
- *Verschüttungszeit*: Dauer zwischen dem Zeitpunkt der Verschüttung und dem Zeitpunkt, wenn mindestens Kopf und Thorax des Lawinenopfers freigelegt sind.
- *Kameradenhilfe*: Ortung durch Kameraden, durch nicht betroffene Drittpersonen, durch zufällig vorbeikommende Personen.
- *Rettungsmannschaften*: Organisierte Hilfe.
- *Selbst befreit*: Ganz verschüttete Personen, welche sich selber aus den Schneemassen ausgraben konnten.
- *Sichtbarer Gegenstand oder Körperteil*: Eine ganz verschüttete Person, bei welcher ein Gegenstand (z.B. Ski, Seil etc.) oder ein Körperteil (z.B. Hand oder Fuss) aus dem Lawinenkegel ragte und so eine schnelle Ortung durch andere Personen möglich war.
- *LVS, VS-Gerät*: Lawinenverschütteten-Suchgerät (elektronischer Sender-Empfänger).
- *Rufen*: Eine ganz verschüttete Person konnte mittels Rufen auf sich aufmerksam machen.
- *Beobachtung*: Drittpersonen konnten durch Beobachtung des Lawinenabganges und des Verschwindepunktes den ungefähren Liegeort der verschütteten Person ausmachen und diese ausgraben.
- *Transponder*: Recco-Reflektoren
- *Hund*: Lawinenhund
- *Graben*: Rettungsmannschaften haben in primären Suchbereichen Gräben ausgehoben und konnten so eine vermisste Person finden.
- *Ausapern*: Eine ganz verschüttete Person wurde erst gefunden, als der Schnee weg-schmolz.