

Die österreichische Schadenslawinen-Datenbank

Forschungsanliegen - Aufbau -
erste Ergebnisse

*The Austrian Damage-Avalanches
Database*

*Aim of Research - Structure -
First Results*

R. LUZIAN

FDK 423.5:(436)



Empfohlene Zitierung:

Die österreichische Schadenslawinen-Datenbank – Forschungsanliegen -
Aufbau - erste Ergebnisse / Luzian, Roland / Mitteilungen der Forstlichen
Bundesversuchsanstalt, 2002, Nr. 175, 51 S.

ISSN 0374-9037
ISBN 3-901347-36-4

Copyright 2002 by
Forstliche Bundesversuchsanstalt

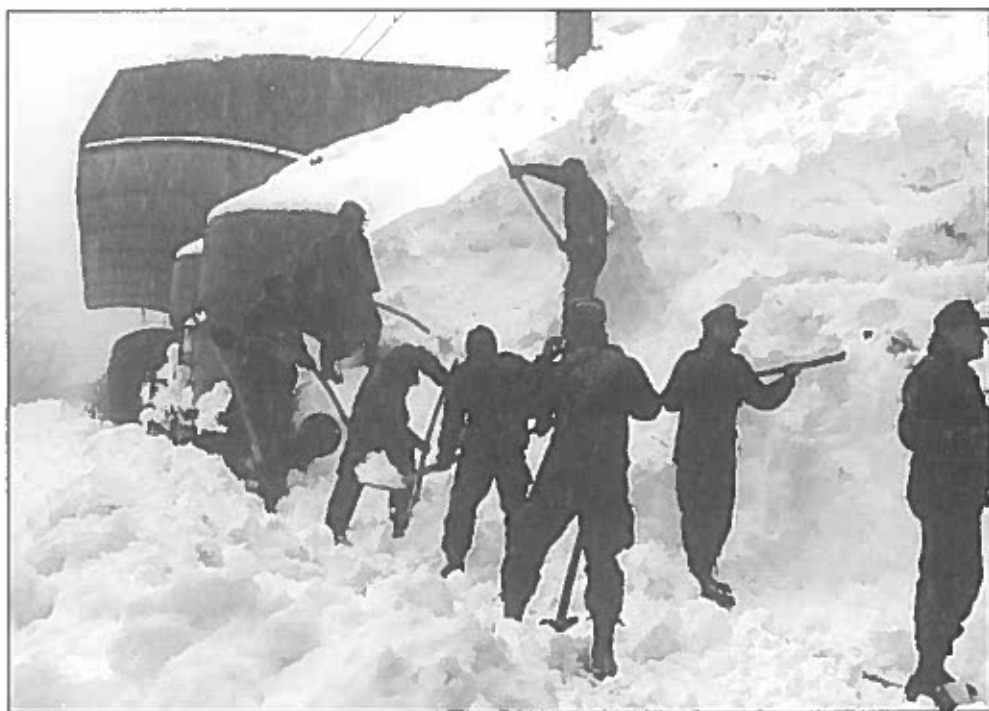
Für den Inhalt verantwortlich :
Direktor HR Dr. K. Schieler

Fotonachweis:
Arlberg-Westrampe (ÖBB) zwischen Wald am Arlberg und Dalaas:
Bundesheertruppen schaufeln einen von Lawinen verschütteten Güterzug frei
(Ereignistag: 29. Jänner 1982, Aufnahmetag: 30. Jänner 1982);
Aufnahme: Lothar Brunner, Klösterle

Herstellung und Druck :
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Waldforschungszentrum
Seckendorff-Gudent Weg 8
A-1131 Wien
URL: <http://fbva.forvie.ac.at>

Bestellungen und Tauschverkehr :
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Bibliothek
Seckendorff-Gudent Weg 8
A-1131 Wien
Tel. + 43-1-878 38 1216
Fax: + 43-1-878 38 1250
E-mail: gudrun.schmidberger@fbva.bmlf.gv.at
Online Bestellungen:
http://fbva.forvie.ac.at/db/bibliothek_publicationen.bestellung

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet



Dank

Der Verfasser der vorliegenden Publikation dankt in seinem und im Namen vieler in Österreich mit der Lawinenforschung beschäftigten und am Lawinengeschehen interessierten Personen allen Dienststellenleitern und einzelnen Erhebungsorganen der Bundesgendarmerie (Alpinalgendarmerie) dafür, dass sie mehr als 3000 Lawinenmeldeblätter sorgfältig bearbeitet und weitergeleitet haben.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	7
Abstract	7
1 Forschungsanliegen	8
1.1 Zu den Zielen der Lawinenforschung in Österreich	8
1.2 Lawinenstatistik	8
1.3 Laufende Projekte an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt	10
1.4 Weitere Vorhaben	11
2 Aufbau	12
2.1 Historischer Überblick	12
2.2 Datenmaterial, Datenordnung	13
2.3 Kriterien, Parameter, Handling	15
3. Erste Ergebnisse	19
3.1 Aus den Zusammenstellungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt	19
3.1.1 Übersicht aller gemeldeten Schadenslawinen	19
3.1.2 Personenschäden	22
3.1.3. Sachschäden	23
3.1.4 Lawinenspezifische Angaben	25
3.1.5 Gemeindeweise Ereignisdichte.....	26
3.1.6 Maße der Zentraltendenz und der Streuung	27
3.1.7 Zusammenfassung und Diskussion	29
3.2. Aus den Meldeblättern der Alpingendarmerie	32
3.2.1. Nach topographischen Gesichtspunkten	32
3.2.2. Nach klimatologischen Aspekten	35
3.2.3. Anmerkungen	37
Schlussbemerkungen	37
Literatur	38
Anhang 1	40
Jährlich durch Lawinen in Österreich verursachte Kosten. Eine grobe monetäre Bewertung	
Anhang 2	42
Durch Lawinen verursachte Waldschäden in Österreich im Winter 1998/99	
Anhang 3	43
Gemeindeweise Darstellung aller gemeldeten Lawinenschadensereignisse im im österreichischen Alpenraum der Periode von 1967/68 bis 1992/93	

Die österreichische Schadenslawinen – Datenbank

Forschungsanliegen – Aufbau – erste Ergebnisse

ROLAND LUZIAN

Institut für Lawinen- und Wildbachkunde, Forstliche Bundesversuchsanstalt, Innsbruck

Kurzfassung. Im Zeitraum von 1968 bis 1993 kam es in Österreich zu 5135 Schadenslawinen-Ereignissen. 3095 davon sind durch die langjährige Erhebungstätigkeit der Alpingendarmerie sehr gut dokumentiert. Der Rest scheint in den jährweisen Zusammenstellungen (Winterberichte) der Forstlichen Bundesversuchsanstalt auf.

Dieses vorhandene Material wird in Form einer Datenbank aufbereitet und kann für eine Vielzahl von Fragestellungen herangezogen werden. So zum Beispiel als zentrale Grundlage zur Risikoanalyse sowie für alpines Naturgefahrenmanagement; und sie soll für die Erstellung integraler Schutzkonzepte genutzt werden.

Die Angaben aus den Meldeblättern wurden nach dem Ereignisdatum geordnet und mit den österreichischen Gemeindekennziffern (Gemeinde-ID) versehen. Die Gemeindekennziffern stellen das Bindeglied der Sachdaten zu den Geometriedaten dar. Sie können somit computerkartographisch bearbeitet werden. Pro Lawinenereignis stehen in der Datenbank derzeit etwas mehr als 30 Parameter zur Verfügung (erweiterbar).

Erste Ergebnisse zeigen die zeitliche Verteilung der Lawinenereignisse, sie zeigt, dass kein Winter hinsichtlich der Lawinenaktivität gleich einem anderen verlaufen ist. Dieses Ergebnis ist eine logische Analogie zur Variabilität des Auf- und Abbaues der Schneedecke. Räumlich betrachtet ist zu erkennen, dass die Amplituden der Ereigniszahlen pro Winter im Süden Österreichs deutlich größer sind als in den übrigen Regionen (im Winter 1974/75 kam es in Kärnten zu 376 Schadensereignissen, im darauffolgenden Winter nur zu einem einzigen). Dieser Umstand kann als Übereinstimmung mit der bekannten Struktur der Niederschläge gewertet werden. Auch eine gesamtösterreichische Dichtekarte der Ereignisse konnte gemeindeweise erstellt werden.

Schlüsselwörter: Schadenslawinen-Ereignisse, Schadenslawinen-Datenbank, Risikoanalyse, Dichtekarte

Abstract. [The Austrian Damage-Avalanches Database – Aim of Research - Structure - First Results.] In the time period from 1968 to 1993 in Austria 5135 damage-avalanche-events . 3095 of those are documented through the long-time census-activity of the Alpingendarmerie very well. The rest appears in the year-points out compositions (winter-report) of the Austrian federal forest research institution.

This existing material is now prepared in form of a data base and for a multiplicity of questions could be used. So for example as central basis to the risk analysis as well as for alpine natural-risk-management; and it should be used for the preparation of integral protection-concepts.

The statements from the announcement-forms were sorted according to the event-date and were equipped with the Austrian community-code numbers (Gemeinde-ID). The community-code numbers represent the bandage-limb of the fact-data to that geometric data. Therefore they can be processed consequently computer-cartographically. Per avalanche-event stands in the data base more than 30 parameters (expandable) at present.

First results show the temporal distribution of the avalanche-events from what recognizable is that no winter regarding like the avalanche-activity another has proceeded. This result is a logical consequence

to the variability of the building up and decline of the snowcover. Spatially at it is looked to recognize, that the amplitudes of the event-numbers are clearly more larger than in the remaining regions per winters in the south of Austria, occurred in the winter 1974/75 in Carinthia 376 damage-events, in the subsequent winter only to one single. This circumstance can be assessed as agreement with the known structure of the precipitations. Also an entire-Austrian density-card of the events (community-wisely) could become constructed.

Key words: Damage-avalanche-events, data base, risk analysis, density-card

1 Forschungsanliegen

1.1 Zu den Zielen der Lawinenforschung in Österreich

Ziele der Lawinenforschung in Österreich wurden in der Vergangenheit mehrfach formuliert (AULITZKY 1977, RABOFSKY 1977, SCHAFFHAUSER 1994 SCHAFFHAUSER, MARKART, LUZIAN 1998).

In diesen Arbeiten wird stets auch eine wissenschaftlich organisierte Erfassung, Dokumentation und statistische Bearbeitung von Daten über Lawinenereignisse gefordert. Solche Daten bilden die wichtigste Information über die konkrete Lawinensituation in Österreich und sind für die Entwicklung von Vorbeugungsmassnahmen verschiedenster Art, besonders auch zum Schutze des winterlichen Fremdenverkehrs, von größtem Wert. (RABOFSKY, 1977). Eine weitere Zielsetzung soll die Erstellung einer gesamtösterreichischen Lawinenkarte und Lawinenstatistik, (AULITZKY, 1977) sein. Risikoanalysen und daraus abgeleitete Risikobewertungen sollen Basis für die Maßnahmenplanung und der daraus folgenden Sicherheitsplanung für den Krisenfall sein. (SCHAFFHAUSER, MARKART, LUZIAN, 1998)

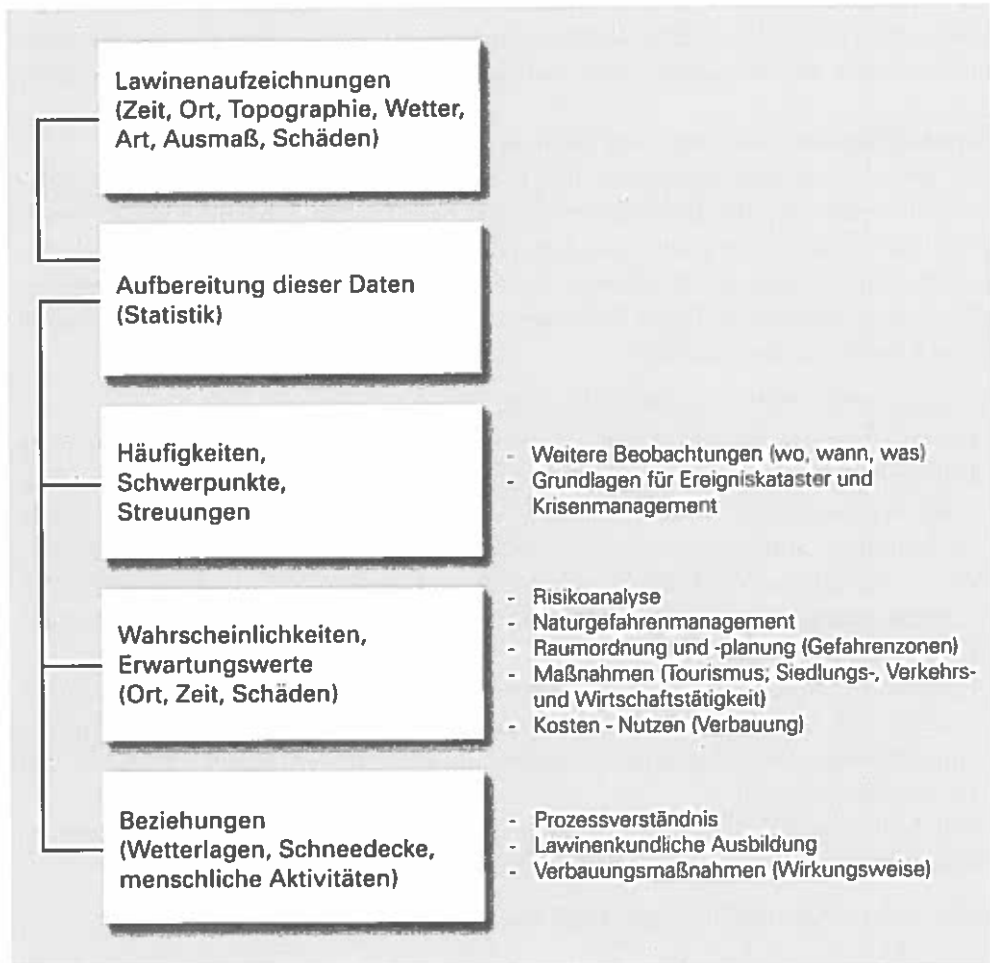
1.2 Lawinenstatistik

Als „Lawinenstatistiken“ geführte winterweise Zusammenfassungen unterschiedlicher lawinenrelevanter Daten („Lawinenaufzeichnungen“) erscheinen in den meisten Ländern mit Hochgebirgsanteil. Es handelt sich dabei zunächst meist um die systematische Erhebung und Erfassung von Daten, welche dann in einer übersichtlichen Form (Tabellen, Diagramme) aufbereitet werden.

Diese „Statistiken“ besitzen einen hohen Informationsgehalt. Sie werden als eigens eingerichtete Reihen veröffentlicht.

Aus der schematischen Darstellung über die Verwendungsmöglichkeiten von Lawinenaufzeichnungen ist ersichtlich, wie relevant Daten von Lawinenereignissen („Lawinenstatistik“) für die Bereiche der Planung im alpinen Raum, der Forschung und der Lehre sein können. Die österreichische Lawinenstatistik bzw. deren Weiter-

*Schematische Darstellung der Verwendungsmöglichkeiten von Lawinenaufzeichnungen
(in Anlehnung an FÖHN, 1975):*



entwicklung zur Datenbank dient als Grundlage für nahezu den gesamten Forschungsbereich und darüber hinaus als Entscheidungshilfe für sowohl aktive als auch passive Maßnahmen des Naturgefahren- und Krisenmanagements.

Obwohl Lawinen unsichere Ereignisse sind, können doch wegen ihres relativ häufigen Auftretens in der Vergangenheit statistisch Wahrscheinlichkeiten abgeleitet werden (WILHELM, 1997). Dabei müssen aber zwischenzeitlich erfolgte Verbauungs- und andere Maßnahmen berücksichtigt werden.

Mit dem Projekt „differenzierte Schadenslawinen-Analysen“ wird nun begonnen, den bereits existierenden Datenpool zu nutzen. Auch verschiedene Fragestellungen im Rahmen des Projektes „Katastrophenuntersuchungen an Lawinen“ werden mit Hilfe der Lawinenstatistik zu beantworten sein.

1.3 Laufende Projekte an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt

Die Nutzung der Datenbank erfolgt vorerst vor allem im Zuge der nachfolgend angeführten Projekte der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FBVA), aber auch um Anfragen aus Bereichen der Wirtschaft (Versicherungen) und Öffentlichkeit zu beantworten.

Katastrophenuntersuchungen an Lawinen

Mit diesem langfristig angelegten und 1967 gestarteten Projekt begann die systematische Erhebung und Dokumentation von Schadenslawinenereignissen in Österreich. Im Rahmen einer geographischen Diplomarbeit am Institut für Hochgebirgsforschung der Universität Innsbruck (LUZIAN, 1998) wurden die im Zuge dieser Erhebungen gesammelten Daten EDV-gerecht aufbereitet und teilweise ausgewertet (siehe Kapitel 3 „erste Ergebnisse“).

Die angestrebten Ziele dieses Projektes sind:

- Untersuchungen von Ablauf und Ursachen einzelner Schadensereignisse. Erhebung, Ermittlung, Messung und Sammlung ereignisbezogener Faktoren und Extremwerte (Witterungsverhältnisse und Schneedecke, Abbruch, Bewegung, Ablagerung, Ausbreitung, Lauflänge, Schäden) sowie Evidenzhaltung der Daten von Schadenslawinen. Verdichtung des Erfahrungsmaterials und Verbesserung der Kenntnisse, um
- Voraussetzungen und künftige Maßnahmen, Gefahrenzonen und Projektierungen sicher festlegen zu können.
- Erarbeitung eines (Staub)-Fließlawinenmodells zur Überprüfung von Gefahrenzonenplänen und Baumaßnahmen zum Schutz vor Lawinen. Verifizierung des Simulationsmodells aufgrund der bereits in Evidenz gehaltenen Parameter von Katastrophenlawinen.
- Durchführung von lawinenkundlichen Aus- und Fortbildungskursen (Lawinenkommissionen, alpine Vereine, ÖBB, Schilehrwarte etc.).

Differenzierte Schadenslawinen-Analysen

Wegen der hohen Schadensanfälligkeit und der damit verbundenen extrem hohen Reparaturkosten (wobei gar nicht jeder Schaden reparabel ist!) der heute in den alpinen Regionen Österreichs installierten Systeme (Tourismuseinrichtungen, Verkehrs- und Energieverbindungen etc.) gegen Naturereignisse und der vielschichtigen Verflechtungen der Nutzungen dieses Raumes, ist die Erstellung von integralen Schutzkonzepten ein dringendes Gebot der Stunde.

Dafür sowie für eine Steigerung der Effizienz des Krisenmanagements bildet die Beantwortung der Frage nach lokalen Schwerpunkten des Lawinengeschehens eine wichtige Grundlage. Um diese Frage klären zu können ist es notwendig, gemeindeinterne Differenzierungen (z.B. freier Raum, gesicherter Raum etc.) von Schadenslawinenereignissen durchzuführen.

Das Projekt „differenzierte Schadenslawinen-Analysen“ hat zum Ziel, die Frage nach lokalen Schwerpunkten des Lawinengeschehens zu klären und einen Zugriff auf

die zur Verfügung stehende Datenbasis zu ermöglichen. Dazu ist es erforderlich, die im Zuge der bereits erwähnten physisch-geographischen Diplomarbeit (LUZIAN, 1998) erstellte Schadenslawinen Datenbank (SLDB) entsprechend zu strukturieren und zu ergänzen.

Obwohl in der vorliegenden Datenbank alle lawinenrelevanten Gemeinden Österreichs erfasst sind, wird in diesem Projekt wegen des großen Umfangs die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse auf zwei Regionen mit sehr hoher Schadenslawinendichte beschränkt. Das sind die Grenzgebiete zwischen Vorarlberg und Tirol sowie das Ötztal.

Mit der Verknüpfung verschiedener Parameter soll die Verifizierung vorhandener und in Entwicklung befindlicher Prognosemodelle vorangetrieben werden. Beispielsweise gehören zu den wichtigsten Parametern der Zustand des Waldes im Zusammenhang mit der Exposition der Anbruchgebiete, die Wetterlage und die Niederschlagsintensität sowie der Wassergehalt des Schnees (trocken oder nass) in Verknüpfung mit der Schadensart.

Die durch Lawineneinwirkung entstandenen Schadensarten lokal zu differenzieren und damit Grundlagen für ein modernes, effizientes Krisenmanagement zu schaffen ist eine vorrangige Aufgabe dieses Projektes.

1.4 Weitere Vorhaben

Die Nutzung der Schadenslawinendatenbank soll in Zukunft in vielfältiger Weise erfolgen:

- Risikoanalyse: aus der Entwicklung der Lawinenschäden in der Vergangenheit können Prognosen für die Zukunft abgeleitet werden. Daher wird es möglich, raumplanerisch auf die zukünftige Risikoentwicklung, welche sehr stark sowohl durch Verbauungsmaßnahmen als auch durch Nutzungsänderungen (Ausweitung der Siedlungen, Intensivierung des Fremdenverkehrs) beeinflusst werden, einzuwirken. Die Risikoanalysen sollten vom regionalen (Bezirksebene) bis zum lokalen (ein Skigebiet) Bereich skaliert sein.
- Schaffung verbesserter Entscheidungsgrundlagen für integrale Schutzkonzepte durch die Ableitung objektiver Wahrscheinlichkeiten aus relativen Häufigkeiten.
- Kosten- Nutzenanalysen: Monetäre Einschätzung der Schäden und Einsatz öffentlicher Mittel, Steuereinnahmen, Entfall von (Steuer)-Einnahmen, Wertschöpfung.
- Untersuchungen zur Wirksamkeit von Verbauungs- und Präventivmaßnahmen (wie hat sich, beispielsweise, der Lawinenerlass auf die Anzahl der Lawinenverschüttungen im organisierten Skiraum ausgewirkt?).
- Wie ändert sich das Lawinengeschehen im Zusammenhang mit Klimaschwankungen?
- Wie stark sind die Ereignisse an bestimmte Wetterlagen gebunden, auch unter dem Aspekt menschlicher Tätigkeiten (Freizeit!)?

- Wie groß ist die Bedeutung des Fremdenverkehrs in Gegenwart und künftig?
- Einbindung von Daten in den im Aufbau befindlichen österreichischen online Wildbach- und Lawinenkataster (Schnetzler, 2001).
- Eingliederung in eine noch zu erstellende Metadatenbank „Naturgefahren“ (Aspekt: Ereigniskataster).
- Zugang zu ausgewählten Daten im Internet, jedenfalls für definierte Benutzergruppen.
- Durch eine feinere Auflösung der gemeindeweisen Schadenslawinendichte (nach dem Parameter „Örtlichkeit“) wird eine weitere Konkretisierung der Situation erreicht.
- Extremereignisse sind festzustellen und kartographisch zu verorten.
- Analyse der Extremereignisse durch Rekonstruktion gesamter Winterverläufe (Vorverfüllung!) und Vergleich mit kurzfristigen Strömungslagen.
- Anwendung mathematisch-statistischer Analyseverfahren zur Aufdeckung von Signifikanzen und Zufälligkeiten (strukturentdeckende und –prüfende Methoden sollen komplexe Zusammenhänge erkennbar machen).
- Internationaler Erfahrungsaustausch (Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos; (Latenser et al., 1995, Schneebeli et al. 1998)) und der Vergleich von Ergebnissen sollen die Datenauswertung intensivieren und deren Effizienz steigern.

Um die obengenannten Aufgaben und Fragestellungen mit Hilfe der Schadenslawinendatenbank bearbeiten zu können, muss sie entsprechend strukturiert, kontrolliert, korrigiert, ergänzt und weitergeführt werden. Für die rasche Beantwortung von Anfragen müssen Abfragealgorithmen definiert und programmiert werden. Zudem werden die Wetterlagen bzw. Strömungslagen nach Steinacker (STEINACKER, 2000) retrospektiv (fünf Tage ab Ereignis) erfasst.

2 Aufbau

2.1 Historischer Überblick

Berichte über Lawinen-Schadensereignisse in der Geschichte reichen weit zurück: Eintragungen in den ältesten Rechnungsbüchern der landesfürstlichen Kammer von Tirol (um 1300) bestätigen, dass einzelnen Leuten die Zahlung der Steuer wegen Verwüstung ihrer Felder durch Lawinen erlassen wurde.

Im Jahre 1912 gab das K. u. K. Ackerbauministerium das Ziel, Unterlagen über Lawinenabgänge planmäßig zu sammeln, vor. Damit wurden die Voraussetzungen für eine gesamtösterreichische lawinenkundliche Forschung geschaffen.

Große Katastrophen ereigneten sich in Österreich im 15. Jahrhundert (22 Tote allein in der Ortschaft Lähn im Jahre 1456), im 17. Jhdt. (120 Tote im Montafon und wieder 21 Tote in Lähn im Jahre 1689), in den Wintern 1951 (insgesamt 135 Tote in Österreich, davon 54 in Tirol) und 1954 (119 Tote in Vorarlberg), sowie im Jahre 1999 (Galtür, 31 Tote).

Sehr zu beachten ist, dass die hohe Zahl der Todesopfer bei der Katastrophe von Galtür auf die freizeitmässige Präsenz vieler Menschen im winterlichen Hochgebirge zurückzuführen (25 Tote waren Feriengäste) ist. Dieser Umstand war bei allen vorangegangenen, zum Teil wesentlich größeren, Katastrophen im Siedlungsraum nicht gegeben, dabei war jeweils allein die ansässige, meist bäuerliche Bevölkerung betroffen.

Dieses Beispiel zeigt somit, woraus sich die Hauptform der Lawinengefährdung der Gegenwart ergibt.

2.2 Datenmaterial, Datenordnung

Vorbemerkung

Was nicht gemeldet wurde scheint in der Statistik nicht auf. Dieser Umstand kann durchaus zu Verzerrungen führen. So kommt es vor, dass einerseits in einem Gebiet wo Straßenverschüttungen „an der Tagesordnung“ sind, diese überhaupt nicht registriert werden und andererseits eine einzige noch dazu ganz geringfügige Straßenverschüttung in einem Zeitraum von 10 Jahren großes Aufsehen erregt und daher auch gemeldet wird.

Eine nicht unerhebliche Dunkelziffer herrscht auch bei den Lawinenunfällen im Skitourenbereich; dem Autor sind mehrere Fälle persönlich bekannt geworden, welche nie gemeldet wurden, darunter sogar einer mit Hubschraubereinsatz.

Daten aus den Meldungen der Bundesgendarmerie (Alpingendarmerie)

Sie bilden die Grundlage für die österreichische Schadenslawinendatenbank.

Nachdem mit dem Winter 1967/68 an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt begonnen wurde, alle gemeldeten bzw. „in Erfahrung gebrachten“ Schadenslawinenereignisse zu erheben und statistisch aufzubereiten („Lawinenereignisse und Witterungsablauf in Österreich“), bemühte man sich, ein bundeseinheitliches Meldewesen über die Dienststellen der Gendarmerie einzuführen.

Es wurde ein Meldeblatt erarbeitet und von den Sektionen des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung an die Landesgendarmeriekommandos weitergeleitet. Ab dem Winter 1973/74 erfolgte die Aufnahme in die Alpinvorschrift der Gendarmerie und die konsequente Anwendung dieses Meldesystems.

Diese für die österreichische Lawinenforschung überaus wertvolle „Basisarbeit“ wurde ab dem Winter 1993/94 von Seiten der Gendarmerie eingestellt.

Daten aus anderen Quellen

Während diese Meldeblätter jeweils Einzelereignisse dokumentieren - ein Meldeblatt, ein Ereignis - entstammt die tatsächliche Gesamtsumme aller gemeldeten Ereignisse den von der Forstlichen Bundesversuchsanstalt veröffentlichten Lawinenberichten.

Beim Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung liegt ein Meldeblatt auf, welches bei den einzelnen Gebietsbauleitungen in erster Linie dann zur Anwendung kommt, wenn Lawinenereignisse eine direkte Verbauungs- oder Planungsrelevanz aufweisen.

Weitere Aufzeichnungen und Meldungen liefern die ÖBB (z.B. Arlberg Westrampe-Streckenleitung Dalaas) und Straßenmeistereien; auch der Österreichische Bergrettungsdienst und der Österreichische Alpenverein (dieser wird weiterhin durch die Bundesgendarmerie mit Daten versorgt) sind als Quellen nutzbar. Die hier angeführten Quellen können jedoch die Meldungen der Gendarmerie nicht ersetzen.

Die Datenordnung

Mit dem Material aus den Lawinenberichten der FBVA konnte über den erfassten Zeitraum lückenlos eine zusammenfassende Gesamtstatistik erstellt werden. Diese gibt somit einen Überblick über eine Anzahl von Fragen, wie etwa „wo lagen die Anrissgebiete bezüglich der derzeitigen Waldgrenze“, etc.?

Um jedoch weitere Fragen beantworten zu können, sind die detaillierten Angaben der Meldeblätter der Gendarmerie erforderlich.

Die den Berichten der FBVA entnommenen Daten wurden chronologisch nach Winterhalbjahren geordnet, jene, welche den Meldeblättern der Gendarmerie entstammen, nach dem Abgangsdatum; zusätzlich wurden diese mit den Gemeindekennziffern (Gemeinde ID) aus der Gemeindeübersicht des Österreichischen Statistischen Zentralamtes mit dem Stand vom 1.1.1996 versehen (ÖSTAT, 1996). Sie stellen das Bindeglied der Sachdaten zu den Geometriedaten für eine computerkartografische Bearbeitung dar.

Unklarheiten

Unklarheiten auf den Meldeblättern betrafen vor allem die Parameter „Örtlichkeit“, „Erfasste Personen“, „Verschüttete Personen“, „Art der Gebäude“, „Lage des Anbruchgebietes bezüglich der aktuellen Waldgrenze“, „Form des Anrisses“, „Wassergehalt des Schnees“ und „Lawinenbildung“.

Beispiel Wassergehalt des Schnees: Eine notwendige Unterscheidung zwischen Anbruchgebiet und Ablagerung wurde meist nicht vorgenommen.

Beispiel Form des Anrisses: Die leider sehr ungeschickt gewählte Bezeichnung „Lockerschneelawine“ für die punktförmige Anrissform führte oft zu folgender Situation: unerfahrene Beamte kreuzten auf dem Meldeformular „Lockerschneelawine“ an, wenn es sich um eine Ablagerung „lockeren Schnees“ handelte, doch zeichneten sie gleichzeitig die Anrissform „Schneebrett“ in die Skizze. Der Skizze wurde dabei das

Hauptaugenmerk gewidmet, unter Berücksichtigung der Parameter Exposition und Lawinenbildung (Wind!).

Ein weiteres Problem waren Angaben über Sachschäden: bei eigenen Erhebungen konnte der Autor feststellen, dass in der Erwartung Versicherungen oder die Öffentliche Hand würden finanzielle Leistungen erbringen, gelegentlich (massive) Übertreibungen in die Aussagen Betroffener einfließen.

Weil nicht alle Unklarheiten wegen fehlender und sich widersprechender Angaben beseitigt werden konnten, entstand eine Lückenhaftigkeit. Dadurch wurde in den meisten Fällen bloß die Zahl der möglichen Informationen pro Parameter verringert.

Für die Fragestellung nach der Relevanz einzelner Gemeinden bezüglich der Lawinenvorkommnisse (gemeindeweise Dichte der Lawinenereignisse) konnten Lücken - entstanden durch verlorengegangene bzw. bereits skartierte Meldeblätter aus Tirol und Kärnten für den Zeitraum von 1974/75 bis 1985/86 – rechnerisch geschlossen werden (Extrapolationsverfahren).

2.3 Kriterien, Parameter, Handling

Anhand der vorliegenden Daten aus den Berichten der FBVA, somit anhand von 5135 Lawinenereignissen, war es möglich, folgende Kriterien für eine Gesamtstatistik zu erfüllen:

- Lawinen gesamt, gegliedert nach Bundesländern
- Unfall-Lawinen, gegliedert nach beteiligten, verschütteten, verletzten, getöteten Personen
- Tätigkeiten der getöteten Personen zum Unfallszeitpunkt
- Übersicht der Todesfälle
- Verschüttung von Verkehrsverbindungen und Verbindungsleitungen (Angabe in Laufmetern)
- Wald- und Flurschäden (reine Waldschäden in Festmetern, gemischte Schäden bzw. nur Flurschäden zusätzlich in Hektaren)
- sonstige Schäden
- Klassifizierung der Lawinen nach Anrissmerkmalen
- Gliederung der Anrissgebiete bezüglich der derzeitigen Waldgrenze

Den 3096 Meldeblättern der Gendarmerie wurden die in folgender Tabelle angeführten Angaben entnommen:

Tabelle 1:
Übersicht der bisher erfassten Parameter

1. Allgemeine Angaben

Bezeichnung des Parameters	Anzahl der Informationen	Inhalt der Informationen
ID	3096	Gemeindekennziffer (ID) des österr. Statist. Zentralamtes
Datum	3096	Datum des Lawinenabganges
Winterhalbjahr	3096	z.B. Winter 1967/68
Bundesland	3096	Bundesland
Bezirk	3096	Politischer Bezirk (Name)
Gemeinde	3096	Gemeinde (Name)
Örtlichkeit	3096	z.B. Name eines Berges

2.1 Personenschäden

Erfasste Personen	733	Anzahl der erfassten Personen pro Ereignis, z. B. 308 mal 1 Person
Verschüttete Personen	476	Anzahl verschütteter Personen pro Ereignis, z. B. 41 mal 3 Personen
Verletzte Personen	348	Anzahl verletzter Personen pro Ereignis, z. B. 82 mal 2 Personen
Getötete Personen	320	Anzahl der getöteten Personen pro Ereignis, z.B. 243 mal 1 Person
Tätigkeit der Personen	579	Tätigkeit der Personen zum Unfallszeitpunkt, z.B. Schitour
Verschüttungsdauer (min)	175	Verschüttungsdauer einer Person in Minuten, z.B. 18 mal 60 min
Verschüttungstiefe	151	Verschüttungstiefe einer Person in Zentimetern, z.B. 20 mal 50 cm
Atemhöhle	9	Atemhöhle vorhanden oder nicht z.B. 4 mal nicht vorhanden
Art der Auffindung	101	Auffindung eines Verschütteten mittels Suchhund, Sonde oder Verschüttetensuchgerät, z. B. 27 mal mittels Verschüttetensuchgerät
Art der Bergung	445	Bergungsart: Selbstrettung, Kameradenrettung oder organisierter Einsatz z. B. 145 mal organisierter Einsatz

2.2 Sachschäden

Art der Verkehrsverbindung	1858	Eisenbahn, überregionale-regionale- lokale-undefinierte Straße, Verbindungsleitungen; oft in Kombination
Länge der Verkehrsverbindung (m)	1712	Länge des verschütteten Abschnittes in Laufmetern, z.B. 30 mal 150 m
Verschüttungshöhe der Verkehrsverbindung (cm)	1441	Höhe der Verschüttung in Zentimetern, z.B. 3 mal 900 cm
Art der Gebäude	444	Gebäudeart: Wohngebäude, öffentl. Geb., Betriebsanlage (alle landwirtschaftl. touristischen und industriellen Bauwerke), Brücken, Masten, Tunnel-Galerien, Lawinenverbauung; oft kombiniert
Anzahl der Gebäude	429	Anzahl betroffener Gebäude pro Ereignis
Schadensgrad der Gebäude	439	Schadensgrade: verschüttet, beschädigt, zerstört
Anzahl evakuierter Gebäude	13	Anzahl evakuierter Gebäude, z.B. 3 mal 2 Gebäude
Anzahl evakuierter Personen	6	Anzahl evakuierter Personen z. B. 1 mal 30 Personen
Anzahl Evakuierungstage	4	Anzahl der Evakuierungstage, z. B. 2 mal 2 Tage
Anzahl Autos	134	Anzahl verschütteter Fahrzeuge jeglicher Art, z.B. 1 mal 115 PKW's
Schadensgrad Autos	133	Schadensgrad: beschädigt, zerstört
Wald- und Flurschäden (ha)	309	Wald- und Flurschäden in ha; meist kombiniert
Waldschäden (fm)	183	Waldschäden in fm; falls reiner Waldschaden
Getötete Tiere	14	Anzahl getöteter Tiere pro Ereignis; z.B. 1 mal 27

3. Lawinenspezifische Angaben

Exposition	1692	Exposition des Anbruchgebietes, z. B. 270 mal S
Seehöhe	1692	Höhenlage des Anbruchgebietes z.B. 37 mal 1400 m
Lage bezüglich der aktuellen Waldgrenze	1927	Lages des Anbruchgebietes bzgl. der aktuellen Waldgrenze; an-, über- bzw. unterhalb
Form des Anrisses	2705	Linien – oder punktförmiger Anriß (Schneebrett-oder Lockerschneelawine)
Lage der Gleitfläche	456	Lage der Gleitfläche auf der Bodenoberfläche oder innerhalb der Schneedecke
Wassergehalt des Schnees	2393	Wassergehalt: trocken (kein Wasser) oder naß
Lawinenbildung; Wetter am Vortag des Ereignisses, Wetter am Ereignistag	2317	Klimatologische Angaben (z. B. Wärmeeinbruch, extremer Schneefall u.a.)
Art der Auslösung	2649	natürlich, menschlich – beabsichtigt- unbeabsichtigt

Die im Programm EXCEL gespeicherten Eingangsdaten wurden in ein ACCESS –File übernommen. Dieses Datenbankfile dient lediglich der Datenhaltung und besteht aus einer Haupt- und mehreren Untertabellen, welche miteinander in Beziehung stehen. Um das **Handling** der Daten zu ermöglichen (Dateneingabe, -änderung und -löschung) wurde ein eigenes Anwendungsprogramm entwickelt (Zanetti, 2001).

Mit Hilfe des Anwendungsprogrammes ist es zudem möglich, die Daten zu exportieren (z.B. nach EXCEL), um in anderen Programmen (Statistik, GIS-Anwendung etc.) weiter zu verarbeiten. Ein Katalog von Abfragealgorithmen ist noch zu programmieren.

Konfiguration und Struktur ermöglichen einen künftigen Ausbau.

3. Erste Ergebnisse

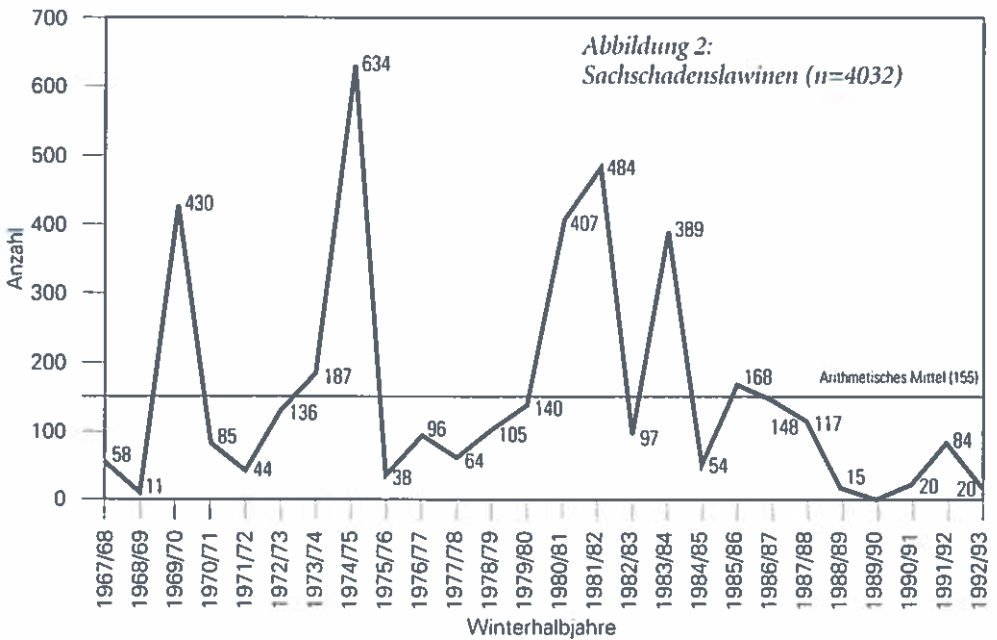
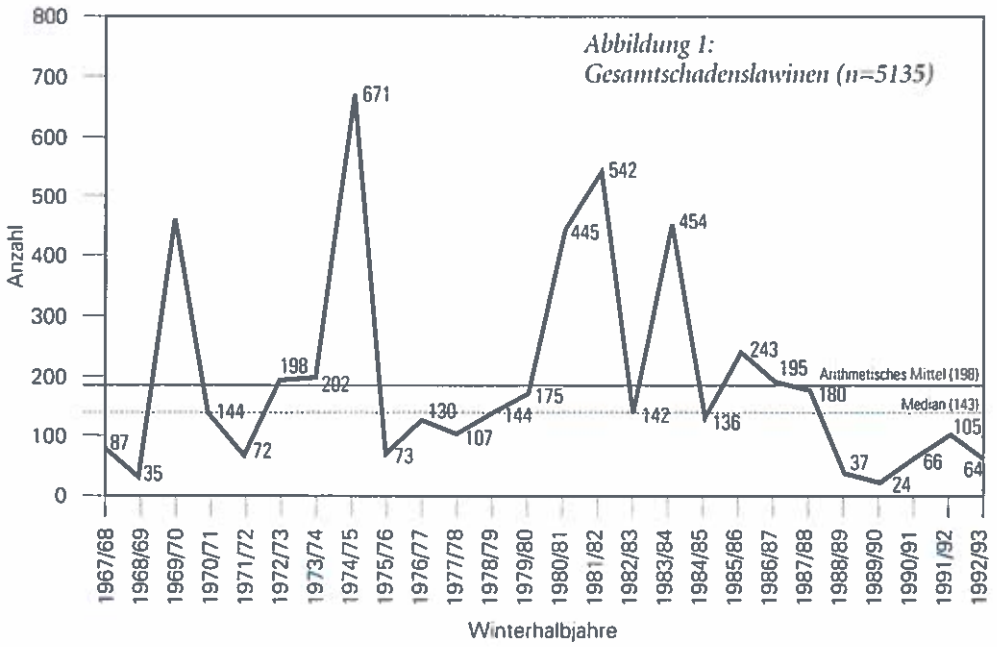
3.1 Aus den Zusammenstellungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt

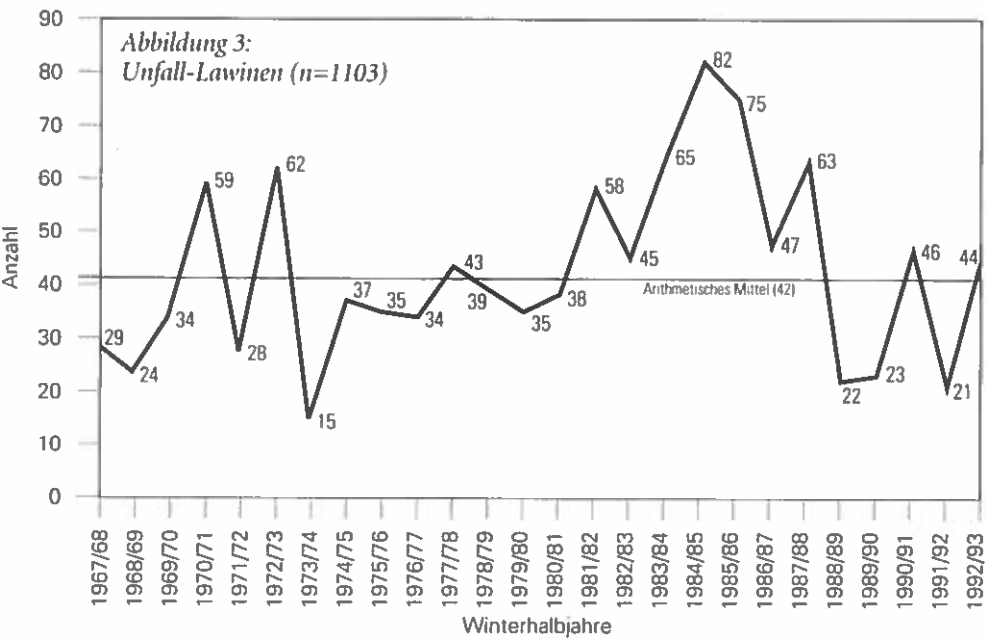
3.1.1 Übersicht aller gemeldeten Schadenslawinen

Nach Wintern (mit Bundesländern)

*Tab. 2:
Schadenslawinen nach Wintern*

Winter	Schadens- lawinen	%	Bundesländer						
			V	T	S	OÖ	NÖ	St	K
67/68	87	1,7	36	29	9	3	1	7	2
68/69	35	0,7	0	13	5	1	2	4	10
69/70	464	9,0	64	190	82	20	6	29	73
70/71	144	2,8	33	55	22	10	2	4	18
71/72	72	1,4	1	19	5	0	2	0	44
72/73	198	3,9	20	109	30	7	3	14	15
73/74	202	3,9	24	74	25	8	0	26	45
74/75	671	13,1	32	221	26	3	0	13	376
75/76	73	1,4	20	25	20	0	0	7	1
76/77	130	2,5	33	34	15	9	0	5	34
77/78	107	2,1	16	28	15	5	0	8	35
78/79	144	2,8	15	52	21	4	1	7	44
79/80	175	3,4	21	82	19	2	1	10	40
80/81	445	8,7	55	168	52	40	12	89	29
81/82	542	10,5	164	159	36	30	19	98	36
82/83	142	2,8	22	88	7	1	0	14	10
83/84	454	8,8	46	289	27	4	0	11	77
84/85	136	2,7	39	57	17	4	3	10	6
85/86	243	4,7	38	127	21	6	5	27	19
86/87	195	3,8	29	66	32	40	3	21	4
87/88	180	3,5	43	85	3	14	9	20	6
88/89	37	0,7	2	17	9	0	0	8	1
89/90	24	0,5	1	17	4	0	0	1	1
90/91	66	1,3	12	21	8	6	2	9	8
91/92	105	2,0	16	67	8	4	1	9	0
92/93	64	1,3	8	29	9	11	1	4	2
Summen	5135	100,0	790	2121	527	232	74	455	936





Nach Bundesländern (mit Unfall-Lawinen)

Tab. 3:
Schadenslawinen nach Bundesländern

Bundesland	Gemeldete Schadenslawinen	%	Unfall-Lawinen	%
Vorarlberg	790	16	161	15
Tirol	2121	41	546	49
Salzburg	527	10	176	16
Oberösterreich	232	5	40	4
Niederösterreich	74	1	13	1
Steiermark	455	9	103	9
Kärnten	936	18	64	6
Summen	5135	100	1103	100

21,5 % aller gemeldeten Schadenslawinen waren Unfall-Lawinen.
Schadenslawinen (Gesamtlawinen): sämtliche Lawinen, durch deren Abgang irgendein Schaden entstanden ist (sei es beispielsweise auch nur eine Suchaktion).
Unfall-Lawinen: sämtliche Lawinen, bei deren Abgang Personen beteiligt bzw. erfasst wurden (nicht jede bei einem Lawinenunfall beteiligte Person muss von der Lawine selbst erfasst worden sein).

Anmerkung: alle jene Schadenslawinen, welche keine Unfall-Lawinen sind („reine“ Schadenslawinen), werden gegebenenfalls als Sachschadenslawinen bezeichnet; deren Abgang bewirkt reinen Sachschaden, Personen sind dabei in keiner Weise beteiligt. Wenn durch einen Lawinenabgang Personen- und Sachschaden gleichzeitig entsteht, zählt dieser zu den Unfall-Lawinen.

3.1.2 Personenschäden

Übersicht der Unfall-Lawinen (und der Verunglückten)

Tab. 4: Unfall-Lawinen										
Bundesland	UL	%	B	%	VS	%	VL	%	T	%
Vorarlberg	161	15	633	15	338	13	100	12	92	13
Tirol	546	49	2094	51	1336	52	452	54	377	54
Salzburg	176	16	627	15	416	16	118	14	113	16
Oberösterreich	40	4	133	4	71	4	28	3	12	2
Niederösterreich	13	1	39	1	38	1	9	1	9	1
Steiermark	103	9	358	9	234	9	88	11	60	9
Kärnten	64	6	215	5	129	5	40	5	38	5
Summen	1103	100	4099	100	2564	100	835	100	701	100
UL Unfall-Lawinen: sämtliche Lawinen, bei deren Abgang Personen beteiligt oder erfasst wurden B Beteiligte Personen: alle an einem Lawinenunfall beteiligten Personen, auch wenn sie von der Lawine selbst nicht erfasst bzw. verschüttet wurden (wenn beispielsweise ein Fluchtversuch gelungen ist) VS Verschüttete Personen: alle von einer Lawine verschütteten Personen, auch wenn sie sich selbst befreien konnten VL Alle durch Lawineneinwirkung (meist Verschüttung) verletzten Personen T Alle durch Lawineneinwirkung (meist Verschüttung) getöteten Personen										

Tätigkeiten der getöteten Personen zum Unfallszeitpunkt

Freies Gelände: Sportausübung bzw. Freizeitaktivitäten im nicht gesicherten Gelände

- Ski-(auch Snowboard) tour
- Varianten-(Tiefschnee-)fahren
- Bergsteigen
- Eisklettern
- Wandern
- Jagd

Tab.5:
Tätigkeiten

Freies Gelände	459	65 %
Gesichertes Gelände	55	8 %
Dienstausübung	47	7 %
Sonstige	140	20 %
Summen	701	100 %

Gesichertes Gelände:

- Sportausübung bzw. Freizeitaktivitäten im gesicherten Gelände (Piste, Loipe, Schiroute); gesichertes Gelände ist markiert und kann geöffnet oder gesperrt sein.

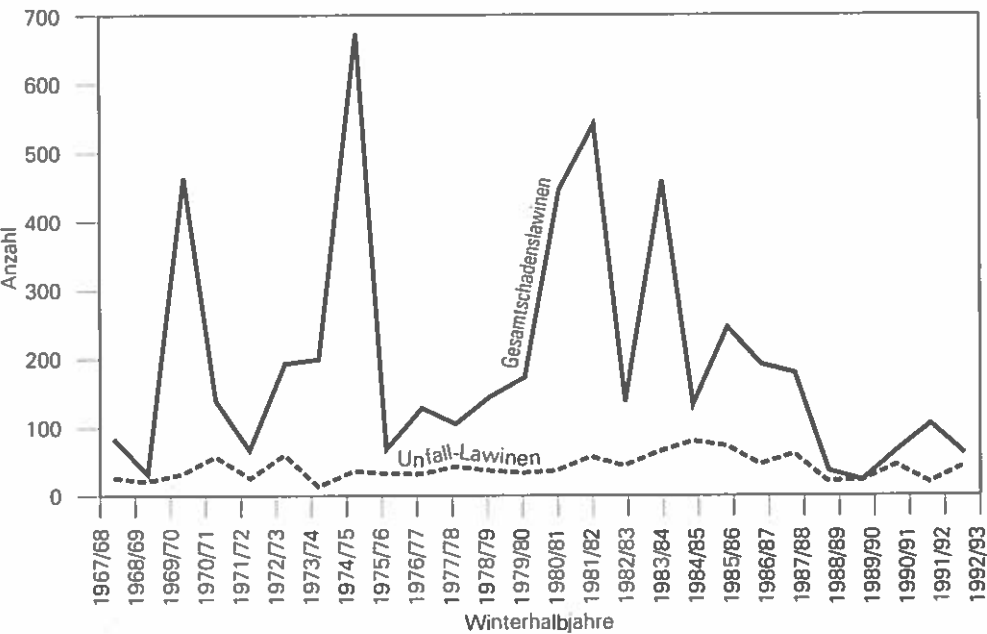
Dienstausübung:

- Diese kann sowohl im gesicherten als auch im freien Gelände stattgefunden haben. Betroffen waren Arbeiter im Strecken- und Räumungsdienst von Bahn und Straße, im Pistendienst, bei Rettungseinsätzen und bei der Wildfütterung.

Sonstige:

- Personen, die sich zum Unfallszeitpunkt auf einem lokalen, regionalen oder überregionalen Verkehrsweg, in einem öffentlichen oder privaten Verkehrsmittel, oder in einem öffentlichen oder privaten Gebäude befanden.

Abbildung 4:
Gegenüberstellung Gesamtschadenslawinen – Unfall-Lawinen



3.1.3. Sachschäden

Verschüttung von
Verkehrsverbindungen

Im Beobachtungszeitraum (Winter 1967/68 bis 1992/93) wurden folgende Verbindungsstrecken (Angabe in Laufmetern) von Lawinen verschüttet:

Tab. 6: Verkehrsverbindungen		
Eisenbahn	6.730 lfm	3%
Überregionale Straßen	85.095 lfm	42%
Regionale Straßen	65.920 lfm	32%
Lokale Straßen	45.805 lfm	23%
Gesamt	203.550 lfm	100%

Überregionale Straßen:

- Außer Bundesstraßen waren auch noch – ganz geringfügig - Autobahnen und Schnellstraßen betroffen.

Regionale Straßen:

- Landesstraßen

Lokale Straßen:

- Gemeindestraßen und Güterwege, auch Mautstraßen

Außerdem wurden 27.215 lfm Verbindungsleitungen –Telefon-, Hoch- und Niederspannungsleitungen- verschüttet (Verschüttung bedeutete in diesem Fall auch Zerstörung).

Zerstörte und beschädigte Bauwerke

Tab.7:
Bauwerke

Gebäudeart	Zerstört	%	Beschädigt	%
Brücken	40	5,6	46	8,0
Masten	113	15,7	19	3,3
Wohngebäude	41	5,7	190	33,3
Betriebsanlagen*	521	72,6	313	54,9
Öffentliche Gebäude	3	0,6	2	0,5
Gesamt	718	100,0	570	100,0

* Touristische Einrichtungen, beispielsweise Liftstationen und -häuschen, aber auch ein Schießstand, Gewerbe-, Industrie- und Kraftwerksanlagen, u.a. eine Transformatorstation, Einrichtungen der Land- und Forstwirtschaft (Ställe und Heustadel), Baustelleneinrichtungen u.a. m.

Zerstörte und beschädigte Fahrzeuge

Bei Lawinenereignissen in den Wintern von 1967/68 bis 1992/93 wurden 234 Fahrzeuge zerstört und 466 beschädigt.

Den weitaus größten Anteil dabei bildeten Personenkraftwagen, abgestellt auf Parkplätzen. Es waren keine genaueren Quantifizierungen nach der Art von Fahrzeugen möglich. So umspannt die Kategorie „Fahrzeuge“ ein großes Spektrum, welches von der Pistenraupe über Straßenräumgeräte bis zur Lokomotive reicht.

Wald- und Flurschäden

Die Bezirksforstdirektionen meldeten insgesamt 201.148 fm reine Waldschäden. Zusätzlich wurden 812,8 ha Wald- und Flurschäden in Kombination oder als reine Flurschäden oder die Zerstörung von Aufforstungs- und Jungwuchsflächen gemeldet (siehe auch Anhang 2).

„Flurschäden“ erfordern umfangreiche Aufräumarbeiten auf Feldfluren, wenn nach dem Abschmelzen des Lawinenschnees mitgebrachtes Material (Teile von Bäumen, Buschwerk und Gestein) liegen bleibt.

Sonstige Schäden

Alle im folgenden angeführten Schäden wurden in den Berichten meist nur nebenbei erwähnt, da sie nicht genau erhoben wurden. Zugentgleisungen geschahen selten, dergleichen auch Evakuierungen und die Zerstörung von Messanlagen, die übrigen Schadensarten traten jedoch häufig auf. Suchaktionen, Verkehrsunterbrechungen und Evakuierungen sind zwar keine unmittelbaren Lawinenschäden, doch werden sie angeführt, weil sie zum Teil erhebliche Kosten verursachen.

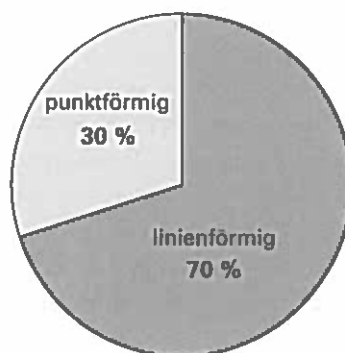
- Suchaktionen
- Evakuierungen
- Verkehrsunterbrechungen (Straßensperren)
- Zugentgleisungen
- Zerstörung von Gartenzäunen und –einrichtungen
- Zerstörung von Straßenbeleuchtungen (auch in den Eingangsbereichen von Tunnels und Galerien)
- Zerstörung von Leitschienen
- Zerstörung von Lawinenverbauungswerken
- Zerstörung von Messanlagen (z.B. Totalisatoren)

3.1.4 Lawinenspezifische Angaben

Klassifikation der gemeldeten Schadenslawinen nach Anrissmerkmalen
(Kriterium A der internationalen, morphologischen Lawinenklassifikation)

Tab. 8: Anrissmerkmale		
Anrissmerkmal	Anzahl	%
Von einem Punkt aus anreißend (Lockerschneelawine)	928	30
Von einer Linie aus anreißend (Schneebrettlawine)	2131	70
Gesamt klassifizierte Lawinen	3059	100

Abbildung 5:
Anrissmerkmale (n=3059)

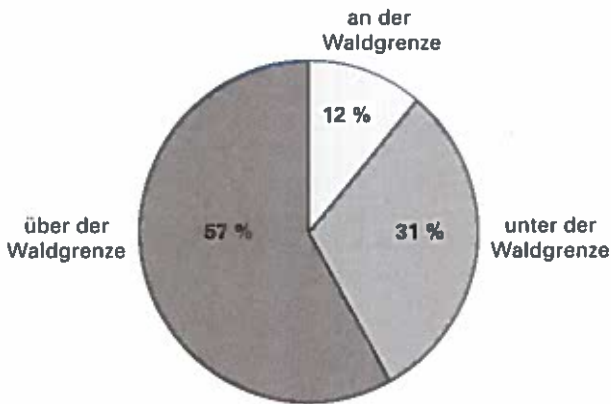


Die Angaben der Winter 1967/68 bis 1973/74 wurden wegen zu großer Unsicherheiten nicht miteinbezogen. Zu den 3059 klassifizierten Lawinen der Periode von 1974/75 bis 1992/93 kommen noch 874 Lawinen dieses Zeitraumes, deren Anrissmerkmal nicht festgestellt wurde.

Lage der Anrissgebiete bezüglich der aktuellen Waldgrenze

Tab. 9: Aktuelle Waldgrenze		
Lage	Anzahl	%
Über der aktuellen Waldgrenze	2284	57
Unter der aktuellen Waldgrenze	1253	31
An der aktuellen Waldgrenze	456	12
Gesamt	3993	100

Abbildung 6:
Lage der Anrissgebiete bezüglich der aktuellen Waldgrenze
(n=3993)



Wegen zu großer Unsicherheiten der Angaben zur Waldgrenzlage im Zeitraum von 1967/68 bis 1971/72 wurden diese Winter nicht miteinbezogen. Zu den 3993 Lawinen mit Angabe der Waldgrenzlage kommen noch 340 Lawinen dieser Periode, deren Lage ihres Anrissgebietes bezüglich der aktuellen Waldgrenze nicht festgestellt wurde.

3.1.5 Gemeindeweise Ereignisdichte

Nach einer Erhebung des forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung aus dem Jahre 1989 (RACHOY, 1989) sind für das gesamte Bundesgebiet 5800 Lawinenzüge im dauerbe-

siedelten Raum ausgewiesen. Davon sind 3000 siedlungs- und verkehrsfährdend. Somit sind nun insgesamt drei Angaben zahlenmäßig festgelegt:

- 5800: alle Lawinenzüge im dauerbesiedelten Raum (auch die Verbauten)
- 4400: alle Lawinenzüge nach dem Forstgesetz von 1975 (zit. Forstgesetz, 1975), welche öffentliche und private Einrichtungen gefährden können und;
- 3000: alle Lawinenzüge, welche Siedlungsräume und Verkehrsverbindungen bedrohen.

Welche Gemeinden Österreichs waren im betrachteten Zeitraum nun überhaupt von Lawinenschadensereignissen betroffen?

Um die unterschiedlichen Relevanzen einzelner Gemeinden bezüglich des Lawinengeschehens deutlich zu machen, wurde die Ereignisdichte gemeindeweise eruiert und kartographisch dargestellt (siehe Anhang 3).

Die betroffenen Gemeinden können in Evidenz gehalten werden und sie können für künftige Erhebungstätigkeiten kontaktiert werden.

Die beigelegten und nach Bundesländern geordneten Karten „Gemeldete Lawinenschadensereignisse im österreichischen Alpenraum“ stellen, in Klassen eingeteilt, dar, wie groß die Lawinendichte der einzelnen Gemeinden im Zeitraum von 1967/68 bis 1992/93 war.

Sie sind eine Grundlage für die Erstellung von Ereignis- und Gefahrenkatastern und können der Festlegung von Dringlichkeiten und Schwerpunkten für raumordnerische (Steuerung der sozioökonomischen Aktivitäten) und raumplanerische (Gefahrenzonenplanung als wichtigstes Kriterium der Raumplanung im Gebirge; Begrenztheit des Raumes!) Maßnahmen dienen.

Die Anzahl der Schadensereignisse in ihrer Zuordnung zu einzelnen Klassen und deren farbliche Abstufung erzeugen ein buntes Kartenbild welches zeigt, dass die Verhältnisse auch innerhalb des Hochgebirgsraumes sehr heterogen sind.

Es muss klar unterschieden werden zwischen Ereignisdichte und Gefährdungsdichte bzw. einer Geographie der Lawinengefährdung. Ereignisdichte ist eindeutig durch innerhalb des Beobachtungszeitraumes stattgefundene Lawinenabgänge mit Schadenswirkung definiert. Darunter fallen auch jene Gebiete, welche nur von (Schi-) Touristen aufgesucht werden („freier Raum“) und daher in Bezug auf die Gefährdung des besiedelten Bereiches nicht relevant sind.

Die Begriffe Gefährdungsdichte und Geographie der Lawinengefährdung müssen differenziert und kritisch betrachtet werden; sie sind, ebenso wie die Ereignisdichte, nicht allein durch Naturgegebenheiten bestimmt, sondern auch durch die Aktivitäten des Menschen im Raum. Aber sie beschreiben ein Potential, welches auf Grund von historischen Erfahrungen und Messdaten ermittelt wurde. Diese Potential wird um so größer, je größer der Zeitraum gewählt wird, der den Ermittlungen zu Grunde gelegt wird (Wiederkehrdauer besonderer Witterungsverhältnisse). Und sie sind auf den siedlungs- und verkehrsrelevanten Raum eingeschränkt.

Deswegen ist ein Vergleich von Ereignis- und Gefährdungsdichte nicht zulässig und die Ereignisdichte zwar als eine Geographie des Lawinengeschehens im gesamten Raum, aber nicht als eine Geographie der Lawinengefährdung des besiedelten Bereiches zu verstehen.

3.1.6 Maße der Zentraltendenz und der Streuung

Gipfelwert (Modus):

Weil dieser Wert stark von der jeweils vorgenommenen Klasseneinteilung abhängig ist, wurden die Anzahlen der Ereignisse pro Winter in zwei verschiedene Gruppen von Klassen aufgeteilt.

- a) 1-50, 51-100, 101-150, 151 ... und
- b) 1-100, 101-200, 201-300, 301 ...

Die Klassen 251-300, 301-350, 351-400, 551-600 und 601-650 der Gruppe a) weisen null Elemente auf, ebenso die Klasse 301-400 der Gruppe b).

Nach der Schätzformel (BAHRENBURG et al., 1990)

$$Md = U + \left(\frac{f_0 - f_{0-1}}{2 \cdot f_0 - f_{0-1} - f_{0+1}} \right) \cdot b$$

mit

Md = Modus

U = untere Klassengrenze der am stärksten besetzten Klasse (jeweils 101)

f_0 = Anzahl der Elemente der am stärksten besetzten Klasse (7 bzw. 11)

f_{0-1}, f_{0+1} = Anzahl der Elemente in den beiden Nachbarklassen (5 und 4 bzw. 8 und 2)

b = Klassenbreite (50 bzw. 100)

ergeben sich für a) 121 Ereignisse und für b) 126.

Innerhalb eines Zeitraumes von etwa 30 Jahren sind daher, rein rechnerisch, 120 Schadenslawinenereignisse pro Winter am häufigsten zu erwarten.

Zentralwert (Median)

Dieser liegt nach der Formel (BAHRENBURG et al., 1990)

$$Me = \frac{1}{2} \cdot (x_k + x_{k+1})$$

für

k = $n/2$ (13)

n = Anzahl der Variablenwerte (26)

$x_1 < x_2 < x_3$

$x_{13} = 142$

$x_{14} = 144$

bei 143 Ereignissen

Dieser Wert teilt die Variablenwerte in zwei Hälften, d. h. 50 % der Winter weisen weniger als 143 Ereignisse auf. Er stellt das zusammenfassende Maß der Datenreihe (Lawinenereignisse pro Winter der Winterhalbjahre von 1967/68 bis 1992/93) dar. In einer knapp dreißigjährigen Periode kann daher, wenn keine solchen Extremwerte wie 671 und 542 auftreten, mit durchschnittlich 143 Lawinenschadensereignissen pro Winter gerechnet werden.

Mittelwert:

Das arithmetische Mittel ($\bar{x}$) der Variablenwerte der Datenreihe beträgt 197,5 Ereignisse pro Winter. Die Abweichungen von diesem Wert in ihrer Amplitude fallen nach oben hin wesentlich stärker aus als nach unten (siehe Abb. 1). Weil jede Variable gleichwertig in die Berechnung eingeht, ist dieser Wert stark von diesen positiven Abweichungen beeinflusst und liegt daher deutlich höher als der Zentralwert.

Die Unterschiede der Maße der Zentraltendenz lassen erkennen, dass eine asymmetrische Verteilung der Variablenwerte vorliegt.

Spannweite:

Die Spannweite $R = (x_{\max} - x_{\min})$ beträgt 647 Ereignisse.

Abweichungen:

Die mittlere Abweichung d^- (entsprechend dem mittleren Abstand der einzelnen Datenwerte vom arithmetischen Mittel) beträgt 126,1 Ereignisse, die Standardabweichung s 168,5. Die relative Variabilität V beträgt 63,8 %, der Variationskoeffizient v 85,3 %.

Die beobachteten bzw. errechneten erheblichen Abweichungen (Streuungen) der kennzeichnenden Maßzahlen des Lawinengeschehens können durch die große zeitliche (und räumliche) Variabilität der Schneedecke, von deren Zustand das Lawinengeschehen abhängig ist, erklärt werden. Der jeweilige Zustand der Schneedecke ist durch den Witterungsverlauf bestimmt.

3.1.7 Zusammenfassung und Diskussion

Die 5135 gemeldeten Schadenslawinen sind über den beobachteten Zeitraum recht unregelmäßig verteilt. Ein – theoretischer – Durchschnittswert sind 197,5 Schadenslawinenereignisse pro Winter (das sind bloß 4,5 % aller nach dem Forstgesetz von 1975 in Österreich als siedlungsgefährdend ausgewiesenen Lawinen); davon weicht das Maximum (Winter 1974/75: 671 Ereignisse) um 473,5 Ereignisse ab, das Minimum (Winter 1989/90: 24 Ereignisse) um 173,5 Ereignisse. Die Spannweite vom Minimum zum Maximum beträgt das 3,3-fache des Durchschnittswertes (dem der Winter 1972/73 mit 198 Ereignissen am nächsten kommt). 18 mal wird der arithmetische Mittelwert unterschritten, acht mal –allerdings sehr stark– überschritten. Der Maximalwinter übertrifft den zweitstärksten (1981/82: 542 Ereignisse) noch um 129 Ereignisse.

Auffallend an diesen beiden Wintern ist, dass nicht Tirol – wo sich im Durchschnitt der gesamten Periode 41 % aller Schadenslawinenabgänge ereigneten – das Bundesland mit den häufigsten Ereignissen war. Im Winter 1981/82 war das Vorarlberg, knapp gefolgt von Tirol.

Der ereignisreichste Winter (1974/75) fand innerhalb Österreichs sehr kleinräumig statt: in Kärnten und den Südstaulagen des Alpenhauptkammes fielen im Monat März mehr als 600 % der durchschnittlichen Niederschlagsmengen; als Folge davon ereigneten sich allein in Kärnten 376 schadenbringende Lawinenabgänge. Das waren 56 % aller Ereignisse des gesamten Winters ganz Österreichs. Dieser extreme Winter brachte Kärnten mit 18 % aller Schadenslawinen der gesamten Periode hinter Tirol an die zweite Stelle. Im darauffolgenden Winter kam es in Kärnten nur zu einem einzigen Lawinenschadensereignis.

Diese Ergebnisse zeigen die zeitliche Verteilung der Lawinenereignisse woraus erkennbar ist, dass kein Winter hinsichtlich der Lawinenaktivität gleich einem anderen verlaufen ist. Dieses ist eine logische Analogie zur Variabilität des Auf- und Abbaues der Schneedecke (FLURI, 1992) und räumlich betrachtet ist zu erkennen, dass

die Amplituden der Ereigniszahlen pro Winter im Süden Österreichs deutlich größer sind als in den übrigen Regionen. Dieser Umstand kann als Übereinstimmung mit der bekannten Struktur der Niederschläge gewertet werden.

Im Winter 1967/68 wurden relativ wenige Lawinenereignisse registriert. Doch waren die Schäden außerordentlich groß; besonders in Vorarlberg: Beschädigung und Zerstörung von Wohnhäusern mit Todesopfern, Totalausfall der ÖBB auf der Arlberg Westrampe für drei Wochen usw.

Die gesamte beobachtete Periode kann in drei Abschnitte bezüglich der Anzahl der Ereignisse eingeteilt werden:

- die Phase von 1967/68 bis 1975/76 mit extremen Schwankungen (35 bis 671);
- die Phase von 1976/77 bis 1987/88 mit durchschnittlichen bis überdurchschnittlichen Ereigniszahlen (107 bis 542) und die letzte Phase von 1988/89 bis 1992/93 mit stark unterdurchschnittlichen Ereigniszahlen (24 bis 105).

Erwartungswert: Unter den gegebenen Bedingungen ergibt sich aus der statistischen Analyse von 26 Wintern ein gemittelter Modus von 123,5. Das bedeutet, dass in einem Zeitraum von knapp 30 Jahren am häufigsten mit etwas mehr als 120 Schadenslawinenereignissen pro Winter im österreichischen Alpenraum zu rechnen ist.

Eine Differenzierung der Schadenslawinen nach Sach- und Personenschäden (Unfall-Lawinen) bringt Tirol bei den Personenschäden einen noch höheren Anteil (49 %), Kärnten aber einen wesentlich geringeren (6 %).

Bei 1103 Unfall-Lawinenereignissen wurden 2564 Personen verschüttet, 835 verletzt und 701 getötet. 54 % der getöteten Personen kamen in Tirol ums Leben, 16 % in Salzburg und 13 % in Vorarlberg. Insgesamt 514 Menschen verunglückten bei ihren Freizeitaktivitäten im freien (459 Tote) und gesicherten (55 Tote) Gelände. Damit entfallen 73 % der Lawinentoten auf den Sektor „Tourismus und Freizeit“. Der Anteil der Schitourengänger an den Toten im freien Gelände konnte nicht in allen Jahren genau erfasst werden, doch beträgt er erfahrungsgemäß und auch gemäß einer Zusammenstellung des Institutes für Lawinen- und Wildbachforschung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt über die Jahre von 1979/80 bis 1993/94 etwas mehr als 70%.

In zwei Wintern mit durchschnittlich vielen Schadensereignissen (1972/73: 198 Ereignisse, 1973/74: 202 Ereignisse) erfolgten – unmittelbar nacheinander – das Maximum (61 Tote bei 62 Unfällen) sowie das Minimum (7 Tote bei 15 Unfällen) an Lawinentoten. Der langjährige Durchschnitt an Lawinentoten pro Winter beträgt 27 Personen.

Pro Winter ereigneten sich durchschnittlich 42 Lawinenunfälle. Die Abweichungen von diesem Wert sind relativ gering, das Minimum liegt bei 15 (1972/73); das Maximum bei 82 (1984/85) Lawinenunfällen pro Winter.

Sehr groß dagegen ist der Unterschied im Anteil der Unfall-Lawinen an den Gesamt-Lawinen:

In den Katastrophenwintern mit besonders vielen Schadensereignissen liegt der Anteil der Unfall-Lawinen an den Gesamtlawinen meist unter 10 % (1974/75: 6 %,

1989/90: 7 %), bei einer unterdurchschnittlichen Anzahl von Lawinenereignissen steigt er bis zu 69 % (1968/69), im Extremfall (1989/90) bis 96 % an.

Ein Vergleich dieser Zahlen mit den Kurzcharakteristiken (LUZIAN, 1998) der Winterverläufe kann folgendermaßen interpretiert werden:

Während in Wintern mit überdurchschnittlichen Niederschlägen (=geschlossene Schneedecke bis in die Tällagen!) die Zahl der „Katastrophenlawinen“ (vor allem solche, die vorwiegend reine Sachschäden aber auch Personenschäden im Talbereich anrichten) zunimmt, nimmt der Anteil der Unfall-Lawinen (wodurch hauptsächlich Touristen im Hochgebirge zu Schaden kommen) in schneearmen Wintern stark zu.

Eine geschlossene Schneedecke, die bis in die Talböden reicht, kann somit als eine Voraussetzung für „Tal- bzw. Katastrophenlawinen“ betrachtet werden.

Über 200 000 Laufmeter an Verkehrsverbindungen wurden verschüttet. Dabei entfielen 42 % auf überregionale Straßen (vorwiegend Bundesstraßen), 32 % auf regionale Straßen, 23 % auf lokale Straßen und nur 3 % auf die Eisenbahn. Weiters wurden mehr als 27 000 lfm Verbindungsleitungen (Telefon, Hoch- und Niederspannungsleitungen) durch Lawinenabgänge zerstört.

521 Betriebsanlagen, 113 Masten von Verbindungsleitungen und Liftanlagen, 41 Wohngebäude, 40 Brücken und 3 öffentliche Gebäude wurden zerstört, 570 weitere Bauwerke beschädigt.

700 Fahrzeuge – etwa zu drei Viertel Personenkraftwagen – wurden verschüttet, 234 davon zerstört, die übrigen beschädigt.

Mehr als 200 000 Festmeter reine Waldschäden und über 800 ha Wald- und Flurschäden in Kombination traten auf.

Verkehrsunterbrechungen, Suchaktionen, Zugentgleisungen, Zerstörung von Lawinenverbauungswerken und Messanlagen waren noch zusätzliche, meist nur ungenau erhobene, aber doch zum Teil recht kostenintensive, Sachschäden.

30 % der nach Anrissmerkmalen klassifizierten schadenbringenden Lawinen rissen von einem Punkt aus an (waren Lockerschneelawinen), 70 % hatten einen linienförmigen Anriss (waren Schneebletlawinen). Häufig konnte die Anrissform jedoch nicht festgestellt werden, meist wegen Sichtbehinderung durch Nebel. Dieser Umstand trifft auch auf die Beobachtung der Lage der Anrissgebiete bezüglich der aktuellen Waldgrenze zu. Über der derzeitigen – nicht potentiell möglichen! – Waldgrenze lagen 57 % der festgestellten Anrissgebiete, an ihr 12 % und darunter 31 %.

Aus der gemeindeweisen Auflistung aller Schadenslawinenereignisse des Beobachtungszeitraumes ist eine Relevanz der einzelnen Gemeinden Österreichs in Bezug auf ihre Lawinenvorkommnisse abzuleiten. Diese kann durch Berücksichtigung der konkreten Situation als wichtiges regionales und überregionales raumplanerisches Instrument dienen.

Nach der Bilanzierung der Lawinenschäden des beobachteten Zeitraumes erhebt sich nun die Frage: sind die Grenzen dessen, was in unserem Alpenraum noch alles erschlossen werden kann, zum Teil schon überschritten worden? Denn obwohl es

keine „neuen Gefährdungen“ gibt und frühere Jahrhunderte (Gletschervorstoßperioden, also während klimatischer Abkühlungsphasen) beispielsweise an katastrophalen Ereignissen zum Teil wesentlich reicher waren als das Zwanzigste (PATZELT, 1994 und 1996 und PFISTER, 1988), werden auftretende Schäden immer größer; weil die Flächennutzung wieder weiter in zeitweise bereits gemiedene Bereiche vordringt, weil immer kostenintensivere aber gleichzeitig anfälligere Systeme den alten Gefährdungen ausgesetzt sind, und nicht zuletzt auch, weil aufgrund des Versicherungswesens an sich geringfügige Schäden „massiver ausfallen“ als sie es tatsächlich sind. Dadurch und besonders durch falsche Darstellungen in den Medien entsteht in der Öffentlichkeit ein stark verzerrtes Bild.

3.2. Aus den Meldeblättern der Alpingendarmerie

3.2.1. Nach topographischen Gesichtspunkten

Exposition der Anbruchgebiete

„Die Hangrichtung beeinflusst die Häufigkeit der Lawinenentstehung erheblich. Hiezu tragen nicht nur die in den österreichischen Alpen vorherrschenden Westwinde bei, sondern auch die Besonnung. Die nach Nordost bis Südost fallenden Hänge liegen häufig im Lee und weisen deshalb starke Schneeeinwehungen auf. Die nach Südost bis Südwest fallenden Hänge erhalten mehr Sonneneinstrahlung, so dass dort die Schneedecke sich rascher setzt und festigt. Im allgemeinen treten somit Lawinen auf Nord bis Ost gerichteten Hängen besonders häufig auf.“ (ÜBLAGGER, 1986).

Im Gegensatz dazu zeigt das Ergebnis „Exposition der Anbruchgebiete“, dass im Untersuchungszeitraum 32 % aller Anbruchgebiete der schadenbringenden Lawinen allein nach S bis SE exponiert waren. Bei einer Differenzierung nach reinen Sachschaden- und nach Unfall-Lawinen wird sichtbar, dass nur der – wesentlich kleinere – Anteil der Unfall-Lawinen (HÖLLER 1987 und MAIR 1997) an den Gesamtschadenslawinen auf den Sektor Nord bis Ost entfällt. Üblaggers Begründung für seine Aussage muss daher auf diesen Teilbereich eingeschränkt werden. Die Aussage, dass die nach Südost bis Südwest fallenden Hänge mehr Sonneneinstrahlung erhalten und sich dort somit die Schneedecke rascher setzt und festigt (ÜBLAGGER 1986), kommt bei Schneefallperioden, während derer binnen kurzer Zeit große Neuschneemengen fallen, wohl nicht zum tragen. Denn bei solchen Schneefallperioden gehen die schadenbringenden Lawinen ab, bevor diese Hänge wegen des herrschenden Schlechtwetters Sonneneinstrahlung erlangen und die Schneedecke genug Zeit zur Festigung hatte; wenn also die Schneefallperiode noch gar nicht beendet ist. Meist sind die Verhältnisse dann auch so, dass eine geschlossene Schneedecke bis in die Tallagen existiert und somit ein Vordringen der Lawinen in den siedlungsrelevanten Raum leichter möglich ist; besonders dann, wenn die Sturzbahnen schon mit älterem Lawinenschnee vorverfüllt sind.

Abb. 7

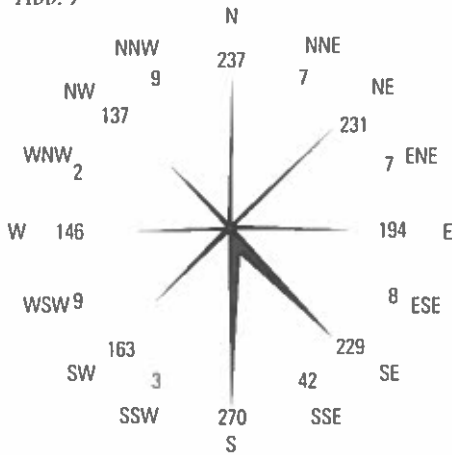


Abb. 8

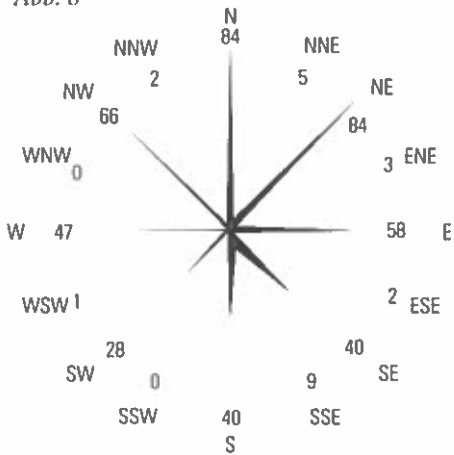


Abb. 9

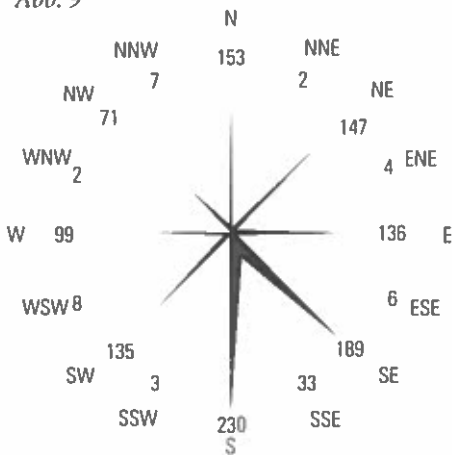


Abbildung 7:
Exposition der Anbruchgebiete
(Gesamtschadenslawinen, N=1694)

Abbildung 8:
Exposition der Anbruchgebiete
(Unfall-Lawinen, n=469)

Abbildung 9:
Exposition der Anbruchgebiete
(Sachschadenslawinen, n=1225)

Höhenstufung – Bezug zur potentiellen Waldgrenze

Die Funktionen des Waldes:

Lawinengeschehen und Wald stehen in einem engen Zusammenhang. Wald bildet dort, wo er wächst, eine große Schutzwirkung vor Lawinen. Ein dichter und gut strukturierter Wald verhindert das Anbrechen von Lawinen im Wald selbst; seine Bremswirkung gegenüber Lawinen, die oberhalb der Waldgrenze anbrechen, ist jedoch gering (IMBECK, 1987).

Wind, Strahlung, Temperatur und Schneeeinterzeption im geschlossenen Wald unterscheiden sich wesentlich gegenüber dem Freiland: die Dämpfung von Strahlung und Temperatur innerhalb des Waldes beeinflusst die Schneemetamorphose, Reif-

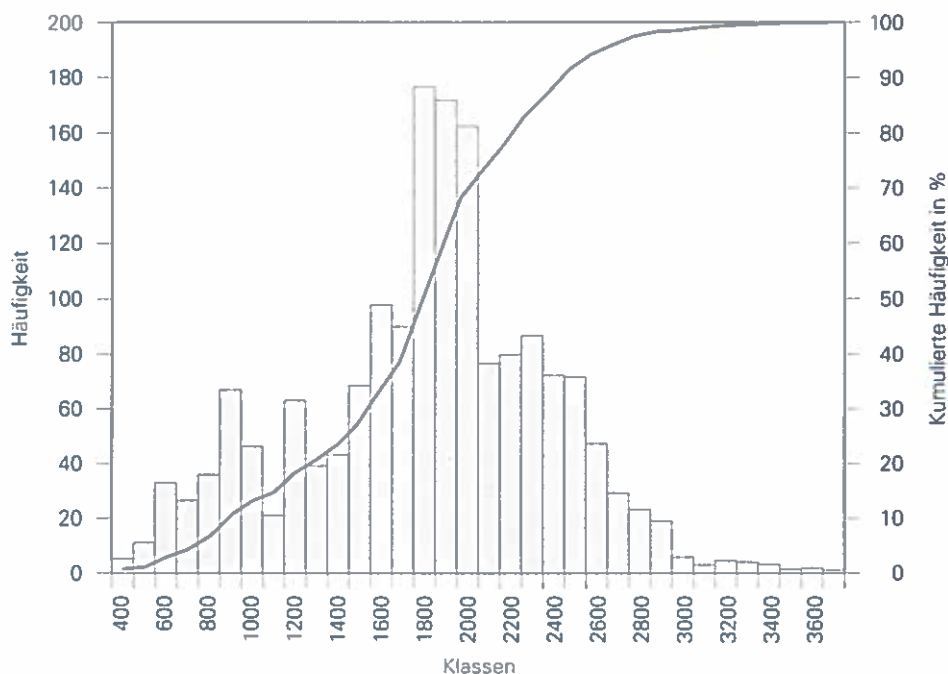
bildung und Setzung der Schneedecke. Eine besondere Art erfährt die Schneeablagerung durch den Vorgang der Schneeeinterzeption (vorübergehende Speicherung des Schnees an Pflanzenoberflächen; in einem ha gut bestockten jungen Zirbenwaldes beträgt die Nadeloberfläche 230.000 m²!), (MARKART, 2000). Der Schnee, der nachträglich in Form von Klumpen, Eisstücken oder Schmelzwassertropfen zu Boden fällt, wirkt entscheidend der aufbauenden Schneemetamorphose (Schwimmschneebildung) entgegen (IMBECK, 1987).

Die Verteilung der Anbruchgebiete der gesamten Schadenslawinen nach der Seehöhe zeigt, dass ein großer Anteil (70%) unterhalb von 2 200 m – das ist, jedenfalls im zentralalpinen Bereich, unterhalb der potentiellen Waldgrenze – anbricht.

An Beispielen einzelner Katastrophenereignisse (Winter 1950/51 Tirol, Winter 1953/54 Vorarlberg) wurde dieser Umstand schon früh erkannt. SCHIECHTL (1954) schrieb: „doch fest steht, dass ein Teil derselben innerhalb des möglichen Waldgürtels abbricht.“

Die nun relativ große Zahl 1692 und über den gesamten österreichischen Alpenraum auf diesen Faktor hin untersuchten Schadenslawinenabgänge bestätigen, dass doch wesentlich weniger Lawinen mit Schadenswirkung zu erwarten wären, wenn alle potentiellen Waldflächen bestockt wären.

Abbildung 10:
Seehöhen der Anbruchgebiete (n=1692)

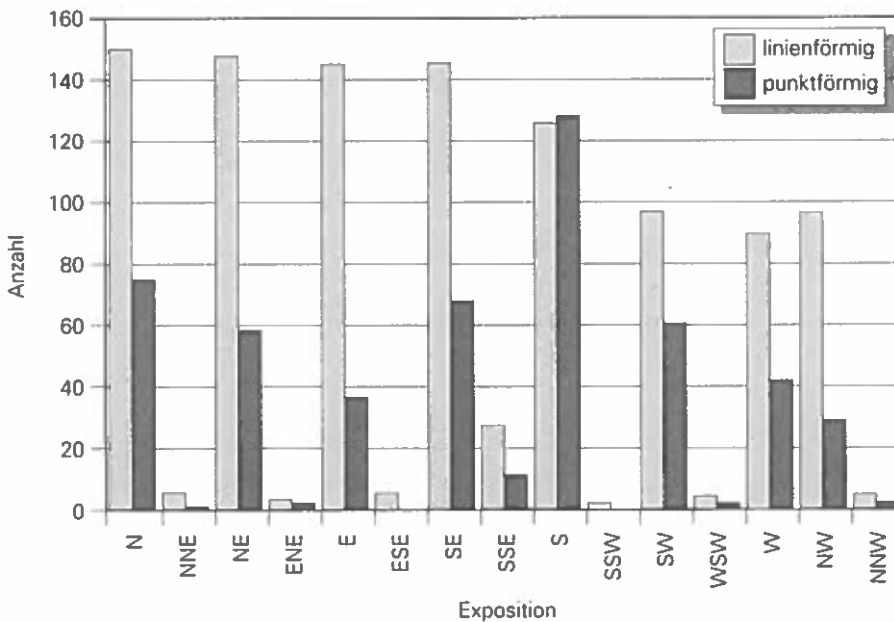


Form des Anrisses – Exposition

Wie in Kapitel drei dargestellt, hatten 70 % aller Schadenslawinen einen linienförmigen Anriss (Schneebrettlawinen), 30 % einen punktförmigen (Lockerschneelawinen).

Bei einer Verknüpfung der Form des Anrisses mit der Exposition verschiebt sich dieses Verhältnis je nach Exposition geringfügig. Es besteht jedoch eine Ausnahme: bei der Exposition Süd überwiegt die von einem Punkt aus anreißende Form knapp. Siehe Abb. 11.

Abbildung 11:
Anrissformen-Expositionen (n=1589)



3.2.2. Nach klimatologischen Aspekten

Niederschlag

Vorbemerkungen: Den aus den Meldeblättern entnommenen qualitativen Angaben wurden folgende Quantitäten zugeordnet (nach Dr. Karl GABL, 1998)

Schneefall:	bis 30 cm Neuschneesumme in drei Tagen
Starker Schneefall:	bis 80 cm Neuschneesumme in drei Tagen
Extremer Schneefall:	bis 120 cm Neuschneesumme in drei Tagen
Katastrophaler Schneefall:	über 120 cm Neuschneesumme in drei Tagen

Tab. 10:
Niederschlag

Niederschlagsform bzw. Qualität	Anzahl	%
Schneefall	127	15,1
Starker Schneefall	260	30,8
Extremer Schneefall	315	37,4
Katastrophaler Schneefall	10	1,2
Schneefall und Regen	3	0,4
Starker Schneefall und Regen	12	1,4
Extremer Schneefall und Regen	29	3,4
Regen	83	10,3
Summen	843	100,0

Weil relativ häufig auch Regen, bzw. Schneefall mit Regen vermischt oder Regen auf Schneefall folgend als lawinenbildender Faktor angeführt wurde, wird diese Tatsache gesondert dargestellt. Doch ist leider nicht bekannt, ob es beispielsweise im Anbruchgebiet schneite und nur im Ausschüttungsbe-
reich regnete, oder ob das gesamte Lawineneinzugsgebiet von Regen betroffen war.

Zusätzlich kam es noch zu folgenden, gleichzeitigen Kombinationen klimatologischer Parameter:

Niederschlag und Temperaturanstieg:	368 mal
Niederschlag und Wind:	407 mal
Niederschlag, Temperaturanstieg und Wind:	48 mal

Temperatur

Den Meldeblättern konnte aus 2220 Einträgen, welche unter dem Parameter Lawinenbildung (klimatologische Faktoren) angeführt wurden, 298 mal die Meldung „Temperaturanstieg“ und 25 mal die Meldung „Temperaturanstieg über Null“ entnommen werden.

Wind

Wind als alleiniger lawinenbildender Faktor scheint bei 2220 Eintragungen 215 mal auf, davon 95 mal Föhn.

Insgesamt tritt Wind jedoch „als Baumeister der meisten Lawinen“ (ZDARSKY, 1929) 670 mal in Erscheinung (30 %).

Bei 284 Personenschadenslawinenereignissen, die in der Hauptsache Personen bei ihren Freizeitaktivitäten (Schitouren) betroffen haben, kommt Wind als lawinenbildender Faktor – allein oder in Kombination – 147 mal vor (52 %).

Sonneneinstrahlung

Nur drei mal unter 2220 Eintragungen wurde Sonneneinstrahlung als lawinenbildender Faktor angegeben.

3.2.3. Anmerkungen

An Hand der erstmals vorliegenden großen Zahl von Informationen zu Einzelaspekten des Lawinengeschehens (Exposition der Anbruchgebiete, Faktor Wind u. a.) konnten frühere Aussagen verifiziert, relativiert oder auch falsifiziert werden.

Um jedoch das Potential der vorhandenen Informationen weiter ausschöpfen zu können und es zu ermöglichen die sich daraus ergebenden Fakten zu analysieren und zu interpretieren ist es erforderlich, ausgewählte statistische Analyseverfahren einzusetzen.

Während nun die Angaben aus den FBVA-Berichten weitgehend ausgeschöpft sind, können die Daten aus den Meldeblättern der Gendarmerie mit Hilfe der Schadenslawinendatenbank künftig noch für eine Reihe von Fragestellungen verwendet werden (siehe 1.4).

Schlussbemerkungen

Mit dem Vordringen (Fremdenverkehr u.a. Tätigkeiten) in zwischenzeitlich bereits gemiedene Naturgefahrenbereiche setzen Menschen sich und die dort installierten Systeme den sehr alten (LUZIAN und PINDUR, 2000) Gefährdungen aus.

Dieser Umstand erfordert ein verstärktes Engagement im Gefahren- und Krisenmanagement. Eine wichtige Bedingung für deren Effizienz ist die möglichst genaue Kenntnis der Gefahrenbereiche –situationen und –abläufe.

Die seit 1967 vom Institut für Lawinen- und Wildbachforschung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt durchgeführte Erfassung von Lawinenereignissen stellt die Grundlage für die Einschätzung von allgemeinen, aber auch lokal begrenzten Gefahren-Situationen dar.

Im Auftrag der öffentlichen Sicherheit hat die Bundesgendarmerie 26 Jahre lang Erhebungen zu allen Schadenslawinen (nicht nur der Unfall-Lawinen) durchgeführt und diese per Meldeblatt an die Forstliche Bundesversuchsanstalt weitergeleitet.

Leider musste diese für die im Sinne der öffentlichen Sicherheit tätige Lawinenforschung so wichtige Basisarbeit wegen einer Weisung aus dem Bundesministerium für Innere Angelegenheiten eingestellt werden.

Aufgrund der nun aber doch bereits vorliegenden großen Zahl an Informationen zu allgemeinen und besonderen Aspekten des Lawinengeschehens ist es möglich, bestehende und noch zu gewinnende Erkenntnisse statistisch zu untermauern (oder zu widerlegen).

Voraussetzung dafür war die Erstellung und ist die Weiterentwicklung einer Schadenslawinendatenbank.

Literatur

- AULITZKY, H. (1977): *Stand des Lawinenschutzes und der Lawinenforschung. Aufgaben von wachsender Bedeutung.* Mitteilungen aus dem Institut für Wildbach- und Lawinenverbauung an der Universität für Bodenkultur in Wien. Heft 7/1977. Wien.
- BAHRENBURG, G. et al. (1990): *Statistische Methoden in der Geographie. Bd. 1: Univariate und bivariate Statistik.* Teubner Studienbücher Geographie. 3. Aufl. Stuttgart
- FLIRI, F. (1992): *Der Schnee in Nord- und Osttirol 1895 – 1991.* Ein Graphik-Atlas, zwei Bände. Innsbruck
- FOHN, P. (1975): *Statistische Aspekte bei Lawinenereignissen.* In: Internationales Symposium Interpraevent 1975, Schutz alpiner Lebensräume, Tagungspublikation Band 1. S. 293-304. Innsbruck
- FORSTGESETZ (1975): Bundesgesetz vom 3. Juli 1975, mit dem das Forstwesen geregelt wird, Textausgabe, Wien
- GABL, K. (1998): Mündliche Mitteilung. ZAMG – Wetterdienststelle, Innsbruck
- HOLLER, P. (1987): *Lawinenunfälle mit tödlichem Ausgang im „freien Raum“ (Winterhalbjahr 1985/86).* Lawinenkundliche Informationsblätter No 2., Forstliche Bundesversuchsanstalt, Institut für Lawinenkunde. Innsbruck
- IMBECK, H. (1987): *Die Lawinenschutzwirkung des Waldes.* In: Mitteilungen des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung, Nr. 43 (International Symposium on avalanches-formations, - movement and -effects) S. 57-67. Davos
- LATERNER et al. (1995): *Dokumentation zur Schadenslawinendatenbank (SLIDB).* In: Interner Bericht Nr. 690 des Eidgenössischen Institutes für Schnee- und Lawinenforschung. Davos
- LUZIAN, R. (1998): *Die Lawinen-Schadensereignisse in Österreich in der Periode von 1967/68 bis 1992/93.* Eine Darstellung regionalstatistischer Daten. Diplomarbeit, unveröffentlicht, Universität, Innsbruck.
- LUZIAN, R. u. P. PINDUR (2000): *Klimageschichtliche Forschung und Lawinengeschehen.* In: Wildbach- und Lawinenverbau 64, Heft 141, S. 65 – 68, Villach
- MAIR, R. (1997): *Vermeidbarkeit von Lawinenunfällen.* In: Tiroler Tageszeitung vom 19.12.1997, S.10. Innsbruck
- MARKART, G. (2000): *Der Wasserhaushalt von Hochlagenaufforstungen. Dargestellt am Beispiel der Aufforstung von Haggen bei St. Sigmund im Sellrain.* FBVA-Berichte, Nr.117, 126. S., Wien
- ÖSTAT (1996): *Österr. Statist. Zentralamt Gemeindeübersicht.* Beiträge zur Österr. Statistik, 1193. Heft. Wien
- PATZELT, G. (1994): *Former Lakes Dammed by Glaciers and Resulting Floods in the Ötztal, Tyrol.* In: Mountain Research and Development, Volume 14, No. 4, p.298-301. Berkeley
- PATZELT, G. (1996): *Modellstudie Ötztal – Landschaftsgeschichte im Hochgebirgsraum.* In: Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, 138. Jahrgang, S. 53 – 70. Wien
- PFISTER, Ch. (1988): *Klimageschichte der Schweiz 1525 – 1860. Das Klima der Schweiz 1525 – 1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft.* 3.Auflage. Bern und Stuttgart
- RABOFSKY, E. (1977): *Ziele der Lawinenforschung in Österreich. Auswertung der Beratungs- und Untersuchungsergebnisse über die Erarbeitung eines Kataloges von Zielen der Lawinenforschung in Österreich.* Publikation des Österreichischen Kuratoriums für alpine Sicherheit. Wien

- RACHOV, W. (Herausgeber, 1989): *Lawinen in Österreich*. Lawinengefahren und Lawinenschutz, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien
- SCHAFFHAUSER, H. (1994): *Aufgaben und Ziele der Lawinenforschung seit 1985*. In: *Waldforschung an der Forstlichen Bundesversuchsanstalt 1984-1994*. S. 77-82. Wien
- SCHAFFHAUSER, H., MARKART, G. u. R. LUZIAN (1998): *Gedanken über zukünftige Projekte für Planung und Massnahmensetzung in der Lawinen- und Wildbachforschung*. In: *Wildbach- und Lawinenverbau*, Heft 137, S. 73 – 78, Villach
- SCHIECHTL, H. M. (1954): *Die Folgen der Entwaldung am Beispiel des Finsingtales in Nordtirol*. In: *Zentralblatt für das gesamte Forstwesen*, 73. Jahrgang, S. 13-28. Wien
- SCHNEERELI et al.: (1998): *Wechselwirkungen zwischen Klima, Lawinen und technischen Massnahmen*. In: Bader, St., u. P. Kunz: *Klimarisiken – Herausforderung für die Schweiz*. Wissenschaftlicher Schlussbericht NFP 31, Zürich
- SCHNETZER, (2001): Mündliche Mitteilung. BMLFUW, Wien
- STEINACKER, R. (2000): *Eine ostalpine Strömungslagenklassifikation*. Universität Wien, Institut für Meteorologie und Geophysik, unveröffentlicht, Wien
- ÜBLAGGER, G. (1986): *Lawinen*. In: *Österreichische Raumordnungskonferenz (ÖROK)*, Schriftenreihe Nr. 50, S.31. Wien
- WILHELM, Ch. (1997): *Wirtschaftlichkeit im Lawinenschutz. Methodik und Erhebungen zur Beurteilung von Schutzmassnahmen mittels quantitativer Risikoanalyse und ökonomischer Bewertung*. Mitteilungen Nr. 54, Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos.
- ZANETTI, P. (2001): *Lawinendatenbank*. GIS Consulting und Development, unveröffentlicht, Bozen
- ZDARSKY, M. (1929): *Beiträge zur Lawinenkunde*. Wien
- Verfasser: Mag. Roland Luzian
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
Rennweg 1
A-6020 Innsbruck
e-Mail: roland.luzian@uibk.ac.at

Anhang 1

Jährlich durch Lawinen in Österreich verursachte Kosten. Eine grobe monetäre Bewertung.

(Durchschnittswerte aus den Wintern von 1967/68 bis 1998/99)

	Anzahl	Kosten in Mio ATS	Kosten in Mio EURO
Schadenslawinen	140 (Median)	-	-
Unfall-Lawinen	35	-	-
Tote	25	-	-
Verletzte	35	5	0,36
Bauwerke zerstört	20	55	4,00
Bauwerke beschädigt	20	10	0,73
Fahrzeuge zerstört	10	3	0,22
Fahrzeuge beschädigt	20	1	0,07
Eisenbahn, verschüttet	250 lfm	1	0,07
Überregionale Strassen, verschüttet	3 300 lfm	2,5	0,18
Regionale Strassen, verschüttet	4 300 lfm	2,5	0,18
Leitungen, zerstört	1 000 lfm	5	0,36
Wald, zerstört	250 ha / 8000 fm	15	1,09
Forschung	-	10	0,73
Warnung	-	15	1,09
Zwischensumme		125	9,08
Verbauung	-	250*	18,17
Gesamt	-	375	27,25
*davon 180 Bundesmittel, 50 Länderbeitrag, 20 Gemeinden und andere Interessenten			

Definitionen, Annahmen:

Schadenslawinen:

Alle im angegebenen Zeitraum gemeldeten Lawinen, welche in irgendeiner Form Kosten verursacht haben.

Unfall-Lawinen:

Alle Lawinen die zur Erfassung, Verschüttung, Verletzung oder Tötung von Personen geführt haben.

Verletzte:

Annahme ist ein Lawinenunfallopfer mit Oberschenkelbruch und Hubschrauberabtransport (Transport-, Heilungs- und Ausfallkosten eines Durchschnittsverdieners)

Bauwerke:

Mischpreis zu je 50% aus „teuren“ (ATS 5 Mio, z.B.: Wohnhaus) und „billigen“ (ATS 0,5 Mio, z.B.: Heustadel) Objekten, Produktionsausfall ist nicht inbegriffen

Eisenbahn:

Verschüttungslaufmeter; Räumungs- und Instandsetzungskosten, Ausfallzeiten und Umleitungen sind nicht inbegriffen

Überregionale Strassen:

Autobahnen, Schnellstrassen, Bundesstrassen; Verschüttungslaufmeter; Räumungs- und Instandsetzungskosten, Ausfallzeiten und Umleitungen sind nicht inbegriffen

Regionale Strassen:

Landes- und Gemeindestrassen; Verschüttungslaufmeter; Räumungs- und Instandsetzungskosten, Ausfallzeiten und Umleitungen sind nicht inbegriffen

Leitungen:

Verbindungsleitungen verschiedener Arten, im Mischpreis ist ein Hochspannungsmast berücksichtigt; Verschüttungslaufmeter; Räumungs- und Instandsetzungskosten, Ausfallzeiten und Umleitungen sind nicht inbegriffen

Wald:

Davon 10 Mio Schadholz und 5 Mio für Aufarbeitung und Aufforstung

Anmerkung:

75 % der Toten und Verletzten sind den Bereichen SPORT und FREIZEIT zuzuordnen.

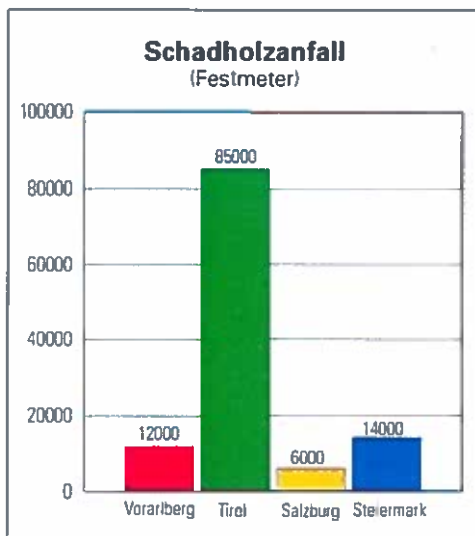
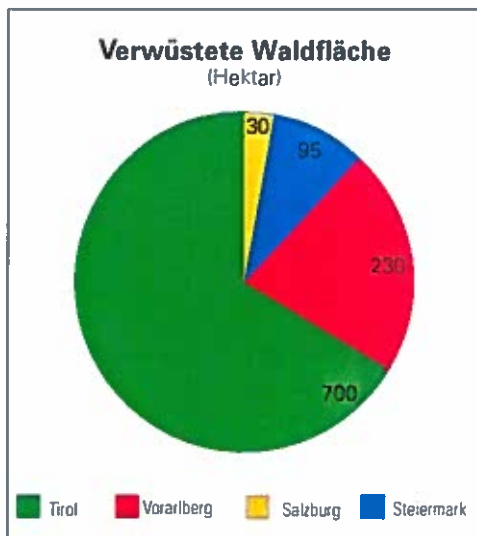
Quellen:

Eigene Erhebungen, mündliche Auskünfte: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Tiroler Landesregierung, Tiroler Gebietskrankenkasse

Anhang 2

Durch Lawinen verursachte Waldschäden in Österreich im Winter 1998/99

(eine vorläufige Bilanz)



Anmerkungen:

Verwüstete Waldfläche

In diese Angaben sind auch Jungwaldflächen, welche sich zum Teil in bereits bestehenden Lawinenzügen entwickelt hatten, inbegriffen. Solche alte Lawinenzüge wurden im Winter 98/99 durch Lawineneinwirkung wieder erheblich aufgeweitet.

Mit 1055 ha österreichweit übertrifft die Summe der verwüsteten Flächen jene der gesamten Periode von 1967 bis 1993 (800 ha) deutlich.

Schadholzanfall

Da zum Zeitpunkt der Erhebung noch nicht alle Seitentäler erfaßt werden konnten, muß bei der Summe des Schadholzes (117 000 fm) mit einer Erhöhung um mehr als 20% gerechnet werden.

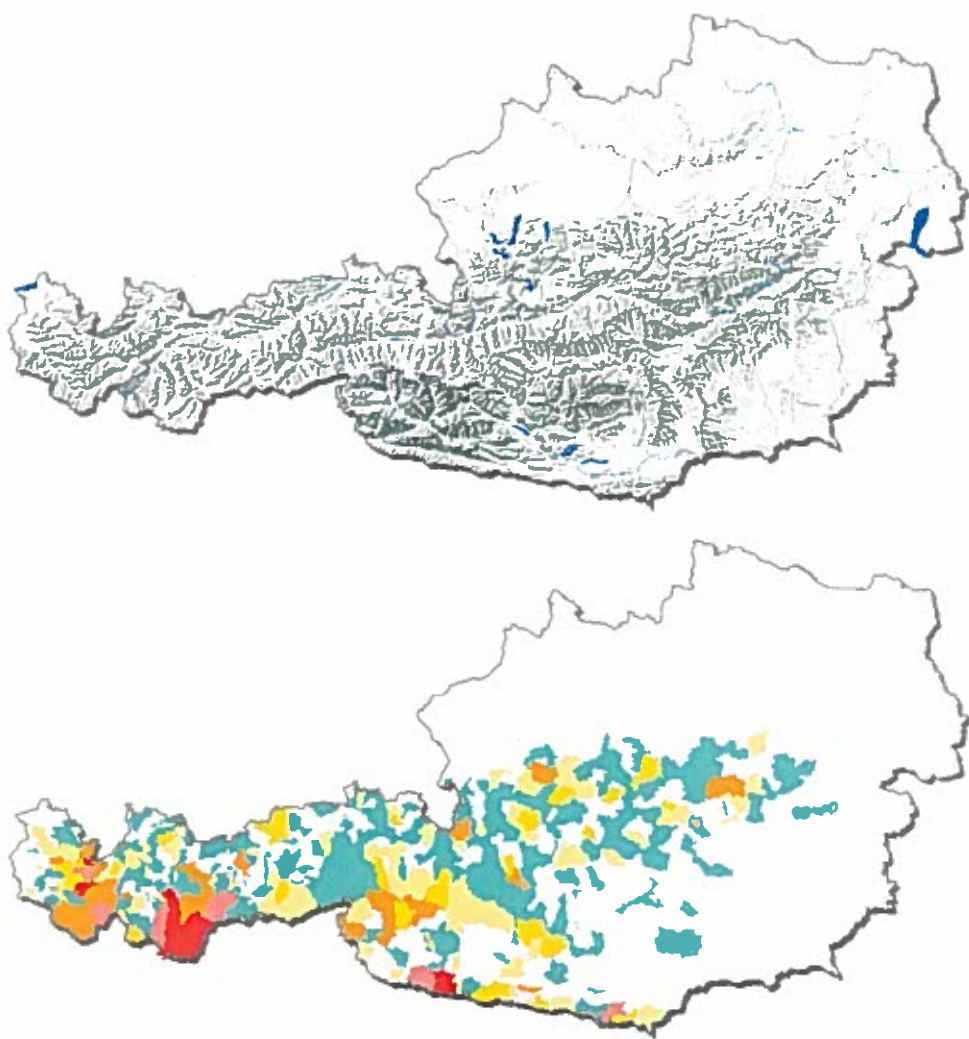
Quellen:

Bezirksforstinspektionen (Bregenz, Bludenz, Landeck, Reutte, Imst, Innsbruck-Land, St. Johann, Zell am See, Stainach, Liezen), Österr. Bundesforste

Anhang 3

Kartenbeilage

Gemeindeweise Darstellung aller gemeldeten Lawenschadensereignisse im österreichischen Alpenraum der Periode von 1967/68 bis 1992/93

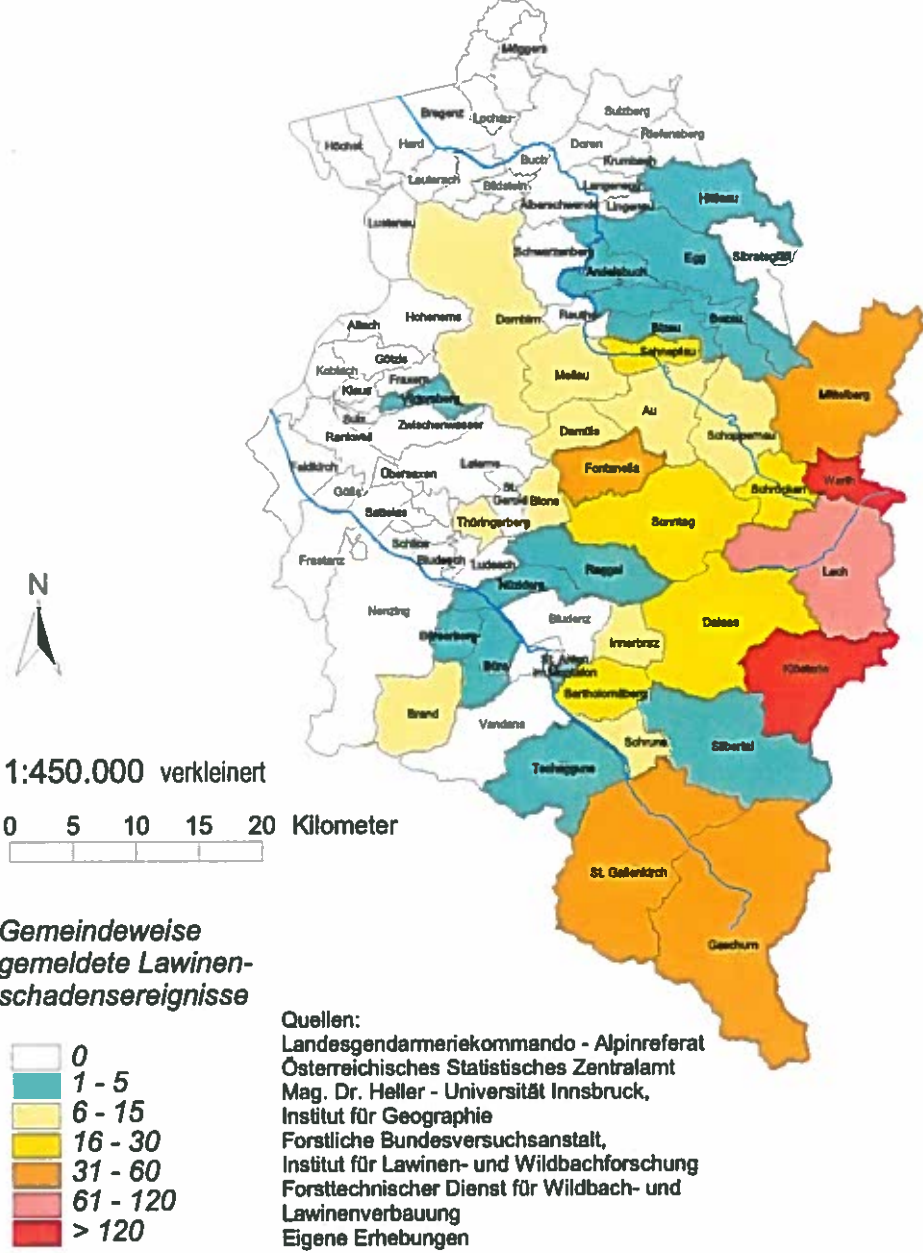


Anhang 3/1: Vorarlberg

Gemeldete Lawinenschadensereignisse
im Österreichischen Alpenraum

Vorarlberg

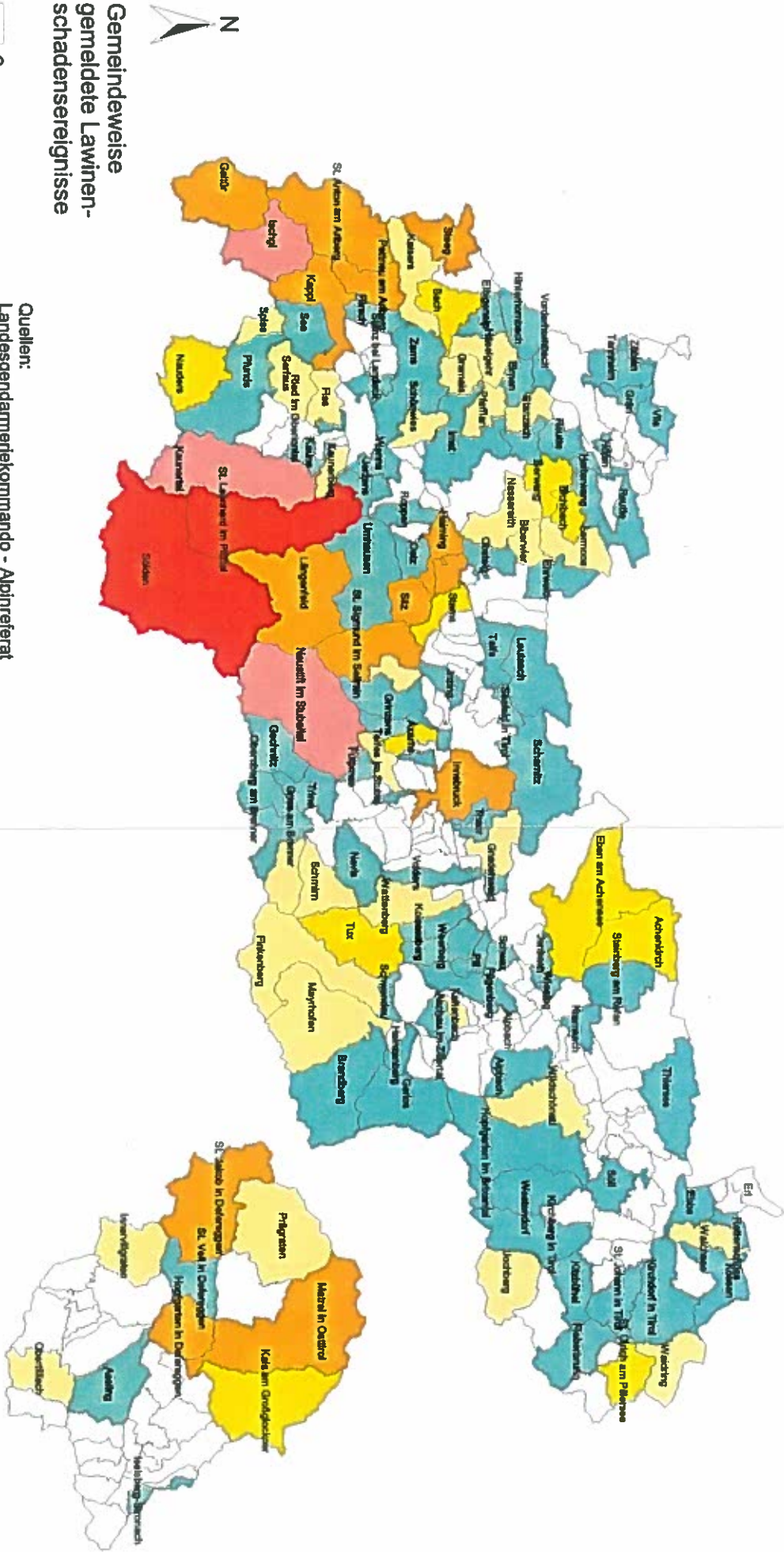
Periode: 1967/68 - 1992/93



Anhang 3/2: Tirol Gemeldete Lawinenschadensereignisse im österreichischen Alpenraum

Periode: 1967/68 - 1992/93

Tirol



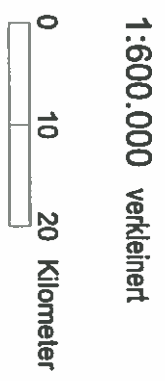
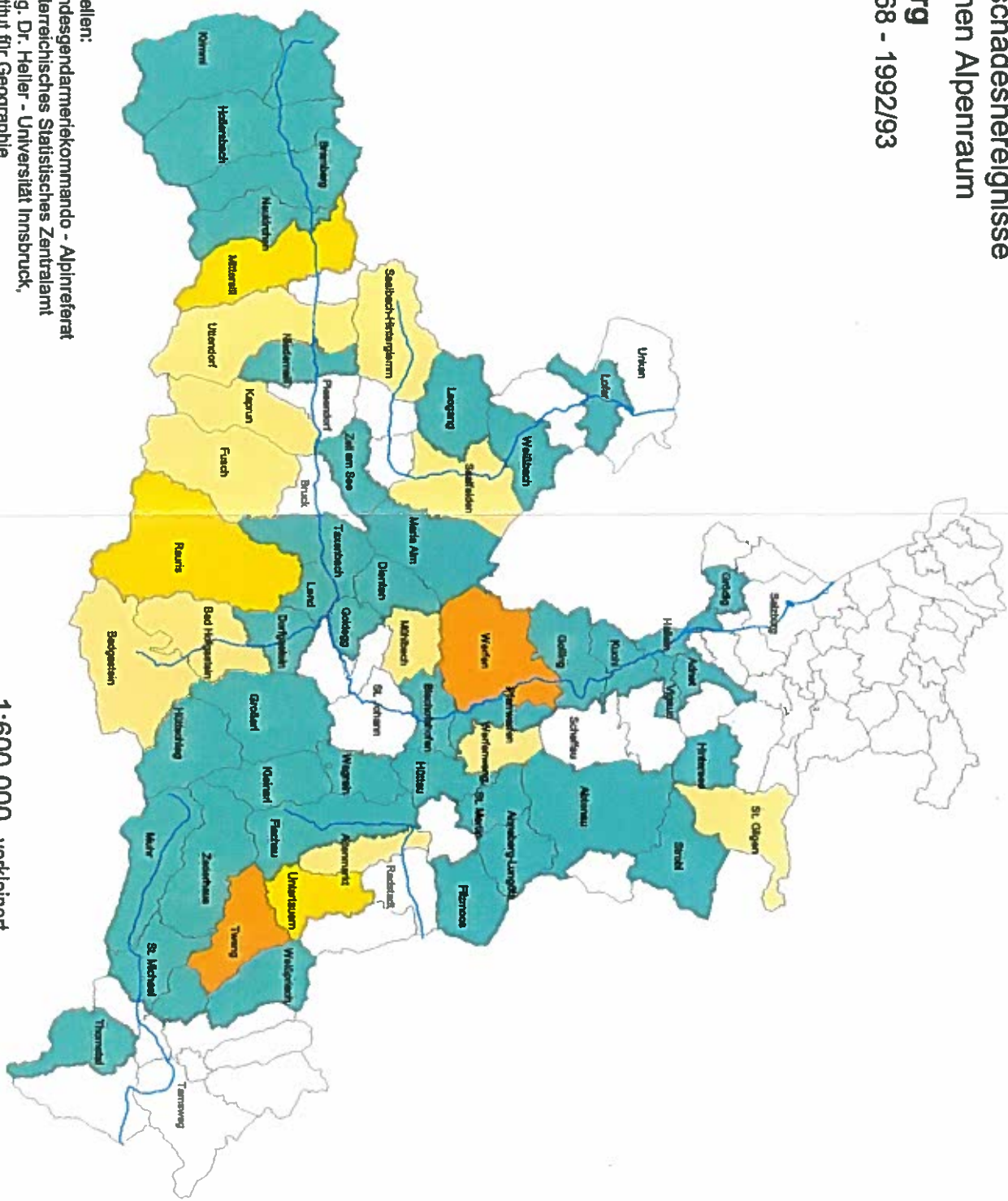
Anhang 3/3: Salzburg Gemeldete Lawinenschadensereignisse im österreichischen Alpenraum

Salzburg
 Periode: 1967/68 - 1992/93



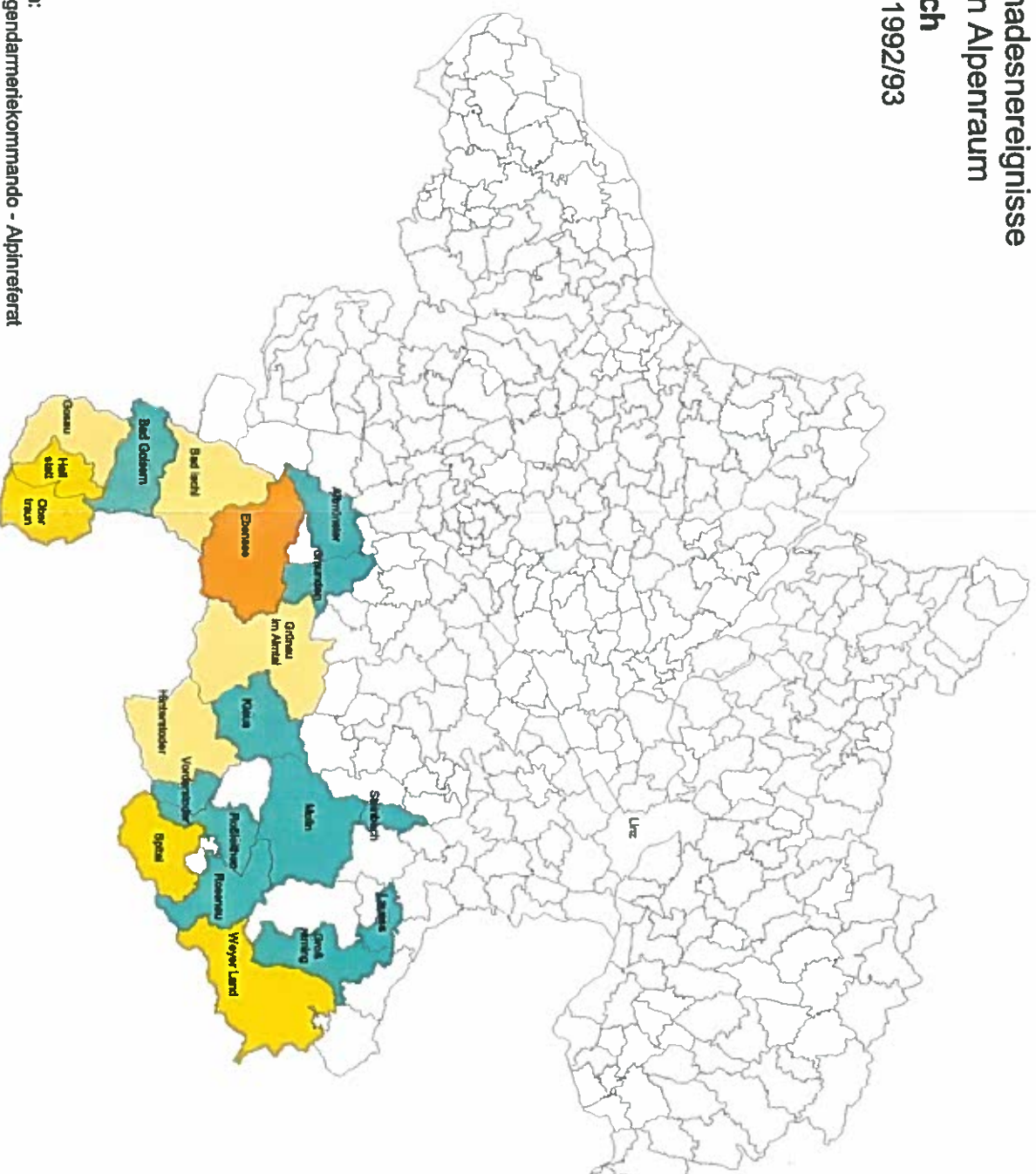
Gemeindeweise
 gemeldete Lawinen-
 schadensereignisse

Quellen:
 Landesgendarmeriekommando - Alpinreferat
 Österreichisches Statistisches Zentralamt
 Mag. Dr. Heller - Universität Innsbruck,
 Institut für Geographie
 Forstliche Bundesversuchsanstalt,
 Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
 Forstechnischer Dienst für Wildbach- und
 Lawinenverbauung
 Eigene Erhebungen

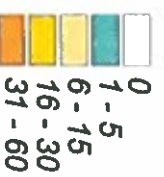


Anhang 3/4: Oberösterreich Gemeldete Lawinenschadensereignisse im österreichischen Alpenraum

Periode: 1967/68 - 1992/93



Gemeindeweise
gemeldete Lawinen-
schadensereignisse



Quellen:

Landesgendarmeriekommando - Alpinreferat
Österreichisches Statistisches Zentralamt
Mag. Dr. Heller - Universität Innsbruck,
Institut für Geographie
Forstliche Bundesversuchsanstalt,
Institut für Lawnen- und Wildbachforschung
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawnenverbauung
Eigene Erhebungen

1:750.000 verkleinert



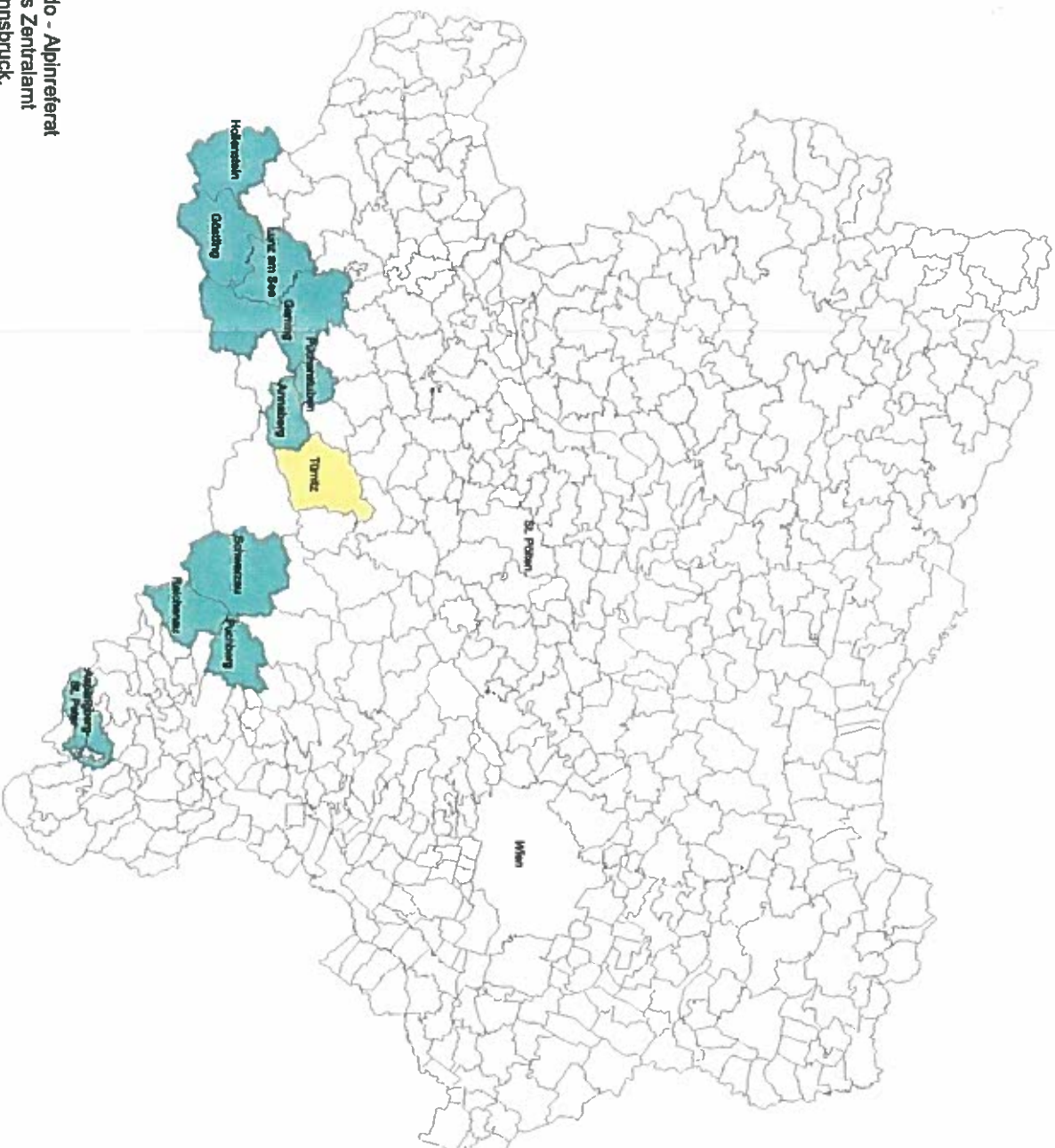
Anhang 3/5: Niederösterreich Gemeldete Lawinenschadensereignisse im österreichischen Alpenraum

Periode: 1967/68 - 1992/93

Gemeindeweise
gemeldete Lawinen-
schadensereignisse



Quellen:
Landesgendarmeriekommando - Alpinreferat
Österreichisches Statistisches Zentralamt
Mag. Dr. Heller - Universität Innsbruck,
Institut für Geographie
Forstliche Bundesversuchsanstalt,
Institut für Lawnen- und Wildbachforschung
Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawnenverbauung
Eigene Erhebungen



1:900.000 verkleinert

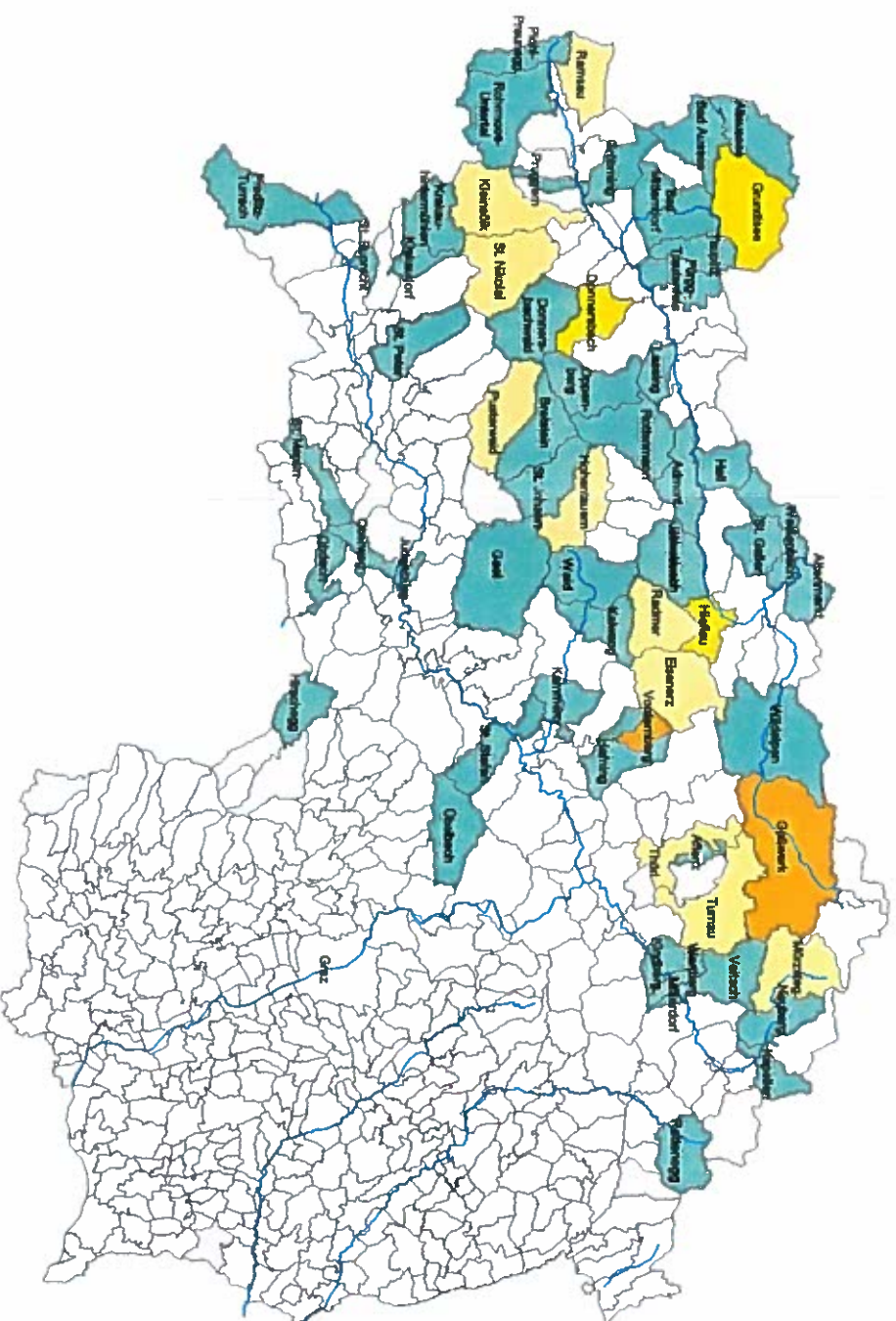


Anhang 3/6: Steiermark

Gemeldete Lawinenschadensereignisse im österreichischen Alpenraum

Steiermark

Periode: 1967/68 - 1992/93



Gemeindeweise
gemeldete Lawinen-
schadensereignisse



Quellen:
Landesgendarmeriekommando - Alpinreferat
Österreichisches Statistisches Zentralamt
Mag. Dr. Heller - Universität Innsbruck,
Institut für Geographie
Forstliche Bundesversuchsanstalt,
Institut für Lawnen- und Wildbachforschung
Forstechnischer Dienst für Wildbach- und
Lawnenverbauung
Eigene Erhebungen

1:900.000 verkleinert



Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien

			Preis in €
1983	Nr. 150	SMIDT, STEFAN: Untersuchungen über das Auftreten von Sauren Niederschlägen in Österreich. (88 Seiten)	10,90
1983	Nr. 151	Forst- und Jagdgeschichte Mitteleuropas. Referate der IUFRO-Fachgruppe S6.07-00 Forstgeschichte, Tagung in Wien vom 20.-24. September 1982. (134 Seiten)	10,90
1983	Nr. 152	STERBA, HUBERT: Die Funktionsschemata der Sortentafeln für Fichte in Österreich. (63 Seiten)	7,26
1984	Nr. 153	Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (5). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00. Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen. (224 Seiten)	18,16
1985	Nr. 154/I	Österreichische Forstinventur 1971-1980. Zehnjahresergebnis. (Seite 1-216)	15,98
1985	Nr. 154/II	Österreichische Forstinventur 1971-1980. Inventurgespräch. (Seite 219-319)	7,26
1985	Nr. 155	BRAUN, RUDOLF: Über die Bringungslage und den Werbungsaufwand im österreichischen Wald. (243 Seiten)	vergriffen
1985	Nr. 156	Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (6). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 (Wildbäche, Schnee und Lawinen). Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen. (247 Seiten)	vergriffen
1986	Nr. 157	Zweites österreichisches Symposium Fernerkundung. Veranstaltet von der Arbeitsgruppe Fernerkundung der Österreichischen Gesellschaft für Sonnenenergie und Weltraumfragen (ASSA), 2.-4. Oktober 1985 in Wien. (220 Seiten)	18,16
1987	Nr. 158/I	MERWALD, INGO E.: Untersuchung und Beurteilung von Bauweisen der Wildbachverbauung in ihrer Auswirkung auf die Fischpopulation. (Seite 1-196)	18,16
1987	Nr. 158/II	MERWALD, INGO E.: Untersuchung und Beurteilung von Bauweisen der Wildbachverbauung in ihrer Auswirkung auf die Fischpopulation. (Seite 196-364)	18,16
1988	Nr. 159	Beiträge zur Wildbacherosions- und Lawinenforschung (7). IUFRO-Fachgruppe S1.04-00 (Wildbäche, Schnee und Lawinen). Vorbeugung und Kontrolle von Wildbacherosion, Hochwässer und Muren, Schneeschäden und Lawinen. (410 Seiten)	30,52
1988	Nr. 160	MÖLLER, FERDINAND: Entwicklung von Fichtensämlingen (Picea abies (L.) Karst.) in Abhängigkeit von Ernährung und seehöhenangepasster Wachstumsdauer im Versuchsgarten Mariabrunn. (256 Seiten)	18,89
1988	Nr. 161	KRONFELLNER-KRAUS, GOTTFRIED; NEUWINGER, IRMENTRAUD; RUF, GERHARD; SCHAFFHAUSER, HORST: Über die Einschätzung von Wildbächen - Der Dürnbach. (264 Seiten)	21,80

1988	Nr. 162	Recent Research on Scleroderris Canker of Conifers. IUFRO Working Party S2.06-02 - Canker Disease-Scleroderris. Proceedings of Meetings in Salzburg/Austria and Ljubljana/Yugoslavia, September 1986. (172 Seiten)	13,08
1989	163 /I	Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet. (Seite 1-224)	21,80
1989	163 /II	Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet. (Seite 225-422)	21,80
1990	163 /III	Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet. (98 Seiten)	13,08
1990	164 /I	KILLIAN, HERBERT: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Historische Grundlagen. (167 Seiten)	13,08
1990	164 /II	KILLIAN, HERBERT: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Das Gesetz. (183 Seiten)	13,80
1990	164 /III/2	KILLIAN, HERBERT: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Die Organisation. (211 Seiten)	15,98
1990	164 /III/2	KILLIAN, HERBERT: Der Kampf gegen Wildbäche und Lawinen im Spannungsfeld von Zentralismus und Föderalismus. Die Organisation. (133 Seiten)	10,17
1990	164 /IV/1	KILLIAN, HERBERT: Dokumente und Materialien zur Geschichte der Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich. Teil 1. (184 Seiten)	13,80
1990	164 /IV/2	KILLIAN, HERBERT: Dokumente und Materialien zur Geschichte der Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich. Teil 2. (118 Seiten)	8,72
1990	165	KARRER, GERHARD; KILIAN, WALTER: Standorte und Waldgesellschaften im Leithagebirge. Revier Sommerein. Mit einem waldbaulichen Beitrag von Kriszl, Wolfgang; Müller, Ferdinand. (245 Seiten)	19,25
1991	163 /IV	Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet. (190 Seiten)	16,71
1991	166	Zusammenfassende Darstellung der Waldzustandsinventur. (265 Seiten)	21,80
1991	167 /I	STROHSCHNEIDER, ILSE: Mittelfristige Veränderungen des Bodenzustandes auf Exaktdüngungs- versuchsflächen der FBVA. I.Teil: Unbehandelte Parzellen. (200 Seiten)	14,53
1992	167 /II	STROHSCHNEIDER, ILSE: Mittelfristige Veränderungen des Bodenzustandes auf Exaktdüngungs- versuchsflächen der FBVA. II.Teil: Gedüngte Parzellen und Vergleich gedüngter mit unbehandelten Parzellen. (111 Seiten)	8,35
1992	168	Österreichische Waldboden-Zustandsinventur. Ergebnisse. Band I und II (247 Seiten)	18,16
1995	163 /V	Zum Waldsterben im Gleinalmgebiet. (143 Seiten)	10,53
1995	169	POLLANSCHÜTZ, JOSEF: Bewertung von Verbiß- und Fegeschäden Hilfsmittel und Materialien (146 Seiten)	10,90

1996	170	ANDRECS, PETER: Analyse und statistische Auswertungen von Hochwassermeldungen 1972-1993 – Grundlagen für die Beurteilung von Gefährdungen durch Wildbäche (143 Seiten)	13,80
1999	171	SCHADAUER, KLEMENS Oberhöhenbonität und Standort der Fichte nach Daten der Österreichischen Forstinventur – Abdruck der im Juni 1997 approbierten Dissertation (135 Seiten)	13,08
1999	172	NEUMANN, MARKUS; STEFAN, KLAUS; FÜRST, ALFRED; JANDL, ROBERT; KILIAN, WALTER; ENGLISCH, MICHAEL; MUTSCH, FRANZ: Das „Diagnoseprofil“ – Veränderungen in Waldökosystemen während einer 10jährigen Beobachtung (227 Seiten)	21,80
2000	173	GOBL, FRIEDERIKE; LADURNER, HEIDI: Mykorrhizen und Pilze der Hochlagenaufforstung Haggeng (99 Seiten)	9,44
2001	174	WIESER, GERHARD; HAVRANEK, WILHELM MANFRED: Troposphärisches Ozon - ein Risikofaktor für Koniferen der montanen und subalpinen Stufe Österreichs? (58 Seiten)	5,81
2002	175	LUZIAN, ROLAND Die österreichische Schadenslawinen-Datenbank Forschungsanliegen - Aufbau - erste Ergebnisse (51 Seiten)	5,10

