



MITTEILUNGEN

Nr. 170/1996

DER FORSTLICHEN BUNDESVERSUCHSANSTALT WIEN

Analyse und statistische
Auswertung von Hochwasser-
meldungen 1972-1993
Grundlagen für die Beurteilung von
Gefährdung durch Wildbäche

*Analysis and Statistical Evaluation of
Flood Reports from the Period between
1972 and 1993
Basic Material for the Assessment
of Torrent Hazards*

P. ANDRECS

ISSN 0374-9037
ISBN 3-901347-02-X

Copyright 1996 by
Forstliche Bundesversuchsanstalt

Für den Inhalt Verantwortlich :
Direktor HR Dipl. Ing. Friedrich Ruhm

Herstellung und Druck :
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Waldforschungszentrum
Seckendorff-Gudent-Weg 8
A-1131 Wien

Anschrift für Tauschverkehr :
Forstliche Bundesversuchsanstalt
Bibliothek
Seckendorff-Gudent-Weg 8
A-1131 Wien
Tel. + 43-1- 878 38 216
Fax + 43-1- 877 59 07

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Danksagung

Die vorliegende Publikation ist eine nur in wenigen Punkten veränderte Fassung einer am Institut für Wildbach- und Lawinenschutz der Universität für Bodenkultur Wien durchgeführten und im Dezember 1995 fertiggestellten Dissertation mit dem Titel "Grundlagenanalyse wildbachkundlicher Kenndaten anhand der Auswertung von Hochwassermeldungen".

Die Leitung und fachliche Betreuung dieser Arbeit übernahm der Vorstand des Institutes für Wildbach- und Lawinenschutz o.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. H. W. WEINMEISTER, dem ich dafür sehr, sehr herzlich danken möchte.

Dem Vorstand des Institutes für Forsttechnik o.Univ.Prof. Dipl.Ing. Dr. h.c. A. TRZESNIOWSKI danke ich für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse.

Mein besonderer Dank gilt dem Direktor der Forstlichen Bundesversuchsanstalt HR Dipl. Ing. F. RUHM, der mir die Möglichkeit gab viele der im Rahmen meiner Tätigkeit am Institut für Lawinen- und Wildbachforschung gewonnenen Erfahrungen in o.a. Dissertation miteinzubinden.

Ein Dankeschön auch an meine Arbeitskollegen Dipl. Ing. E. LANG und Dipl. Ing. U. STARY für so manche weiterführende Anmerkung und an Frau H. KLIMT für ihre Mithilfe bei der umfangreichen Datenerfassung.

Dipl.-Ing. Peter Andrecs

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	1
Abstract.....	1

Kapitel I

1. Einleitung	2
---------------------	---

Kapitel II

2. Grundlegendes Datenmaterial	9
2.1 Anzahl der Wildbacheinzugsgebiete in Österreich.....	9
2.2 Volkswirtschaftliche Bedeutung von Wildbach-Schadensereignissen.....	10
2.3 Räumliche Verteilung der Wildbach-Schadensereignisse 1972-1993.....	14
2.4 Wildbach-Schadensereignisse 1972-1993 in den einzelnen Jahren.....	20
2.5 Wildbach-Schadensereignisse 1972-1993 in den einzelnen Kalendermonaten.....	22

Kapitel III

3. Kennzeichnende Parameter für Wildbach-Schadensereignisse 1972-1993 in den einzelnen Bundesländern.....	24
3.1 Verbauungszustände	24
3.2 Niederschlagspezifische Ursachen	26
3.3 Geschiebeführungsarten	30
3.4 Geschätzte Jährlichkeiten	34
3.5 Flächengrößen der betroffenen Einzugsgebiete	37

Kapitel IV

4. Zusammenhänge zwischen kennzeichnenden Parametern von Wildbach-Schadensereignissen 1972-1993	41
4.1 Verbauungszustände und Ursachen.....	41
4.2 Verbauungszustände und Geschiebeführungsarten.....	42
4.3 Verbauungszustände und Jährlichkeiten	43

4.6 Ursachen und Jährlichkeiten	48
4.7 Ursachen und Einzugsgebietsflächen	50
4.8 Geschiebeführungsarten und Jährlichkeiten	51
4.9 Geschiebeführungsarten und Einzugsgebietsflächen	53
4.10 Jährlichkeiten und Einzugsgebietsflächen	56

Kapitel V

5. Geschiebethematik	57
5.1 Abtragsmengen	58
5.1.1 Abtragsmengen in den einzelnen Bundesländern.....	58
5.1.2 Abtragsmengen in den einzelnen Jahren	59
5.1.3 Abtragsmengen in den Kalendermonaten.....	62
5.1.4 Abtragsmengen und Verbauungszustände	64
5.1.5 Abtragsmengen und Ursachen	66
5.1.6 Abtragsmengen und Geschiebeführungsarten.....	68
5.1.7 Abtragsmengen und Jährlichkeiten	71
5.1.8 Abtragsmengen und Einzugsgebietsflächen	72
5.1.9 Abtragsmengen, Geschiebeführungsarten und Einzugsgebietsflächen	73
5.2 Abtragsformen	77
5.2.1 Abtragsformen in den einzelnen Bundesländern.....	78
5.2.2 Abtragsformen und Verbauungszustände	79
5.2.3 Abtragsformen und Ursachen	80
5.2.4 Abtragsformen und Geschiebeführungsarten.....	82
5.2.5 Abtragsformen und Abtragsmengen	83
5.3 Ablagerungsorte und -mengen.....	85
5.3.1 Ablagerungsorte, -mengen und Verbauungszustände.....	89
5.3.2 Ablagerungsorte, -mengen und Geschiebeführungsarten.....	91
5.3.3 Ablagerungsorte, -mengen und Jährlichkeiten	94

Kapitel VI

6. Schadensausmaß der Wildbach-Schadensereignisse 1972-1993	97
6.1 Personenschäden	97
6.1.1 Todesopfer in den einzelnen Jahren	98
6.1.2 Todesopfer in einzelnen Bundesländern.....	99

6.1.5	Todesopfer und Geschiebeführungsarten von Wildbach-Schadensereignissen.....	102
6.1.6	Todesopfer und Jährlichkeiten von Wildbach-Schadensereignissen.....	102
6.2	Schäden an Verbauungen	104
6.2.1	Schäden an Verbauungen in den einzelnen Jahren	105
6.2.2	Schäden an Verbauungen in den einzelnen Bundesländern.....	106
6.2.3	Schäden an Verbauungen und Ursachen.....	109
6.2.4	Schäden an Verbauungen und Geschiebeführungsarten.....	111
6.2.5	Schäden an Verbauungen und Jährlichkeiten	113
6.3	Sachschäden.....	115
6.3.1	Aufstellung aller Sachschäden	115
6.3.2	Schäden an Wohngebäuden bzw. Brücken.....	116
6.3.2.1	Bundesländerweise Verteilung der Schäden an Wohngebäuden bzw. Brücken	117
6.3.2.2	Schäden an Wohngebäuden bzw. Brücken und Verbaungszustände ...	119
6.3.2.3	Schäden an Wohngebäuden bzw. Brücken und Ursachen von Wildbach-Schadensereignissen	121
6.3.2.4	Schäden an Wohngebäuden bzw. Brücken und Geschiebeführungsarten .	123
6.3.2.5	Schäden an Wohngebäuden bzw. Brücken und Jährlichkeiten.....	125

Kapitel VII

7.	Schlußfolgerungen.....	128
7.1	Änderungsvorschläge für die Datendokumentation von Wildbach-Schadensereignissen	128
7.2	Ansatzpunkte für künftige Forschungsarbeiten	129
7.2.1	Jahreszeitliche Verteilung	129
7.2.2	Verbaungszustände.....	129
7.2.3	Ursachen.....	130
7.2.4	Geschiebeführung.....	130
7.2.5	Flächengröße von Einzugsgebieten.....	131
7.2.6	Schäden	131

Kapitel VIII

8.	Zusammenfassung	132
	Abbildungsverzeichnis.....	135

Analyse und statistische Auswertung von Hochwassermeldungen 1972-1993

Grundlagen für die Beurteilung von Gefährdungen durch Wildbäche

PETER ANDRECS

Institut für Lawinen- und Wildbachforschung, Forstliche Bundesversuchsanstalt

Kurzfassung: Grundlagen der vorliegenden Arbeit sind die mehr als 3.000 Hochwassermeldungen, die im Zeitraum 1972-1993 vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung anlässlich von Wildbach-Schadensereignissen erstellt wurden.

Zunächst wurden durch die Einbindung dieser Daten in eine neu entwickelte Datenbank die Voraussetzungen für vielfältige Verknüpfungsmöglichkeiten der einzelnen Parameter geschaffen. Das Hauptaugenmerk der darauf aufbauenden Auswertungen liegt dabei auf den niederschlagspezifischen Ursachen, den Geschiebeführungsarten und Jährlichkeiten der Wildbach-Schadensereignisse, sowie den Verbauungszuständen der Wildbäche und den Flächengrößen der betroffenen Einzugsgebiete. Ein weiteres Kapitel wird der Geschiebeproblematik, charakterisiert durch Angaben über Abtragsmengen, -formen und Ablagerungsorte und deren Zusammenhänge mit vorhergenannten Einflußfaktoren, gewidmet. Abschließend wird auch das bei Wildbach-Schadensereignissen entstandene Schadensausmaß näher beleuchtet. Die im Rahmen der Arbeit vorgestellten Auswertungen zeigen einerseits verschiedene, auf quantifizierbare Datengrundlagen zurückführbare Zusammenhänge wildbachkundlicher Parameter auf und ermöglichen andererseits die inhaltliche Untermauerung für die Formulierung künftiger Forschungsschwerpunkte.

Schlüsselworte: Wildbach-Schadensereignisse, Wildbach-Statistik, Schadensparameter

Abstract: [Analysis and Statistical Evaluation of Flood Reports from the Period between 1972 and 1993 - Basic Material for the Assessment of Torrent Hazards.]. The present paper is based on more than 3.000 flood reports from the period between 1972 and 1993 which were determined by the forest-technical service for torrent and avalanche control ("Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung") after a series of torrent disasters.

The data were first integrated into a newly developed database, thereby providing the conditions for multiple combination of the individual parameters. The resulting evaluations concentrate on the precipitation-specific causes, the types of bedload transport, and the periodicity of annually recurring torrent events as well as on the conditions of torrent defenses and the sizes of the watershed areas in question. Another chapter is about mud flow, providing data on amounts and areas of denudation as well as on places of deposition and their connection with the above-mentioned factors. Also the amount of damage caused by torrent disasters is discussed in great detail. The evaluations presented in the framework of the paper indicate on the one hand various connections between torrent parameters attributable to quantifiable data bases and, on the other hand, support the formulation of future research priorities in substance.

Kapitel I

1. Einleitung

Ausgangspunkt für diese Arbeit war das Mitwirken des Verfassers an dem Projekt "Katastrophenuntersuchungen in Wildbächen" des Institutes für Lawinen- und Wildbachforschung der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (FBVA). Im Rahmen dieser Tätigkeit werden einerseits Felderhebungen im Anschluß an außergewöhnliche Wildbach-Schadensereignisse durchgeführt, andererseits werden bereits vorhandene Informationen über solche Schadensereignisse systematisch verdichtet. Die für dieses Projekt vorgegebene Zielsetzung, die auch als grundlegender Ansatzpunkt für die vorliegende Arbeit angesehen werden kann, ist es, Zusammenhänge zwischen wildbachkundlichen Parametern herzustellen und somit verbesserte Grundlagen für Gefahrenprognosen und die Projektierung von Schutzmaßnahmen zu schaffen.

Die Bedeutung einer solchen Aufgabenstellung läßt sich daraus ableiten, daß im Alpenland Österreich einem geringen Flächenanteil multifunktional nutzbarer Gebiete eine intensive Raumnutzung gegenübersteht. Siedlungen und Infrastruktureinrichtungen werden daher in vermehrtem Maße auch in Bereiche verlagert, die aufgrund ihrer Gefährdung durch Wildbäche von solchen Nutzungen bislang freigehalten wurden. Im Zusammenhang mit aus verschlechterten Umweltbedingungen resultierenden Auswirkungen führt dies zu einer Zunahme der schutzbedürftigen Flächen. Dies hat zur Folge, daß auch Wildbachereignisse, welche früher weitestgehend unbeachtet geblieben wären, zu erheblichen Schäden führen. Daß dieser Sachverhalt Ausdruck einer sich bereits seit geraumer Zeit in dieselbe, schutztechnisch problematische Richtung, entwickelnden Tendenz ist, verdeutlicht ein vor mehr als 100 Jahren veröffentlichter Text. ROSSMY schrieb bereits 1893, "Hochwässer hat es ja naturgemäß schon seit jeher gegeben, allein gegenwärtig ist wohl die Annahme richtig, daß sich dieselben in neuerer Zeit immer öfter und auch verheerender auftretend wiederholen."

Den Umstand, daß Hochwasserereignisse dabei in vielen Fällen den Begriff der Naturkatastrophe zugewiesen bekommen, gilt es jedoch kritisch zu hinterfragen: Viele dieser sogenannten Naturkatastrophen stellen bei genauer Betrachtung zwar Extremereignisse in der Natur dar, sie werden aber erst durch den Schaden, den Menschen selbst bzw. ihre Besitztümer erleiden, als Katastrophen eingestuft (vgl. auch KARL 1991 sowie ZOLLINGER 1992). Da der Begriff der Katastrophe allerdings einer Definition bedarf (s. z.B. SCHNEIDER 1980 oder WEINMEISTER 1991), welche jedoch gleichzeitig eine Bewertung miteinschließt, wird im Rahmen dieser Arbeit von der Verwendung des Begriffes "Katastrophe" Abstand genommen und stattdessen der Begriff

Die Tatsache, daß in einem Land wie Österreich, dessen Landschaft und Siedlungsraum von Wildbächen entscheidend mitgeprägt wird und in welchem das System des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinerverbauung (WLV) seit mehr als 100 Jahren Bestand hat, viele diesen Themenbereich betreffende grundlegende Informationen kaum im öffentlichen Bewußtsein verankert sind, war ein weiterer Grund für diese Arbeit. Unmittelbar mit den Problemstellungen der Wildbachdynamik konfrontierte Personen wie z.B. Anrainer verfügen zwar oftmals über gute regionale Erfahrungswerte und Kenntnisse, ein österreichweiter Gesamtüberblick über gewisse Wildbachstrukturen ist hingegen bis dato kaum ermöglicht worden. Als Grund dafür kann sicherlich auch die im Bereich der Praxis der WLV notwendigerweise erfolgte Spezialisierung auf bestimmte, durch regionale Unterschiede und topologische Besonderheiten bedingte Problemstellungen angeführt werden. Datenmaterial, welches eben diese regionalen Unterschiede des Wildbachgeschehens auch in quantifizierbarer Form anbietet, findet sich vor allem in Arbeiten von AULITZKY (z.B. 1984, 1985a). Den Publikationen dieses Autors liegt dabei die Auffassung zugrunde, daß es aufgrund der volkswirtschaftlich-ökonomischen Relevanz des Wildbachgeschehens eine unabdingbare Voraussetzung darstellt, gewisse grundlegende Daten und Informationen in jene Bereiche zu tragen, von denen aufgrund von Entscheidungs- und Durchsetzungsbefugnissen auch mögliche Verbesserungen ausgehen können. In diesem Sinne sollen in der vorliegenden Arbeit österreichweit bestimmte Kennwerte von Wildbach-Schadensereignissen dargestellt werden, um anhand ihrer Verknüpfung kausalanalytische Aussagen treffen zu können. Die Tatsache, daß diese Aussagen aus statistischem Ausgangsmaterial abgeleitet wurden, bringt dabei selbstverständlich einen gewissen Interpretationsspielraum mit sich.

An dieser Stelle sei nun die bei Arbeitsbeginn vorgefundene Situation bezüglich von Daten über Wildbach-Schadensereignisse kurz umrissen:
Aufgrund einer vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (BMLF) in Auftrag gegebenen Umfrage wurden 1967 von den WLV-Sektionen bestimmte Kriterien von Wildbächen, die ständig geschlossene Siedlungen oder Bundesbahn, Bundes- und Landesstraßen bedrohen, in Statistiken zusammengefaßt. Diese Statistiken beinhalten Informationen über Einzugsgebiete, Schädigungen (sie umfassen neben den Jahresangaben die Kategorien Todesopfer, Häuser, Bahn, Bundes- und Landesstraßen sowie vermurte bzw.- überschwemmte Flächen), den möglichen Geschiebeeinstoß in den Vorfluter sowie bisherige Verbauungsausgaben. Dabei wurden mit Ausnahme der zeitlich invariablen Daten der Einzugsgebiete für alle Parameter auch zahlenmäßige Prognosen für 30- bis 100jährige Hochwasser angeführt. Da jedoch keine Informationen über Ablauf, Ursache und Form der Schadensereignisse vorhanden sind, kann eine Beurteilung einzelner Schadensereignisse nur bezogen auf die angeführten Schadenskategorien erfolgen. Um dieses Informationsmanko zu beseitigen wurde zu

bauleitungen der WLV Hochwassermeldungen von Schadensereignissen in Wildbacheinzugsgebieten in Form dieses Formulars verfaßt. Grundlagen für die Erstellung dieser Meldungen sind dabei die im Anschluß an Wildbach-Schadensereignisse durchgeführten Bachbegehungen. Abbildung 1 zeigt den Aufbau eines Formulars für diese Hochwassermeldungen (s. Seite 6/7).

Obgleich auch die Gestaltung der bisherigen Hochwassermeldungen (HW-Meldungen) Raum für Verbesserungen bietet, (immerhin ist das Formular schon seit 1972 in unveränderter Form in Verwendung) stellen die in gesammelter Form vorliegenden HW-Meldungen im Vergleich mit in Nachbarstaaten zur Verfügung stehendem Informationsmaterial einen beachtenswerten Datengrundstock dar.

So werden z.B. in der Schweiz seit 1972 von der Beratungsstelle für Wildbach- und Hangverbau an der Eidgenössischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen (EAFV, nunmehr WSL) Schadensmeldungen gesammelt, wobei die Erhebungen jedoch nur auf Zeitungsmeldungen ca. 500 verschiedener Zeitungen basieren. Die mit den Auswertungen dieser Berichte befaßten Autoren ZELLER und RÖTHLISBERGER wiesen dabei auch durchaus kritisch darauf hin, daß "die Priorität einzelner Schadensfälle nur zum Teil von ihrer Bedeutung abhängt. Einsatz und Schreibfreudigkeit der lokalen Reporter, publikumswirksame Fotografien, gleichzeitiges Angebot anderer Tagesmeldungen sowie weitere Faktoren bestimmen das Bild mit, das wir in den Medien von den Schäden vorgesetzt erhalten" (ZELLER & RÖTHLISBERGER 1979). Trotz dieser Einschränkungen gelang es ihnen, grundlegende Sachverhalte aufzuzeigen, welche im Verlauf der vorliegenden Arbeit vergleichbaren Auswertungen der österreichischen HW-Meldungen gegenübergestellt werden.

Periodisch erscheinende Publikationen, die auf den in diesen HW-Meldungen enthaltenen Daten basieren ("Waldbericht" des BMLF, früherer Titel: "Jahresbericht über die Forstwirtschaft", "Wildbachereignisse in Österreich" der FBVA) nahmen jeweils Bezug auf ein Kalenderjahr. Eine Beurteilung dieser Veröffentlichungen ließ rasch erkennen, daß nur sehr wenige der in den HW-Meldungen enthaltenen Informationen Ausgangspunkt statistischer Veröffentlichungen geworden sind. Als problematisch erwies sich außerdem die Tatsache, daß, obwohl sich o.a. Publikationen von identem Datenmaterial ableiten, sie inhaltlich teilweise voneinander abwichen. Es waren daher sowohl Überlegungen hinsichtlich der Nachvollziehbarkeit der Auswertungen anzustellen, als auch die Voraussetzungen der auswertenden Bearbeitung der vielfältigen Informationen der HW-Meldungen zu schaffen. Dazu war es notwendig, diese so aufzubereiten, daß sie computertechnisch erfaßbar vorlagen. Vom Verfasser wurde daher im Jahre 1993 mittels des Software-Pakets F&A 4.0 das konzeptionelle Schema einer HW-Meldungs-Datenbank entwickelt. Für die Auswahl dieses Datenbank-Programmes war es ein wichtiges Kriterium, daß dieses einen möglichen Datentransfer zu Geographischen Informationssystemen (GIS) beinhaltet.

Von den Dienststellen der WLV wurden im Zeitraum 1973-1993 ... 1993

senden war. Die in diesen beiden Dienststellen eingegangenen HW-Meldungen wurden hinsichtlich ihrer Vollständigkeit verglichen und fallweise ergänzt. Die Daten aus den HW-Meldungen wurden bei der Eingabe in die HW-Meldungs-Datenbank zunächst einmal exakt 1 : 1 übernommen und in einer eigenen "Original"-Datenbank abgespeichert. Diese Datenbank wurde daraufhin kopiert und einige Änderungen durchgeführt, die folgende Dateninhalte betrafen:

Seit 1972 wurden in manchen Fällen Gebietsbauleitungen der WLV zusammengesetzt, teilweise aber auch deren Namensbezeichnungen geändert. Gleiches traf auch auf einige österreichische Gemeinden und Gemeindefürnamen zu.

Um nun in den Auswertungen auf die momentanen Zuständigkeiten bzw. räumlichen Gegebenheiten Bezug nehmen zu können, wurden die Bezeichnungen der Gebietsbauleitungen nach den im Bundesgesetzblatt vom 3. Februar 1978 festgelegten örtlichen Zuständigkeiten korrigiert und ersetzen somit in manchen Fällen die in den Originalen der HW-Meldungen angeführten Bezeichnungen. Gemeindefürnamen wurden erforderlichenfalls nach dem ÖSTERREICHISCHEN AMTSKALENDER 1994/95 berichtigt bzw. ergänzt.

Weitere die "Original"-Datenbank betreffende Änderungen der Datensätze werden, sofern sie notwendigerweise durchgeführt werden mußten, an der jeweiligen Stelle der Datenpräsentation ausführlich erläutert.

Die durch die Übernahme der HW-Meldungen in die Datenbank entstandenen Möglichkeiten der Beurteilung von Wildbach-Schadensereignissen (WB-Schadensereignissen) können folgendermaßen beschrieben werden.

- In bisher noch nie durchgeführter Art und Weise konnten Daten, die bei WB-Schadensereignissen erhoben worden waren, anhand von Verknüpfungsoptionen auf ihre gegenseitigen Wechselwirkungen hin untersucht werden.
- Erstmals konnte eine umfassende Auswertung und Beurteilung von Parametern wie z.B. der Flächengröße der betroffenen Einzugsgebiete, der Abtragsformen- und -mengen oder der Ablagerungsorte durchgeführt werden.

Die praktische Bedeutung dieser Auswertungen kann aus folgenden Überlegungen abgeleitet werden:

- Die über 3.000 seit 1972 erstellten HW-Meldungen beinhalten durch das Zusammenwirken vieler Fachleute einen enormen Erfahrungsschatz, dessen umfassende Auswertung insofern geradezu verpflichtend erschien, da das Bemessungsereignis der österreichischen Gefahrenzonenplanung auf "Häufigkeit und Ausmaß bisheriger, auf Wildbäche oder Lawinen zurückzuführender Schadensereignisse" (ÖSTERREICHISCHE RAUMORDNUNGS-KONFERENZ (ÖROK) 1986) basiert. Es ist ÜBLAGGER (1992) folgend daher unmöglich, Schadensereignisse ohne Miteinbeziehung bisheriger Schadensentwicklungen auch nur annähernd richtig zu prognostizieren.
- Die Tatsache, daß die Auswertungen nicht nur WB-Schadensereignisse berücksich-

Abb. 1: Hochwasser-Meldungsformular des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung

HOCHWASSERMELDUNG		Nr.	Jahr
Dienststelle:		Flußgebiet	
		Bundesland	
		Bezirk(e)	
		Gemeinde(n)	
1. Einzugsgebiet (Bachname):		=	km ²
Teileinzugsgebiet		=	km ²
Zeitpunkt des Hochwasserereignisses und Dauer			
2. Schäden: a) Personen (E = Einheimische, T = Touristen, A = Andere):			
Tote: E... T... A... Verletzte: E... T... A... Unm. Beteiligte: E... T... A...			
b) Vieh (tot): Großvieh		Kleinvieh	Wild
c) Sachschäden		zerstört (Total- schaden)	beschädigt (vermurt, reparabel)
		Betriebsunterbrechung Anzahl der Betriebe	im Mittel Tage
1	Öffentliche Gebäude	Stk.	
2	Wohngebäude	"	
3	Fremdenverkehrsgebäude	"	
4	Landw. Gebäude: Ställe	"	
	Alm- und Jagdhütten Heuschuppen etc.	"	
5	Gewerbe- und Industriegebäude	"	
6	Sonstige Gebäude	"	
7	Eisenbahnen bei km . .	lfm	
8	Bundesstraßen Nr. . . b. km . .	"	
9	Landesstraßen Nr. . . b. km . .	"	
10	Gemeindestraßen Nr. . . b. km . .	"	
11	Sonstige Straßen und Wege	"	
12	Brücken	Stk.	
13	Seilbahn- und Liftanlagen	"	
14	Wasserkraftanlagen	"	
15	Sonstige Anlagen	"	
16	Wasserleitungen	lfm	
17	Kanalisationen	"	
18	Hochspannungsleitungen	"	
19	Niederspannungsleitungen	"	
20	Fernmeldeleitungen	"	
21	Gas- und Ölleitungen	"	
22	Landw. Flächen	ha	
23	Forstw. Flächen	"	
	Holz	fm	
24	Vermurte Gesamtfläche	ha	
25	Sonstiges		

Schäden an Verbauungsanlagen: Ja O, Nein O; Wiederherstellungskosten:..... Mill.S.

3. **Ursachen:** Landregen O, Regenperiode mit schauerartigem Charakter O, kurzer Starkregen O, Schneeschmelze O.

4. **Niederschlag:** Menge und Dauer.....

7. Geschiebeabtrag:	Anlässlich des Ereignisses		Nach dem Ereignis	
	aufgetretene Abtragsformen	abgetragene Mengen (in 1000 m ³)	-Fläche (ha)	-Länge (lkm)
Uferanbrüche/Seitenschurf	O			
Feilen/Keilanbr./Tiefenach.	O			
Muschelanbrüche	O			
Blattanbrüche	O			
Flächenerosion	O			
großflächige Rutschungen	O			
Talzus Schub	O			
Felssturz	O			
Andere	O			
Summen				

8. Geschiebeführung (GF): Hochwasser (HW) ohne GF..O, mit mäßiger GF..O, mit starker GF..O, mit Murstößen O, Murgang O.

9. Geschiebeablagerung:	Allg.	geschätzt/erhoben (in Tausend m ³)	
		im Mittellauf	Schwemmkegel/Unterlauf
im Bachbett	O		
außerhalb des Bachbettes	O		
im Vorfluter	O		
zusammen			

Korngröße (cm) max.
 mittleres Korn (cm)

10. Durchflußprofile:		hm...	hm...	hm....
Zugehöriges Einzugsgebiet	km ²			
Sohlbreite	m			
Profiltiefe	m			
Obere Breite	m			
Profilform		V U Y V U Y V U Y		
Durchflußfläche	m ²			
Gefälle	%			
Durchfluß (Wasser+Geschiebe)	m ³ /sec			

11. Geschätzte Wiederholungswahrscheinlichkeit:
 1-10 Jahre O, 10-30 J. O, 30-50 J. O, 50-100 J. O, über 100 Jahre O.

12. Vergangene bedeutende Hochwasserereignisse (Jahr).....

13. Derzeitiger Verbauungszustand: unverbaut O, Verbauung beantragt O, teilverbaut O, vollverbaut O.

14. Bisherige Verbauungsausgaben:Mill.S. aufgewendet im Ober- O, Mittel- O, Unterlauf O.

15. Finanzielles Verbauungserfordernis infolge des gegenständlichen Hochwasserereignisses in Millionen Schilling für:

	Gesamt	Bund
Sofortmaßnahmen		
Definitivmaßnahmen		
davon im laufenden Jahr		

16. Genehmigtes Projekt vorhanden: Ja O, Nein O; Gen. Einzelbauprogramm vorhanden: Ja O, Nein O. Finanzierungrest.....Mill.S.

17. Anmerkungen:
 Erhoben am.....von.....

- Vorliegende Arbeit kann auch als Schritt in Richtung der Erfüllung einer, von AULITZKY schon 1977 gestellten und von PLATTNER anlässlich der Sommerhochwasser 1987 wiederholten Forderung gesehen werden, mittels einer fundierten Dokumentation einen Überblick über durch Wildbäche entstandene Schadensauswirkungen zu geben.
- Aus den Untersuchungen lassen sich Rückschlüsse ziehen, in welchen Bereichen Forschungsaktivitäten zur Beseitigung von Informationsdefiziten erforderlich sind, bzw. am nutzbringendsten eingesetzt werden können.

Dem Autor ist dabei bewußt, daß alleine schon durch das unterschiedliche Ausmaß der für die Erhebungen aufgewandten Zeit die Qualität des Datenmaterials der HW-Meldungen nicht immer homogen sein kann. Dies insbesondere bei Angaben wie z.B. über die Geschiebefrachten bei Massenbewegungen, welche zumeist nur Schätzungen darstellen, die stark auf dem persönlichen Einfühlungsvermögen bzw. der persönlichen Kenntnis des jeweiligen Beobachters beruhen (SCHEURINGER 1988). Da jedoch abseits dieser von Experten durchgeführten Schätzungen beinahe kein diesbezügliches Zahlenmaterial existiert, können darauf bezugnehmende Auswertungen, insbesondere da sie sich auf eine sehr große Anzahl von Wildbach-Schadensereignissen beziehen, trotzdem wichtige Anhaltspunkte liefern und grundsätzliche Tendenzen aufzeigen. Aufwendige statistische Auswertungen des zugrundegelegten Datenmaterials wurden bewußt hintangehalten, es sollen vielmehr, basierend auf den über 3.000 HW-Meldungen, prinzipielle Zusammenhänge wildbachrelevanter Parameter aufgezeigt werden. Bevor diese Zusammenhänge anhand von Verknüpfungen hergestellt wurden, wurden die Parameter Verbauungszustände, Ursachen, Geschiebeführungsarten, Jährlichkeiten und Flächengrößen der Einzugsgebiete jeweils in Bezug zu den einzelnen Bundesländern dargestellt. Darüber hinaus wurden auch Auswertungen bezogen auf kleinere Einheiten (Gebietsbauleitungen, Politische Bezirke) durchgeführt. Eine Darstellung all dieser Ergebnisse würde jedoch zu Lasten der Übersichtlichkeit dieser Arbeit gehen. Solche Ergebnisse sind daher nur an jener Stelle angeführt, für die sie grundlegende Möglichkeiten zur Verbesserung der Sachverhaltsdarstellung bieten. Selbstverständlich können darüber hinausgehende Ergebnisse bei Bedarf beim Autor in Erfahrung gebracht werden.

Kapitel II

2. Grundlegendes Datenmaterial

2.1 Anzahl der Wildbacheinzugsgebiete in Österreich

Im Zusammenhang mit dieser Thematik erscheint es notwendig, den weiteren Ausführungen die im Forstgesetz 1975 verankerten Definitionen der Begriffe "Wildbach" und "Einzugsgebiet" voranzustellen:

"§ 99 (1) Ein Wildbach im Sinne dieses Bundesgesetzes ist ein dauernd oder zeitweise fließendes Gewässer, das durch rasch eintretende und nur kurze Zeit dauernde Anschwellungen Feststoffe aus seinem Einzugsgebiet oder aus seinem Bachbett im gefahrdrohendem Ausmaße entnimmt, diese mit sich führt und innerhalb oder außerhalb seines Bettes ablagert oder einem anderen Gewässer zuführt.

(3) Das Einzugsgebiet eines Wildbaches im Sinne dieses Bundesgesetzes ist die Fläche des von diesem und seinem Zuflüssen entwässerten Niederschlagsgebietes sowie der Ablagerungsbereich des Wildbaches.

(5) Der Landeshauptmann hat auf Vorschlag der Dienststellen (§ 102 Abs.1 lit.a) und nach Anhörung der Landwirtschaftskammer die Einzugsgebiete der Wildbäche und Lawinen durch Verordnung festzulegen."

Schon HAERTEL (zit. nach WITZIG 1951) ordnete insgesamt 55% der österreichischen Gesamtfläche Wildbachgebieten zu. Diese Einordnung erfuhr durch Zahlenangaben PLATTNERS 1974 (zit. nach AULITZKY 1977) eine größenordnungsmäßige Bestätigung: PLATTNER rechnete dabei 58% des österreichischen Staatsgebietes Intensivzonen der Wildbachverbauung zu und bezeichnete weitere 17% der Staatsfläche als extensive Verbauungsgebiete.

Während GÜNTSCHEL (1970) in seiner vorläufigen Übersicht noch von 4.100 österreichischen Wildbächen ausging, wurden 1980 in einem unveröffentlichten Bericht des BMLF insgesamt 8.933 Wildbäche registriert, "die für 1.826 der 2.301 österreichischen Gemeinden zeitweise oder dauernd Probleme geschaffen haben" (AULITZKY 1984).

Die neuesten, in Tabelle I dargestellten Daten der WLW-Sektionen lassen jedoch auf eine noch um einiges höher liegende Wildbachanzahl schließen und können

Tab. 1: Anzahl der Wildbacheinzugsgebiete in den österreichischen Bundesländern (eigene, telefonisch durchgeführte Erhebungen 1994).

Sektion	Zahl der Wildbacheinzugsgebiete	Festlegung
Kärnten	1.095	Verordnung ¹⁾ aus 1991
Oberösterreich	1.174	Verordnung aus 1993
Salzburg	773	Verordnung aus 1986, ergänzt durch Verordnungen aus 1992 und 1993
Steiermark	ca. 2.650	Verordnung in Vorbereitung
Tirol	1.964	Verordnung aus 1991
Vorarlberg	ca. 670	noch keine Verordnung
W, NÖ, B	ca. 2.100	Verordnung in Vorbereitung
Gesamt	ca. 10.426	davon 5.006 durch Verordnung

1) Verordnungsermächtigung des Landeshauptmannes über die Festlegung von Einzugsgebieten von Wildbächen und Lawinen nach § 99 Abs.5 Forstgesetz.

Die in Tabelle 1 angeführten Zahlen für Wildbacheinzugsgebiete können jedoch nicht direkt der Anzahl der österreichischen Wildbäche gleichgestellt werden. Einerseits befinden sich in manchen Einzugsgebieten gleich mehrere Wildbäche (als nur ein Beispiel dafür sei das Einzugsgebiet Ramingbach in der niederösterreichischen Gemeinde St. Peter in der Au angeführt), andererseits werden auch die per Verordnung festgelegten Einzugsgebiete z.B. im Falle der Erstellung von Gefahrenzonenplänen in bisher von der WLW noch nicht bearbeiteten Gebieten ergänzt bzw. geändert. Mit Sicherheit kann jedoch von einer Gesamtanzahl von mehr als 10.000 Wildbächen in Österreich ausgegangen werden.

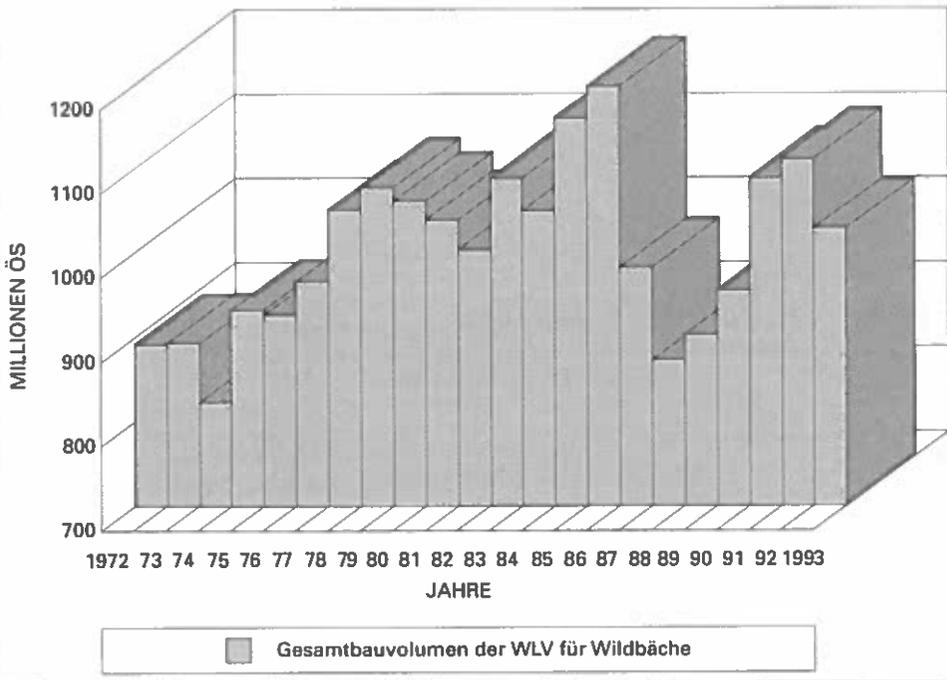
2.2 Volkswirtschaftliche Bedeutung von Wildbach-Schadensereignissen

Ohne an dieser Stelle auf eine monetäre Bewertung der im Kapitel VI angeführten Schadensauswirkungen von Wildbächen eingehen zu wollen, sollen nachstehend einige Zahlenwerte präsentiert werden, die den volkswirtschaftlichen Aspekt von WB-Schadensereignissen näher beleuchten.

Nachdem im Jahre 1991 erstmalig das gesamte von der WLW für Wildbäche eingesetzte Bauvolumen eines Jahres die 1-Milliarden-Schilling-Grenze überstieg, und nicht nur in den Medien, sondern auch bei Fachveranstaltungen und Publikationen (z. B.

den für den Zeitraum 1972-1993 das diesbezügliche Zahlenmaterial aus Veröffentlichungen des BMLF ("Jahresbericht über die Forstwirtschaft" bzw. "Waldbericht") herangezogen. Die dort angeführten Zahlen über das jährliche Gesamtbauvolumen der WLW, welches speziell für Wildbäche eingesetzt worden war, wurde nach dem Verbraucherpreisindex (1966 = 100%) mit dem durchschnittlichen Jahresindexwert des Jahres 1993 als Vergleichsbasis nach den Richtlinien des Österreichischen Statistischen Zentralamtes (ÖSTAT) wertberichtigt. Das Ergebnis wird in Abbildung 2 dargestellt.

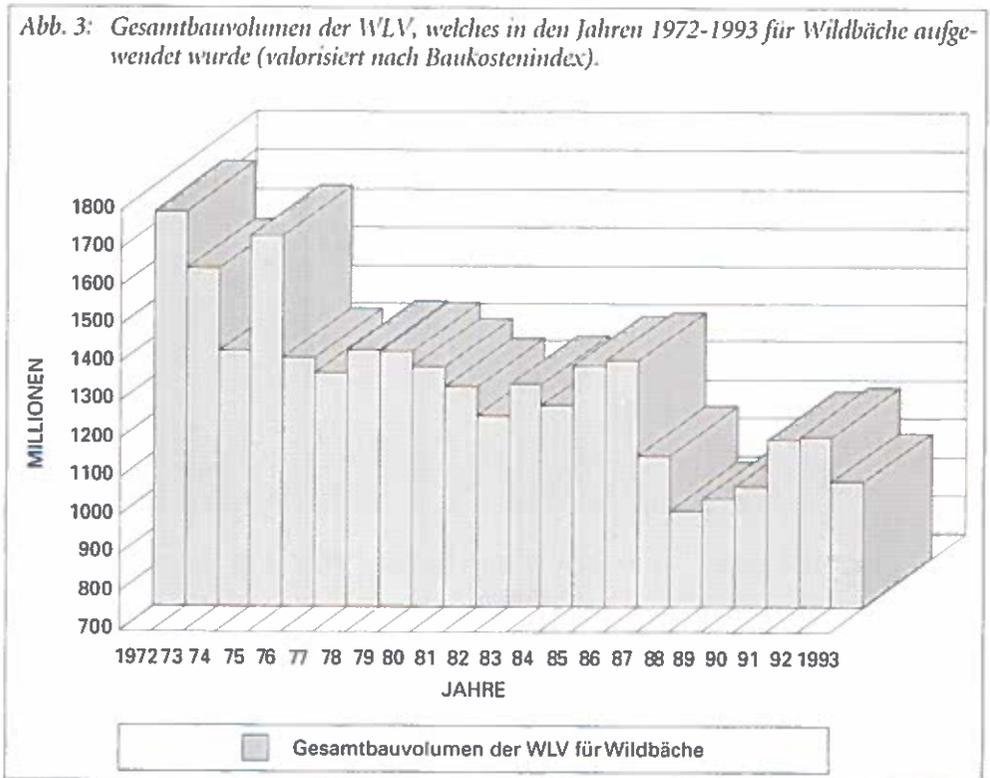
Abb. 2: Gesamtbauvolumen der WLW, welches in den Jahren 1972-1993 für Wildbäche aufgewendet wurde (valorisiert nach Verbraucherpreisindex).



Für das Jahr 1988 ist dabei anzumerken, daß ab diesem Zeitpunkt in o.a. Veröffentlichungen ein eigener Posten mit der Bezeichnung "Schutzwaldsanierung" einen Bestandteil der aufgewendeten Mittel darstellt. Dieser neugeschaffene Posten bietet sicherlich die Erklärung für den kurzfristigen Kurvenabfall ab dem Jahr 1988, da in früheren Publikationen Geldbeträge, die wahrscheinlich auch durchaus diesem Posten zugewiesen hätten werden können, unter dem Begriff "Ausgaben für Wildbachverbauung" subsumiert wurden.

Läßt man diesen Faktor jedoch mangels genauerer Aufklärungsmöglichkeiten außer acht, so wird deutlich, daß sich die wildbachrelevanten Aufwendungen der WLW seit

Die diesen Ausführungen vorausgehenden Valorisierungen der eingesetzten Mittel nach dem Verbraucherpreisindex werden dem volkswirtschaftlichen Aspekt der Wildbachausgaben insofern gerecht, als sie den Kaufkraftwandel des Schillings in diesem Zeitraum ausgleichen. In der Praxis der Wildbachverbauung werden Verbauungsausgaben jedoch ihrem Charakter entsprechend anhand des Baukostenindex (auch unter dem Begriff MACULAN-Index bekannt) wertberichtigt. Wildbachverbauungsausgaben werden dabei Baumeisterarbeiten ohne U-Bahnabgabe jedoch mit Mehrwertsteuer zugrunde gelegt. Eine Valorisierung des Gesamtbauvolumens der WLW nach diesem Index ergibt das in Abbildung 3 dargestellte Ergebnis.

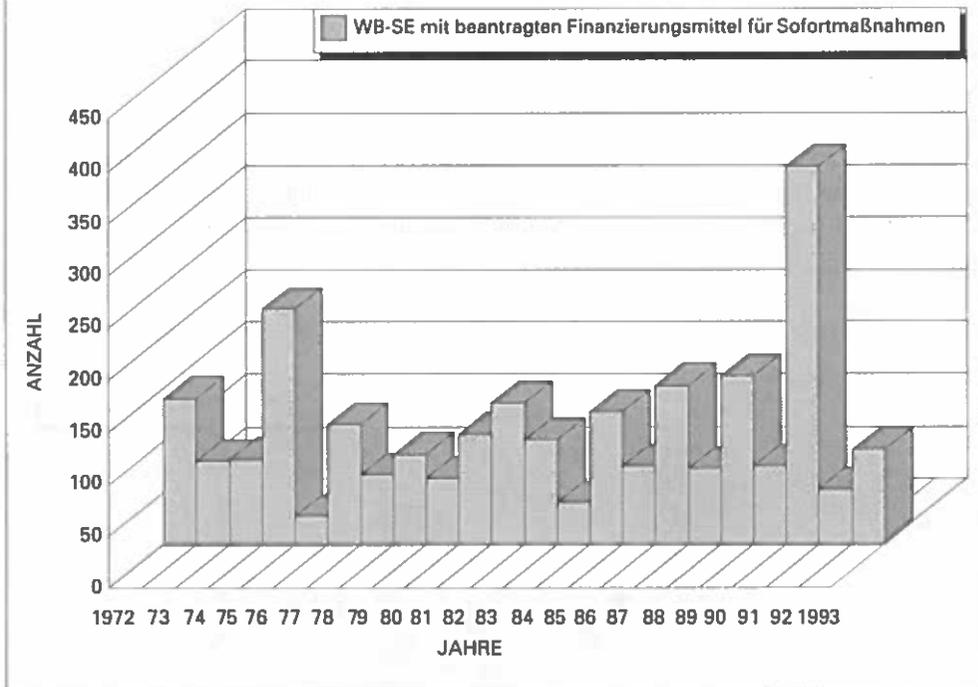


Eine Bewertung des für Wildbäche eingesetzten Gesamtbauvolumens der WLW nach dem Baukostenindex zeigt demnach ein der gängigen Meinung von steigenden Ausgaben direkt entgegengesetztes Bild!

In Abbildung 4 wird die jährliche Anzahl der WB-Schadensereignisse dargestellt, für welche seitens der WLW Finanzierungsmittel für bauliche Sofortmaßnahmen beantragt worden sind.

Ein Vergleich der in Abbildung 3 und 4 dargestellten Werte zeigt, dass die Ausgaben für die

Abb. 4: Anzahl der WB-Schadensereignisse, für die in den einzelnen Jahren von 1972-1993 Finanzierungsmittel für Sofortmaßnahmen beantragt wurden.



für Sofortmaßnahmen beantragt wurden. Insgesamt belief sich die nach dem Verbraucherpreisindex bereinigte Summe dieser beantragten Mittel für den Zeitraum von 22 Jahren auf knapp über eine Milliarde Schilling (1.014 Millionen). Dieser Betrag stellt somit ziemlich genau das durchschnittliche jährliche Gesamtbauvolumen (auf 1993 nach dem Verbraucherpreisindex aufgerechnet) dar, welches von der WLW für Wildbäche eingesetzt wurde. Von den Dienststellen der WLW wurden demzufolge jährlich ca. 5% des gesamten Bauvolumens als finanzielles Verbauungserfordernis für Sofortmaßnahmen veranschlagt.

Setzt man anstelle des Verbraucherpreisindex den Baukostenindex an, so erhöht sich die Summe der beantragten Sofortmittel auf 1.374 Millionen. Das Verhältnis zum baukostenindexbereinigten Gesamtbauvolumen entspricht wieder der für den Verbraucherpreisindex ermittelten Relation.

Die während des 22-jährigen Untersuchungszeitraumes für Wildbachverbauungen aufgewendeten Geldmittel beliefen sich somit, bezogen auf jede Ende 1993 in Österreich gemeldete Person, (nach Angaben des ÖSTAT (1995) betrug deren Anzahl 8.015.000) auf ca. 127,50 Schilling pro Person. Das ist ein Betrag, der

2.3 Räumliche Verteilung der Wildbach-Schadensereignisse 1972-1993

Die Verteilung der insgesamt 3.066 in den HW-Meldungen der WLW dokumentierten WB-Schadensereignisse auf die einzelnen Bundesländer wird in Abbildung 5 dargestellt. Da im Beobachtungszeitraum in Wien, bedingt durch das Fehlen von WB-Schadensereignissen keine HW-Meldungen notwendig waren, konnte dieses Bundesland unberücksichtigt bleiben. Die Daten des Burgenlandes werden der Vollständigkeit halber zwar angeführt, unter Bedachtnahme der Wahrung des Stichprobenumfanges (glücklicherweise fand im Burgenland durchschnittlich nur ein WB-Schadensereignis pro Jahr statt) wurde dieses Bundesland jedoch von weiterführenden Auswertungen zumeist ausgeklammert.

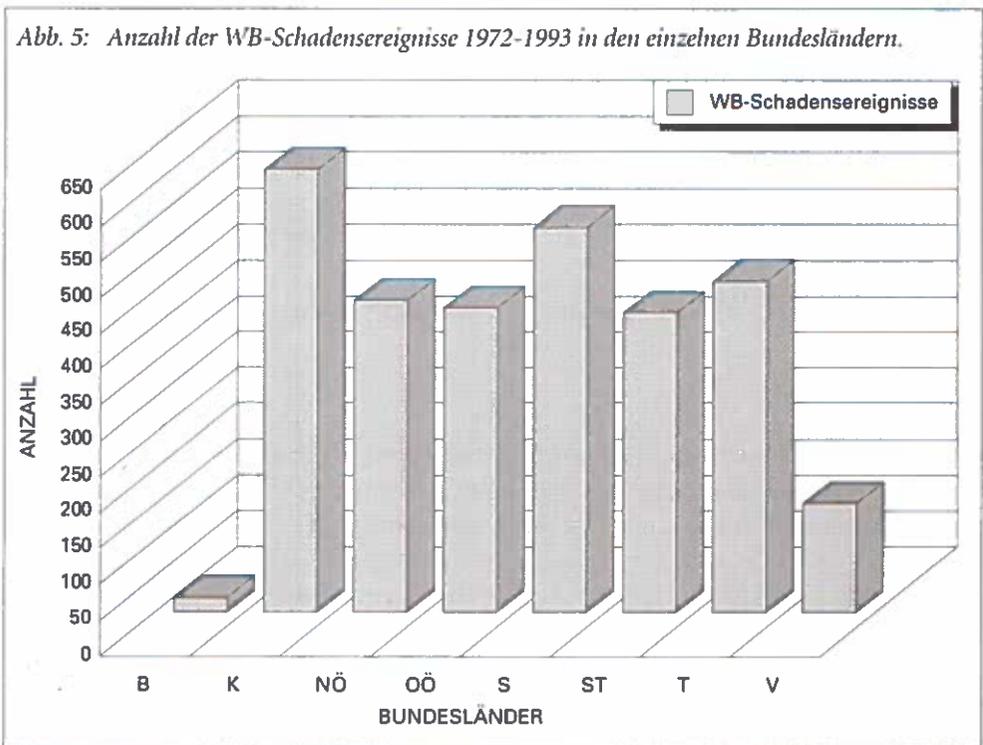


Tabelle 2 zeigt eine Aufstellung der Bundesländer mit ihren Prozentanteilen an der Gesamtanzahl der WB-Schadensereignisse und stellt diesen Werten die Flächenanteile der jeweiligen Bundesländer an der österreichischen Gesamtfläche gegenüber. Der dimensionslose Quotient dieser beiden Parameter kann dabei als bundeslandbezogene Maßzahl für die Auftretensdichte von WB-Schadensereignissen je Flächeneinheit betrachtet werden.

Tab. 2: Flächenbezogene Auftretensdichte von WB-Schadensereignissen in den einzelnen Bundesländern.

Bundesland	A Prozentanteil an den WB-Schadensereignissen	B Prozentanteil an der Gesamtfläche Österreichs	Quotient A/B
Burgenland	0,65	4,73	0,14
Kärnten	20,12	11,37	1,77
Niederösterreich	14,19	22,88	0,62
Oberösterreich	13,86	14,28	0,97
Salzburg	17,51	8,53	2,05
Steiermark	13,64	19,54	0,70
Tirol	15,07	15,08	1,00
Vorarlberg	4,96	3,10	1,60
Gesamt	100,00	99,51	1,00

gegenüber Tirol immerhin eine doppelt so hohe Anzahl an WB-Schadensereignissen stattgefunden hat. Ausdrücklich muß an dieser Stelle jedoch darauf hingewiesen werden, daß Ausgangsbasis dieser Vergleiche lediglich die Anzahl der WB-Schadensereignisse, unabhängig ihrer Bedeutung hinsichtlich möglicher Auswirkungen war!

In Abbildung 6 wird anhand einer Österreichkarte ersichtlich gemacht, welche Gemeinden in welcher Häufigkeit während der Jahre von 1972-1993 von WB-Schadensereignissen betroffen waren. Dabei wurden die entsprechenden Auftretenshäufigkeiten jeweils den Mittelkoordinaten der Gemeinden zugeordnet.

Insgesamt fand im angeführten Zeitraum in jeder dritten österreichischen Gemeinde zumindest ein WB-Schadensereignis statt. Folgende Politische Bezirke waren dabei innerhalb der einzelnen Bundesländer am häufigsten betroffen:

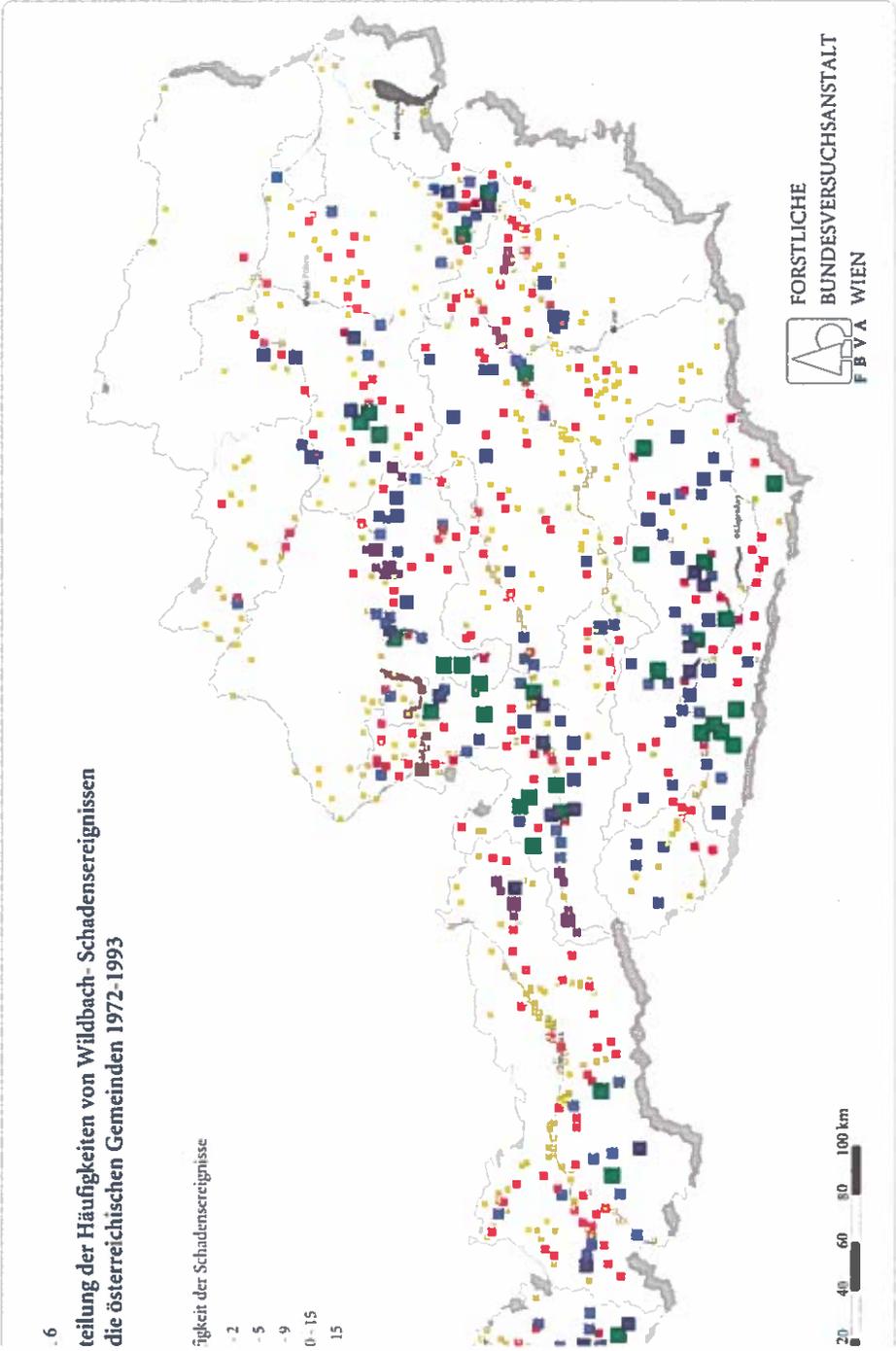
Bundesland	Politischer Bezirk	Anzahl der WB-Schadensereignisse
Kärnten	Spittal a.d. Drau	188
Niederösterreich	Neunkirchen	94
Oberösterreich	Gmunden	196
Salzburg	Zell am See	219
Steiermark	Liezen	103
Tirol	Innsbruck-Land	92
Vorarlberg	Bludenz	128

Von Bedeutung erscheint dabei, daß mit Ausnahme von Neunkirchen, Gmunden und Liezen sämtliche der o.a. Politischen Bezirke von AULITZKY bereits 1977 als besonders gefährdet eingestuft wurden. Gmunden und Liezen erhielten damals die

6
Verteilung der Häufigkeiten von Wildbach- Schadensereignissen
in den österreichischen Gemeinden 1972-1993

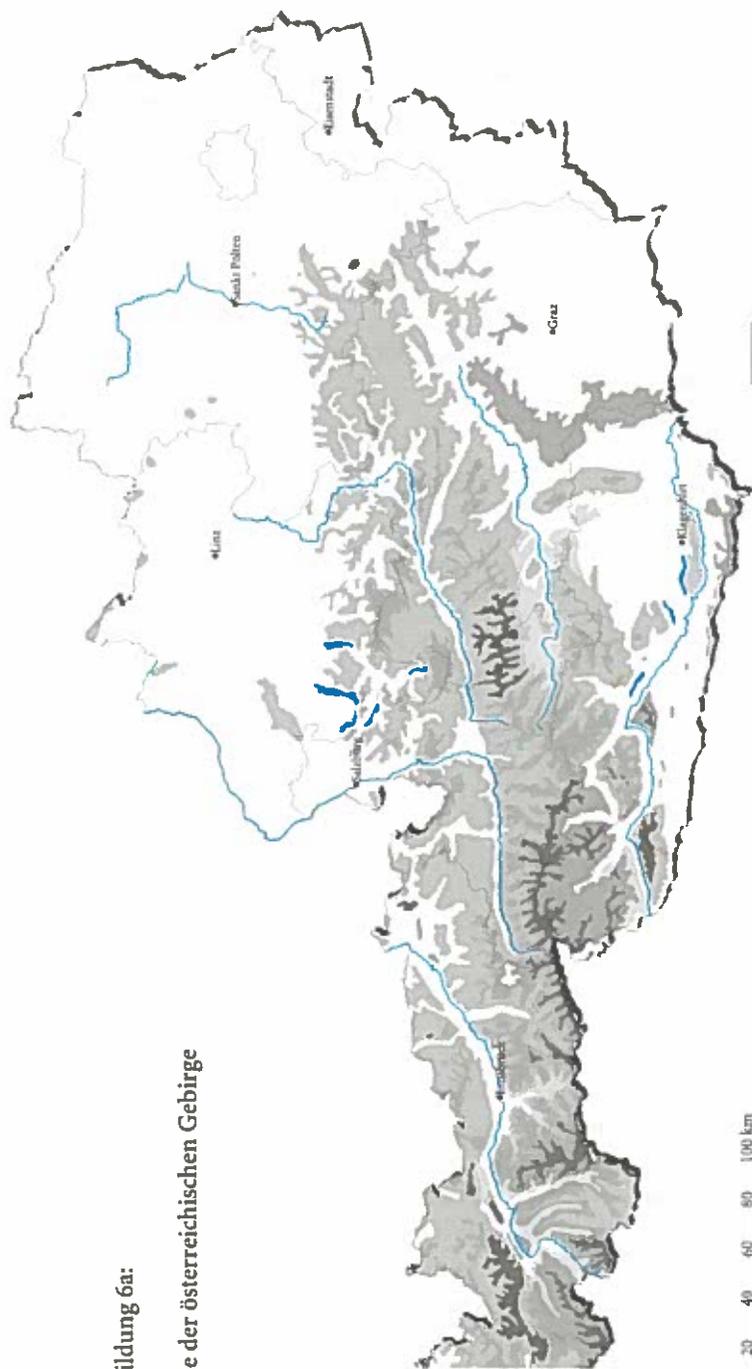
Häufigkeit der Schadensereignisse

- 2
- 5
- 9
- 0-15
- 15



FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
WIEN
FBVA

Abbildung 6a:
Hochwassergebiet
in den österr. Gebirgen



FORSTLICHE
BUNDESVERSUCHSANSTALT
FBVA WIEN

teten Zahlen an von Wildbächen gefährdeten Häusern, Flächen, sowie die Anzahl der bis 1967 getöteten Personen dar.

Da eine Beschreibung der einzelnen Bundesländer hinsichtlich ihrer für Wildbäche relevanten Charakteristika (geographische-, geologische-, klimatische Verhältnisse etc.) den Rahmen dieser Arbeit übersteigen würde, gibt Abbildung 6a einen Überblick über die Gebirgsanteile der einzelnen Bundesländer.

In Tabelle 3 erfolgt eine Gegenüberstellung der Anzahl der von WB-Schadensereignissen betroffenen Gemeinden zu deren Gesamtanzahl in den jeweiligen Bundesländern.

Tab. 3: Gegenüberstellung der Anzahl der Gemeinden, die von WB-Schadensereignissen 1972-1993 betroffen waren.

Bundesland	Gesamtanzahl der Gemeinden	Anzahl der von WB-Schadensereignissen betroffenen Gemeinden	Anzahl der mehr als 15mal von WB-Schadensereignissen betroffenen Gemeinden	Pozentanteil der von WB-Schadensereignissen betroffenen Gemeinden an deren Gesamtanzahl
B	168	13	0	7,7
K	131	92	12	70,2
NÖ	571	121	5	21,2
OÖ	445	102	4	22,9
S	119	97	8	81,5
ST	543	192	1	35,4
T	279	171	2	61,3
V	96	31	2	32,3
Gesamt	2.352	819	34	34,8

Tabelle 3 veranschaulicht sehr deutlich, wie überproportional hoch der von WB-Schadensereignissen betroffene Gemeindenanteil in Kärnten, Salzburg und Tirol war. Die Tatsache, daß auch in einem, auf den ersten Blick hin vielleicht von Wildbächen weniger bedroht erscheinenden Bundesland wie Niederösterreich, beinahe jede vierte Gemeinde im Beobachtungszeitraum zumindest ein WB-Schadensereignis aufwies, verdeutlicht einmal mehr die Relevanz des Wildbachgeschehens in Österreich. Um auch innerhalb der Bundesländer noch weiter untergliedern zu können, werden in Tabelle 4 die einzelnen Gebietsbauleitungen dargestellt und für diese sowohl die Anzahl der WB-Schadensereignisse als auch die Prozentanteile der von solchen Ereignissen betroffenen Gemeinden angeführt.

Das in Tabelle 3 für Salzburg angegebene hohe Prozentanteile von WB-Schadensereignissen

gen "Pongau" und "Oberpinzgau" waren im Untersuchungszeitraum von WB-Schadensereignissen betroffen. Ähnlich hoch lag dieser Prozentanteil auch in den Gebietsbauleitungen "Liesertal und Ossiacher Seebecken" sowie "Oberes Drautal und Mölltal", in welchen jeweils nur eine einzige Gemeinde von 1972-1993 von solchen Schadensfällen verschont geblieben war.

Tab. 4: Anzahl der WB-Schadensereignisse in den einzelnen Gebietsbauleitungen und Prozentanteile der davon betroffenen Gemeinden.

BL	Gebietsbauleitung	Anzahl der WB-Schadensereignisse	Pozentanteil der von WB-Schadensereignissen betroffenen Gemeinden an deren Gesamtanzahl
K	Mittel- und Unterkärnten	184	54
	Gailtal und mittleres Drautal	132	86
	Liesertal und Ossiacher Seebecken	183	96
	Oberes Drautal und Mölltal	118	95
NÖ	Südwestliches Niederösterreich	174	41
	Wien und nördliches Niederösterreich	101	10
	Burgenland und südliches Niederösterreich	180	20
OÖ	Attergau und Innviertel	43	18
	Salzkammergut	195	84
	Steyr-Kremsgebiet	80	24
	Ennsgebiet und Mühlviertel	107	22
S	Flach- und Tennengau	144	69
	Pongau	131	100
	Lungau	43	80
	Unter- und Mittelpinzgau	144	88
	Oberpinzgau	75	100
ST	Unteres Ennstal und Salzatal	37	88
	Oberes Ennstal	66	79
	Oberes Murtal	57	49
	Mittleres Murtal und Mürztal	144	75
	Ost- und Weststeiermark	114	21
T	Außerfern	44	59
	Oberes Inntal	155	79
	Mittleres Inntal	94	58
	Westliches Unterinntal	41	72
	Östliches Unterinntal	70	44
	Osttirol	50	61

2.4 Wildbach-Schadensereignisse 1972-1993 in den einzelnen Jahren

Abbildung 7 zeigt die Verteilung aller seit 1972 in HW-Meldungen erfaßten WB-Schadensereignisse auf die einzelnen Jahre.

An Abbildung 7 erscheint vor allem auffällig, daß nach den hinsichtlich der Anzahl der gemeldeten WB-Schadensereignissen hervorstechenden Jahren 1975 und 1991 jeweils Jahre mit den geringsten diesbezüglichen Werten folgten. Der Jahresgang innerhalb der einzelnen Bundesländer wird aus den Abbildungen 8 und 9 ersichtlich.

Ein Vergleich der Abbildungen 8 und 9 zeigt, daß die einzelnen Bundesländer der österreichweiten jährlichen Verteilung der WB-Schadensereignisse doch auf relativ ähnliche Art und Weise folgten, wobei das Jahr 1991 zumeist den höchsten Anteil an WB-Schadensereignissen aufwies.

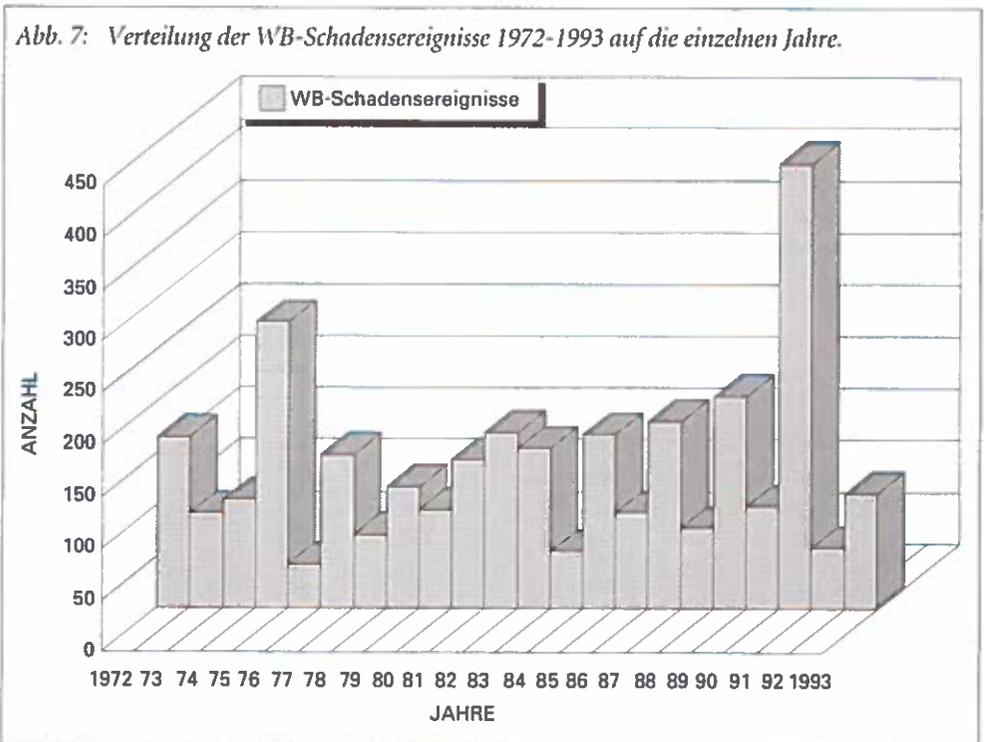


Abb. 8: Jahresweise Verteilung der WB-Schadensereignisse in Niederösterreich, Oberösterreich und Steiermark

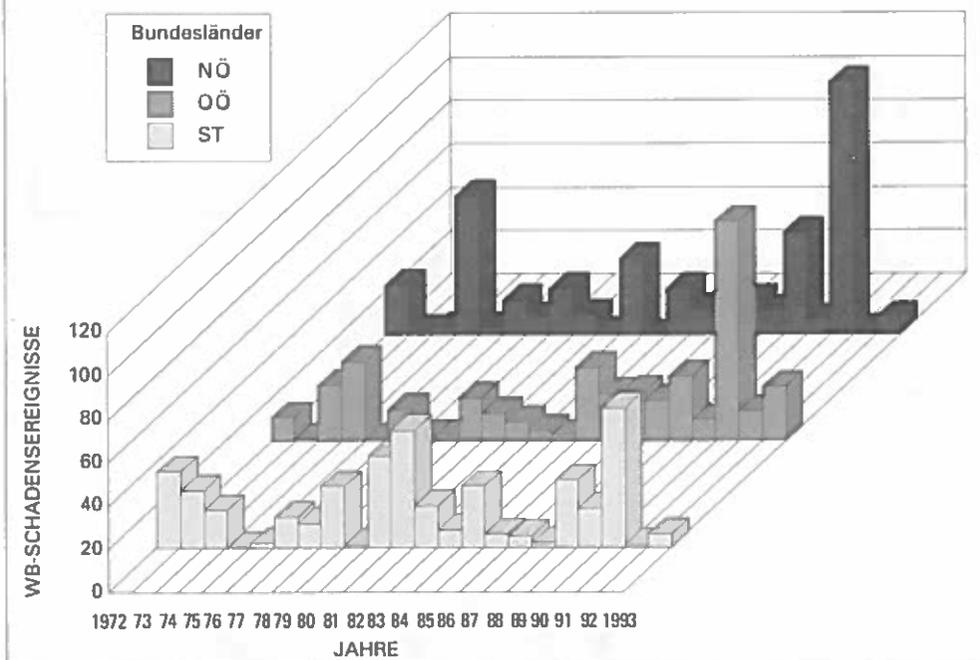
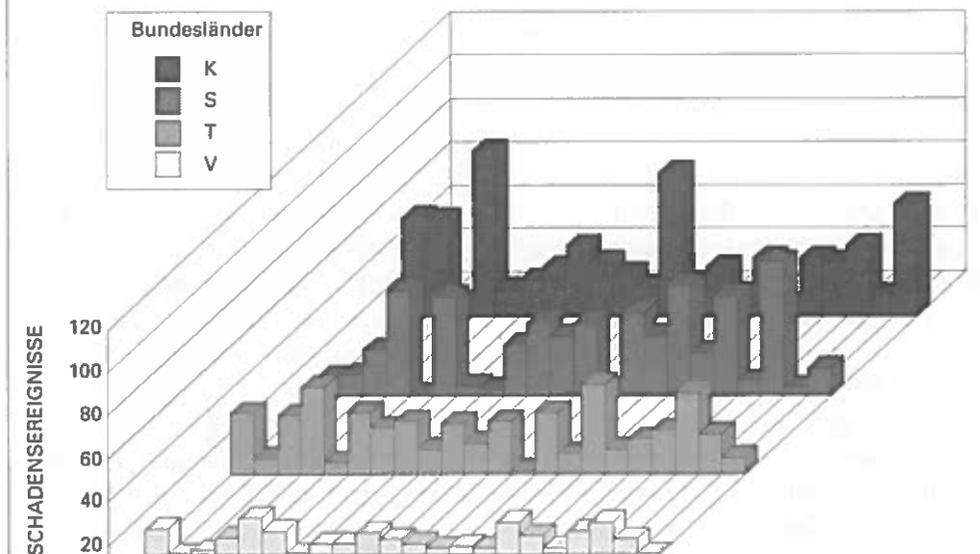
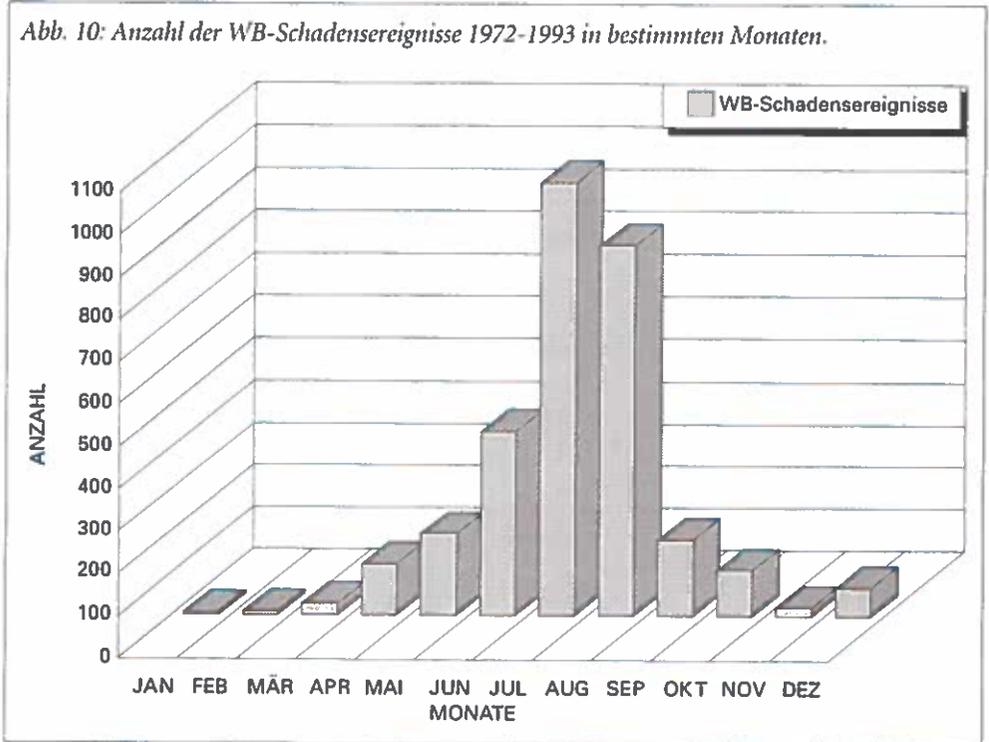


Abb. 9: Jahresweise Verteilung der WB-Schadensereignisse in Kärnten, Salzburg, Tirol und Vorarlberg.



2.5 Wildbach-Schadensereignisse 1972-1993 in den einzelnen Kalendermonaten

Die Auftretenshäufigkeiten von WB-Schadensereignissen innerhalb einzelner Monate sind aus Abbildung 10 zu ersehen.



Die mit Abstand höchsten Werte wiesen die Monate Juli (die 1.022 in diesem Monat angeführten WB-Schadensereignisse entsprechen exakt einem Drittel aller WB-Schadensereignisse), sowie der August mit 875 (= 28,5%) auf. Mit großem Abstand folgte der Juni (436 WB-Schadensereignisse), der seinerseits wiederum deutlich von den WB-Schadensereignishäufigkeiten der restlichen Monate abgesetzt war. Insgesamt wurden in diesen drei angeführten Monaten 76% aller WB-Schadensereignisse verzeichnet.

Im Halbjahr von Oktober bis März fanden hingegen nur 8% aller WB-Schadensereignisse statt, wobei die Monate Jänner, Februar, März und November jeweils deutlich unter der 1%-Marke blieben.

Auswertungen von Schadensereignissen in der Schweiz (ZELLER & RÖTHLISBERGER 1984) wiesen für den Zeitraum 1972-1981 ebenfalls den Juli als den am häufigsten betroffenen Monat aus. Jedes vierte Schadensereignis vollzog sich in diesem Monat. Ebenso wie in Österreich zeigte auch der Monat August den zweithöchsten Wert, er wies jedoch nur die Hälfte der für Österreich festgestellten Prozentanteile auf. Die

Es läßt sich somit sagen, daß die monatsweise Verteilung von Schadensereignissen in der Schweiz ein den österreichischen Ereignissen durchaus ähnliches Bild zeigte, wengleich die Konzentration auf die Sommermonate jedoch nicht ganz jenem extremen Ausmaß wie in Österreich entsprach.

Jahreszeitbezogene Auswertungen von bis ins 6. Jahrhundert zurückverfolgten Schweizer Schadensereignissen (RÖTHLISBERGER 1991) zeigten ebenfalls diese Tendenz. Die Beteiligung der Sommermonate übertraf dabei jene der Schweizer Untersuchungen von 1983, erreichte allerdings noch nicht die diesbezüglichen österreichischen Prozentanteile.

Bezieht man bei der Häufigkeitsverteilung von WB-Schadensereignissen neben der monatlichen Verteilung auch noch die räumliche Bezugsebene der Bundesländergrenzen mit ein, so ließen sich folgende Aspekte ableiten:

Jänner, Februar	Für diese beiden Monate gab es jeweils nur ein einziges Bundesland, aus welchem im Zeitraum 1972-1993 mehr als ein WB-Schadensereignis gemeldet wurde. Diese Bundesländer waren Oberösterreich für den Jänner bzw. Tirol für den Februar.
April	Von den 120 im April registrierten WB-Schadensereignissen fanden mehr als die Hälfte in Kärnten statt. Niederösterreich, Steiermark, Tirol und Vorarlberg verzeichneten von 1972-1993 in diesem Monat jeweils weniger als acht WB-Schadensereignisse.
Mai	Mehr als ein Drittel aller Schadensfälle ereigneten sich in Niederösterreich, welches auch das einzige Bundesland war, in dem der Mai einen beachtlichen Anteil (ca. 17%) an der Gesamtanzahl der WB-Schadensereignisse ausmachte. In allen anderen Bundesländern lag dieser Prozentsatz sehr einheitlich bei ca. 4%. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein WB-Schadensereignis im Mai auftrat, lag somit in Niederösterreich viermal höher als im übrigen Bundesgebiet.
Juni	In keinem einzigen Bundesland lag die Anzahl der WB-Schadensereignisse im Monat Juni höher als im Juli oder August. Mit Ausnahme von Salzburg und Vorarlberg betrug der prozentuelle Anteil dieses Monats jedoch immer über 10%.
Juli	Alle Bundesländer verzeichneten im Juli zwischen 29% und 38% aller WB-Schadensereignisse. Lediglich in Vorarlberg war dieser Monat mit 47% überproportional am Jahresgeschehen beteiligt.
August	Für diesen Monat stellte Kärnten eine Ausnahme dar: Während in allen anderen Bundesländern mehr als ein Viertel aller WB-Schadensereignisse im August auftraten (in Salzburg und Tirol sogar jeweils ca. 40%) stellten die 72 in den Augustmonaten aus Kärnten gemeldeten WB-Schadensereignisse für dieses Bundesland nur knappe 12% der Gesamtanzahl dar.
September - November	Hier läßt sich an die den August betreffenden Ausführungen beinahe nahtlos anschließen, allerdings mit genau entgegengesetzten Vorzeichen. Mehr als die Hälfte aller WB-Schadensereignisse dieser Monate fand nämlich in Kärnten statt. (Im November waren es sogar über 90%). Die Herbstmonate September und Oktober wiesen in Kärnten einen fünf- bzw. siebenmal höheren Anteil an der Gesamtanzahl der WB-Schadensereignisse auf als im Durchschnitt der übrigen Bundesländer.
Dezember	Aus Nieder-, Oberösterreich und Vorarlberg wurden für diesen Monat mehr WB-Scha-

Kapitel III

3. Kennzeichnende Parameter für Wildbach- Schadensereignisse 1972-1993 in den einzelnen Bundesländern

Aus der Informationsvielfalt der HW-Meldungen wurden für dieses Kapitel folgende Inhalte herangezogen:

- Verbauungszustände der von WB-Schadensereignissen betroffenen Wildbäche
- Niederschlagsspezifische Ursachen der WB-Schadensereignisse
- Arten der Geschiebeführung bei WB-Schadensereignissen
- geschätzte Jährlichkeiten der WB-Schadensereignisse
- Flächengrößen der von WB-Schadensereignissen betroffenen Einzugsgebiete

Um Verknüpfungen dieser Faktoren im Verlaufe des Kapitels IV bewertbar zu machen, werden nachfolgend diese Parameter zunächst einmal getrennt voneinander, lediglich mit ihrem Bundesländerbezug dargestellt.

3.1 Verbauungszustände

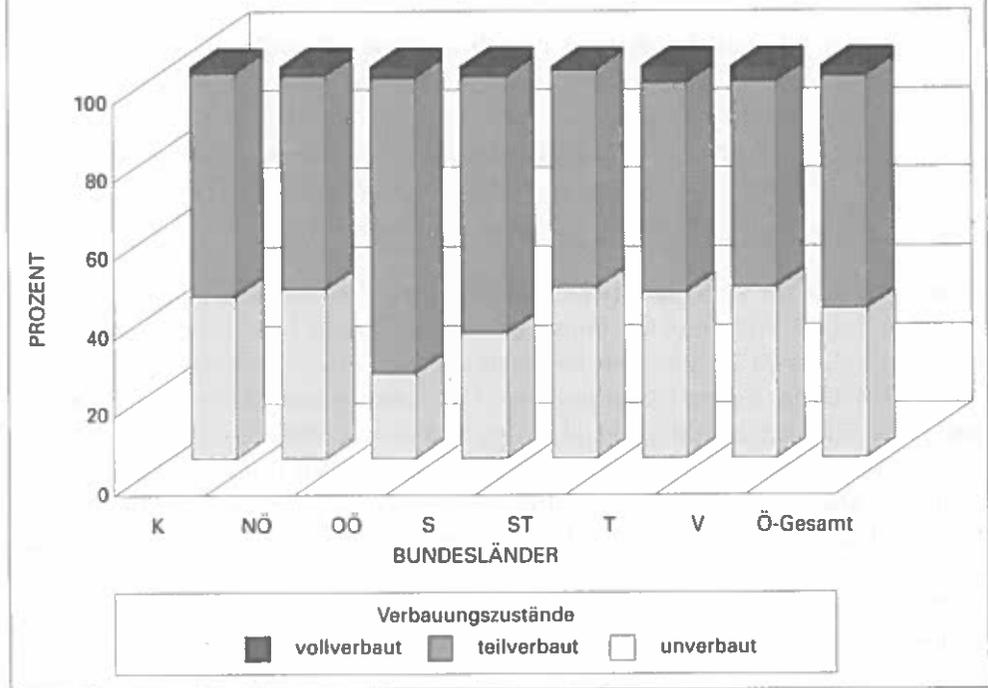
Innerhalb der HW-Meldungen wurde der Verbauungszustand nach folgenden vier Kriterien beurteilt:

- unverbaut
- Verbauung beantragt
- teilverbaut
- vollverbaut

Insgesamt waren über 2.980 (entspricht 97,2%) der HW-Meldungen mit diesbezüglichen Angaben versehen. Wie auch bei allen weiteren Zahlendarstellungen (sei es in Tabellen- oder Abbildungsform) kann diese Anzahl allerdings nicht exakt der Anzahl der Wildbäche, die zu diesem Ergebnis geführt haben, gleichgestellt werden, da einige Wildbäche im Untersuchungszeitraum mehrmals von Schadensereignissen betroffen waren.

Da im Falle der beantragten Verbauung jeweils auch der zu diesem Zeitpunkt maßgebliche Verbauungszustand des Wildbaches angeführt worden war, konnte für nachstehende Abbildung 11 mit insgesamt drei Verbauungszustandsmerkmalen das Auslangen gefunden werden.

Abb. 11: Verbauungszustände der in den einzelnen Bundesländern von WB-Schadensereignissen betroffenen Wildbächen.



Die Tatsache, daß insgesamt 62% der von Schadensereignissen betroffenen Wildbäche solche mit bereits erfolgten Verbauungsmaßnahmen waren, sollte nun nicht zu einer vereinfachenden Infragestellung eben dieser Maßnahmen verleiten. Einerseits sind mit Sicherheit nicht gerade die unproblematischten Wildbäche Ziel bisheriger Verbauungstätigkeiten gewesen, andererseits bieten auch die in Kapitel VI angeführten Schäden keinerlei Möglichkeiten, Szenarien der Auswirkungen zu entwerfen, welche bei Unterbleiben von Schutzmaßnahmen eingetroffen wären.

Auffällig war allerdings die Tatsache, daß sich mit Ausnahme von Oberösterreich und Salzburg (78% bzw. 68% der betroffenen Wildbäche waren in diesen Bundesländern zumindest teilverbaut) WB-Schadensereignisse in allen anderen Bundesländern mit beinahe identen Prozentanteilen von 43 : 54 : 3 (un- : teil- : vollverbaut) auf die einzelnen Verbauungszustände verteilten. Der kleine Anteil der als vollverbaut eingestuft Wildbäche wird dabei sicherlich auch durch das geringe Vorhandensein von Wildbächen dieses Klassifikationstypus erklärbar.

3.2 Niederschlagsspezifische Ursachen

In mehr als 99% der HW-Meldungen wurden Angaben bezüglich der Ursachen für die jeweiligen WB-Schadensereignisse nach folgenden Einordnungskriterien angeführt:

Landregen.....	LR
Regenperiode mit schauerartigem Charakter	RPS
kurzer Starkregen	STR
Schneeschnmelze.....	SS

Im Gegensatz zur Zeitungsberichterstattung über Ursachen von Hochwasserereignissen, in der die Witterung fast immer als einzige Ursache beschrieben wird (JANUSKOVECZ 1989), wird im Rahmen von fachlich fundierten Ursachenanalysen stets betont, daß für das Zustandekommen eines WB-Schadensereignisses das Zusammenspiel vieler Faktoren ausschlaggebend ist (vgl. HEUMADER 1991). Da o.a. Einordnungskriterien jedoch nur eine Komponente des multifaktoriellen Prozesses der Schadensauslösung abdecken, würde diesem Informationsbereich der HW-Meldungen der Titel "niederschlagsspezifische Ursachen" wesentlich besser entsprechen als der in Verwendung befindliche Begriff der "Ursachen". Aus Sicht dieser Feststellung sollte dem im Rahmen dieser Arbeit verwendeten Begriff der "Ursache" auch stets nur dessen niederschlagsspezifische Bedeutung als gedanklicher Hintergrund unterlegt werden.

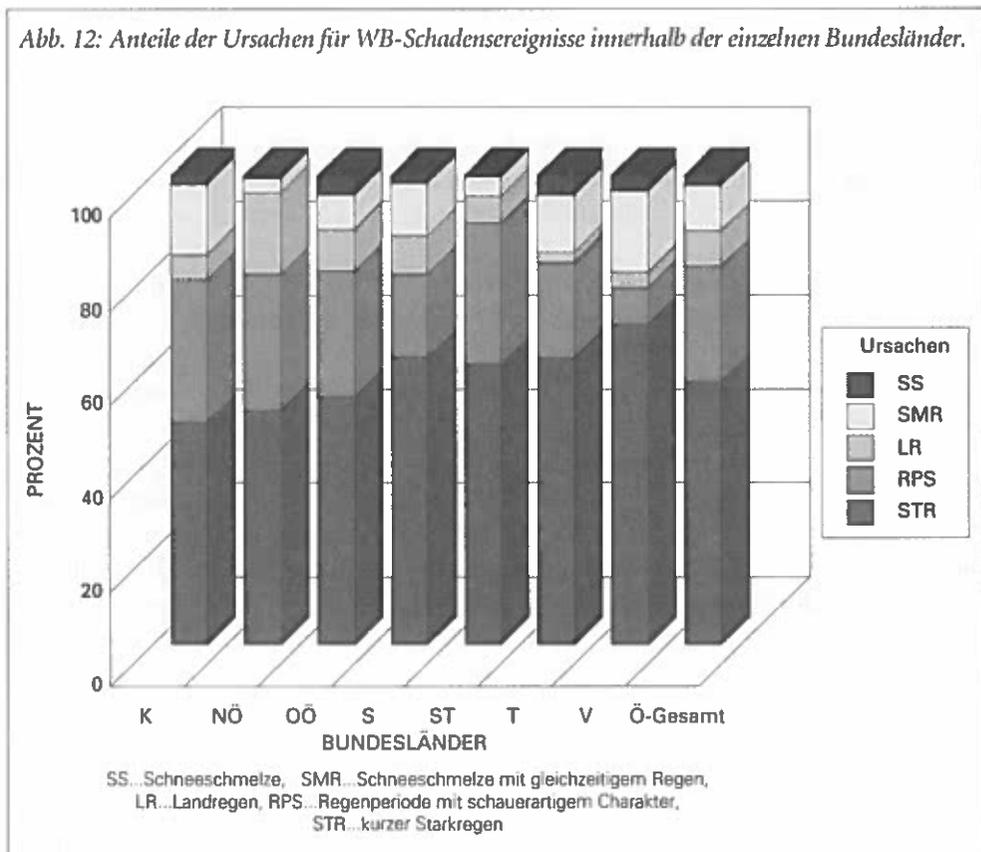
Da bei ca. 10% der HW-Meldungen im Zusammenhang mit Schneeschnmelze gleichzeitig auch eine der drei Regenarten mitangeführt worden war, wurden in dieser Arbeit, um die mögliche Bandbreite der Unterscheidungsmöglichkeiten von Ursachen nicht zu sehr auszuweiten, solche Ereignisse unter dem Begriff

Schneeschnmelze mit gleichzeitigem RegenSMR

zusammengefaßt.

Mit Sicherheit ist den in den HW-Meldungen vorgegebenen Ursachenkategorien, zumal ihnen keine wissenschaftlich exakte, und vor allem einheitliche Definition voransteht, eine gewisse Trennungsunschärfe eigen. Da jedoch nur in 26% der Schadensereignisse auch Angaben über die Faktoren Menge und Dauer der Niederschlagsereignisse vorlagen, mußte bei den auf die Ursachen bezugnehmenden Auswertungen dem Einfühlungsvermögen der jeweils erhebenden Person ein gewisser Stellenwert eingeräumt werden. Da außerdem je nach herrschenden Rahmenbedingungen (Witterung der Vorperiode, Vegetationszustand) ein und dasselbe Niederschlagsereignis völlig verschiedene Abflußvorgänge zu bewirken imstande ist, können nachfolgende Auswertungen lediglich grundsätzliche Strukturen aufzeigen. Dies gilt umso mehr, da in den komplexen Systemen von Wildbächen aufgrund der ihnen innewohnenden nichtlinearen Dynamik des Ursachen-Wirkungsgefüges ausgesprochen vielschichti-

Abb. 12: Anteile der Ursachen für WB-Schadensereignisse innerhalb der einzelnen Bundesländer.



Deutlich dokumentiert Abbildung 12 den großen Einfluß von zeitlich kurzen Niederschlagsereignissen. Österreichweit wurden bei mehr als der Hälfte aller WB-Schadensereignisse kurze Starkregen als bestimmende Ursache angesehen. Dies wird auch durch die Ursachenverteilung innerhalb der einzelnen Bundesländer bestätigt: Nur in Kärnten lag der Starkregenanteil mit 47,5% unter der 50%-Marke.

Der für Schadensereignisse abflußwirksame Anteil eines Starkniederschlags, erklärt sich aus der "Überschreitung der Speicherkapazität der Bodenmatrix" (SCHÖBERL 1988), welche in Hochwasserformeln durch den Ansatz eines Abflußkoeffizienten rechnerisch berücksichtigt wird. Die sich bei Schätzung dieses Koeffizienten ergebenden Problematiken werden im Rahmen der vorliegenden Ausführungen bewußt ausgeklammert. Um aber einen Anhaltspunkt bezüglich der möglichen Größenordnung von Starkregennmengen anzubieten, sei an dieser Stelle der höchste, im Zeitraum 1981-1990 in Österreich gemessene Tagesniederschlagswert angeführt. Dieser betrug 244 mm und wurde am 10.09.1983 von der Niederschlagsmeßstation Waidegg in

Hochwasserereignis (7. Juli 1979 im Raum Pernegg (NÖ)) die gemessene Niederschlagssumme mit 140 mm an, was bei der nur eineinhalbstündigen Dauer des Niederschlagsereignisses einer Niederschlagsintensität von 1,55 mm/min entsprach. Derselbe Autor führte 1992 für das "intensivste, je in Niederösterreich gemessene Niederschlagsereignis" vom 04.08.1991 im Triestingtal folgende Werte an: 213 mm innerhalb von vier Stunden, wobei es während einer halben Stunde sogar zu 60 mm Niederschlag kam.

In diesem Zusammenhang sind auch die von GUTKNECHT (1982) durchgeführten Starkregenanalysen eines Zeitraumes von 33 Jahren für die Niederschlagsmeßstation Klaus (OÖ) von Interesse. GUTKNECHT zeigte dabei auf, daß auch innerhalb kurzer Starkregen oftmals nur eine einzige Phase von einer halben bis einer Stunde den Kern des Gesamtniederschlags ausmacht.

Auch Landregen, die gemeinhin als gleichmäßige Niederschlagsereignisse gelten, schwanken nach GUTKNECHT (1982) hinsichtlich ihrer Verteilung und Intensität sehr stark. Solcherart eingestufte Niederschlagsereignisse spielten als schadensauslösender Faktor eigentlich nur in Niederösterreich eine bedeutende Rolle. Ein Drittel aller in Österreich durch Landregen beeinflussten WB-Schadensereignisse des Beobachtungszeitraumes fanden dort statt. Der Landregenanteil lag damit in diesem Bundesland dreimal höher als im Bundesdurchschnitt.

Die Beteiligung von Schneeschmelzvorgängen (mit oder ohne gleichzeitigem Regen) als Schadensursache war bundesländerweise sehr verschieden: In Kärnten, Salzburg, Tirol und Vorarlberg wurden deutlich mehr als 10% aller WB-Schadensereignisse diesem Ursachenkomplex zugeschrieben. Mit knapp über 20% wies Vorarlberg dabei den höchsten Anteil auf. In all diesen Bundesländern waren jedoch Schneeschmelzvorgänge nur dann von wirklich ursächlicher Bedeutung, wenn sie mit gleichzeitig aufgetretenen Niederschlägen gekoppelt waren.

STEINACKER (1988) betonte allerdings in seiner Analyse der meteorologischen Rahmenbedingungen der alpinen Hochwasserereignisse des Sommers 1987 die Tatsache, daß der Einfluß von Regen auf Schneeschmelzvorgänge schon alleine aufgrund der energetischen Beziehung (um 1 mm Schnee zu schmelzen, bedarf es bei 4°C 20 mm Regens) viel geringer ist, als oftmals angenommen. Steinacker (1988) verweist dabei auf Untersuchungen, wonach selbst bei dem überwiegend vergletscherten Einzugsgebiet des Vernagtaches im inneren Ötztal 93% des Abflusses direkt von Niederschlag verursacht worden war. Die eigentliche Hochwassergefahr beschreibt STEINACKER (1988) für den Fall, daß eine vorangegangene Schneeschmelzphase das Wasserrückhaltevermögen des Bodens bereits entsprechend vermindert hat, und der daraufhin einsetzende Niederschlag somit zeitlich unverzögert und beinahe vollständig zum Abfluß kommt.

Da allerdings Schneedeckenparameter kleinräumig noch stärker variieren können als Regenniederschläge, ist eine Übertragung von punktuell ermittelten Ergebnissen auf

Besonders bei einem im Jahresablauf sehr verspäteten Schneeschmelzbeginn können infolge des dann raschen Wechsels von winterlichen zu hochsommerlichen Verhältnissen kritische Situationen entstehen (SCHWARZL 1989).

Auch der Vertikalerstreckung des Einzugsgebietes kommt große Bedeutung zu, da Schneeschmelzereignisse in höheren Lagen mit jenen des Flachlandes durchaus nicht zusammenfallen müssen. Ein weiterer wichtiger Einflußfaktor auf mögliche Abläufe und somit Auswirkungen der Schneeschmelze spielen die dabei herrschenden Windbedingungen. Nach Untersuchungen des BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1991) wird z.B. bei einer Zunahme der Windstärke von 1,5 auf 3,0 Beaufort "bei gleicher Temperaturdifferenz zwischen Schneedecke und darüberstreichender Luft doppelt soviel Energie in die Schneedecke eingebracht".

Die Komplexität und Verschiedenartigkeit der zugrunde gelegten Ausgangsparameter können daher auch als Begründung für die im Widerspruch zu den Analysen STEINACKERS stehenden Zahlenangaben ZEDLACHERS (1986) dienen. ZEDLACHER folgend kann "die Überlagerung von Regen und Schneeschmelze bis zum 3 (4)-fachen Abfluß (gegenüber dem reinen Niederschlagsereignis) führen".

Einen interessanten Vergleich zu den in Abbildung 12 dargestellten Werten ermöglichen die Untersuchungen von ZELLER & RÖTHLISBERGER (1984). Darin wurde die Ursachenverteilung für 407 Hochwasserschadensereignisse in der Schweiz für den Zeitraum 1972-1981 folgendermaßen angeführt:

Gewitter und intensive Regen	58,3 %
Dauerregen	29,5 %
Schneeschmelze und Regen	12,2 %

Stellt man diesem Zahlenmaterial in entsprechender Reihenfolge die österreichischen Werte für Starkregen, die Summe aus Landregen und Regenperioden mit schauerartigem Charakter, sowie Schneeschmelze mit gleichzeitigem Regen gegenüber, so ergibt sich trotz der Verschiedenartigkeit der Untersuchungsgebiete ein sehr ähnliches Verteilungsschema.

Auch die, im Rahmen einer bis ins 6. Jahrhundert zurückreichenden Chronik über Unwetterschäden in der Schweiz erhobenen Verteilungswerte der Schadensursachen (RÖTHLISBERGER 1991), wiesen eine ähnliche Tendenz auf. Obwohl das dabei zugrundegelegte Informationsmaterial schwer mit heutzutage vorhandenen Daten verglichen werden kann und RÖTHLISBERGER zusätzlich auf deren mögliche Unvollständigkeit hinwies, wurde auch durch diese Auswertungen die absolute Vormachtstellung kurzer, intensiver Niederschläge als schadensauslösender Faktor verdeutlicht. Schneeschmelzvorgänge mit Regen nahmen auch in dieser Untersuchung einen ca. 10%-igen Anteil an den Schadensursachen ein.

3.3 Geschiebeführungsarten

Ergebnisse bisher durchgeführter Analysen von WB-Schadensereignissen zeigten deutlich auf, daß bei Wildbächen nicht das Hochwasser, sondern der Geschiebeanfall das eigentliche Problem darstellt. Da zumeist ein krasser Gegensatz zwischen einer oftmals langsamen und kontinuierlichen Geschiebeproduktion im Einzugsgebiet und einer in großen Zeitabständen erfolgenden, plötzlichen Geschiebeabfuhr bei Hochwasser besteht, werden WB-Schadensereignisse häufig als außerordentlich empfunden (HEUMADER 1991). Auch SCHÖBERL (1988a) wies nachdrücklich auf die im Zeitbezug zumeist ausgesprochen unausgeglichene Feststoffbilanz hochalpiner Wildbäche hin.

Nähere Untersuchungen des Geschiebetransportes erfordern zunächst einmal eine Abstufung der verschiedenen Arten der Geschiebeführung. Innerhalb der HW-Meldungen wurde die Geschiebeführung der Wildbäche nach folgenden Unterscheidungsmerkmalen beurteilt:

Hochwasser ohne Geschiebeführung	HW
Hochwasser mit mäßiger Geschiebeführung.....	HWMG
Hochwasser mit starker Geschiebeführung.....	HWSG
Hochwasser mit Murstößen	
Murgang	

Dieses Prinzip der Gliederung von Geschiebeführungsarten geht weitestgehend mit dem von AULITZKY 1980 unter dem Titel "Preliminary two-fold classification of torrents" vorgestellten Wildbachklassifikationsschema konform. AULITZKY (1980) unterschied dabei "im Rahmen der ganzheitlichen Beurteilung am Schwemmkegel in Hinblick auf ungleiche Gefährdung von Objekten" zwischen murstoßfähigen, murfähigen, geschiebeführenden und hochwasserführenden Wildbächen.

HÜBL (1995) führte in seiner Arbeit jedoch aus, daß aufgrund der Tatsache, daß Muren in ihrer rheologischen Ausbildungsform zeitlich und räumlich variieren, eine Vielzahl der für ihr Erscheinungsbild maßgeblichen Faktoren noch zu wenig herausgearbeitet und untersucht wurden. Dieses Informationsdefizit führte dazu, daß bislang keine wissenschaftlich eindeutige Begriffsdefinition für Muren vorliegt und im Wildbach-Schadensgeschehen alle Wasser-Feststoffgemische landläufig als Muren bezeichnet wurden (HÜBL 1995). In der Arbeit dieses Autors wird der Vorschlag zu einer rheologisch orientierten Murenklassifikation präsentiert. Der Begriff der Mure erfährt dabei eine Untergliederung in folgende Klassifikationsmerkmale: Murschwall, nicht kohäsive Mure, kohäsive Mure und Übergangsformen.

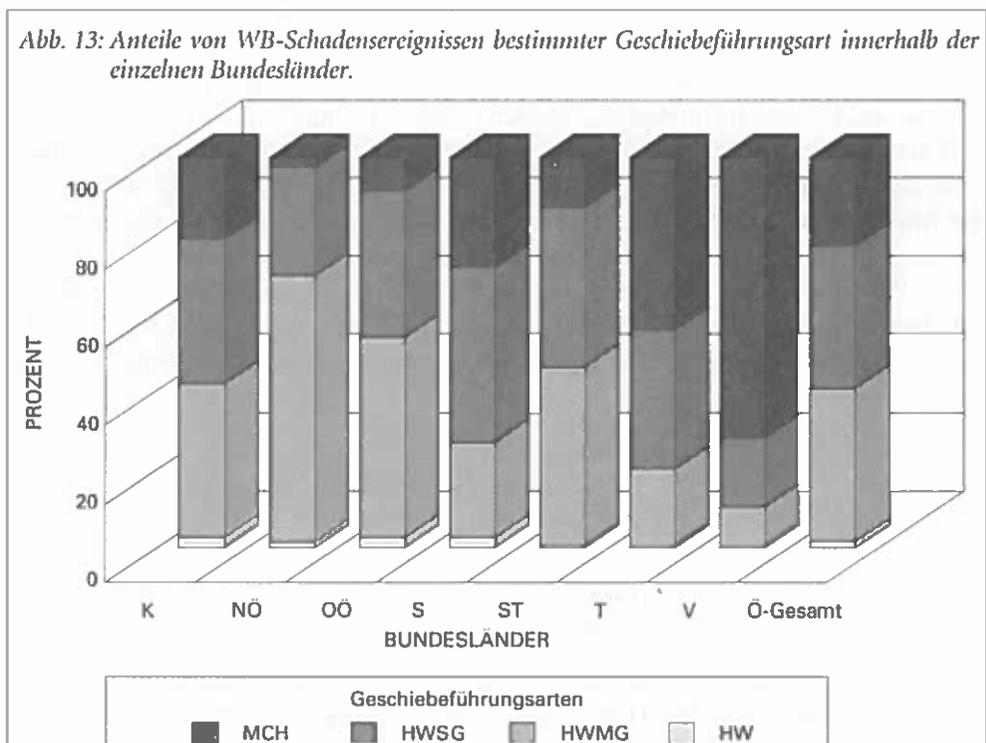
Aufgrund der Datenstruktur der HW-Meldungen war eine Miteinbeziehung dieser Vorschläge in Auswertungsthematiken allerdings nicht möglich. 93% aller HW-Meldungen beinhalteten jedoch Angaben über die Mureneigenschaften. Die Mureneigenschaften sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Zwischen diesen in diskreten Schritten erfolgenden Abstufungen komplexer Vorgänge existieren aufgrund ihrer vereinfachenden Beschreibung fließende Übergänge sodaß deren Ergebnisbewertung in erster Linie tendenzieller Charakter zukommt. Zur Charakterisierung dieses Problems kann dabei ein Ausspruch von STINY (1952) hinsichtlich der Einteilung von Massenbewegungen herangezogen werden: "Wie überall sonst, kennt auch in diesem Belange die Natur keine scharfen Grenzen, sondern verbindet die Gegensätze gerne durch Übergänge; die Grenzen richtet nur der Mensch auf, weil er ihrer zur Verständigung bedarf". Demzufolge wurden, um eine deutlichere Gegenüberstellung zwischen murenähnlichen und sonstigen Schadensereignissen zu ermöglichen, innerhalb dieser Arbeit die beiden letztgenannten Geschiebeführungsarten unter dem Begriff

Schadensereignis mit MurencharakterMCH

subsumiert.

Aus Gründen der sprachlichen Übersicht innerhalb bestimmter Textpassagen, werden im weiteren Verlauf dieser Arbeit teilweise die o. a. Kurzbezeichnungen der Geschiebeführungsarten verwendet.



Die Verteilung der nunmehr vier verschiedenen Arten der Geschiebeführung innerhalb der einzelnen Bundesländer zeigt Abbildung 13.

Welchen enormen Stellenwert die Geschiebeproblematik im Wildbachgeschehen einnimmt, wird durch den extrem geringen Anteil (< 2%) "reiner" Hochwasser an den Schadensereignissen verdeutlicht.

Hochwasser mit mäßiger Geschiebeführung waren nur in zwei Bundesländern (Nieder- und Oberösterreich) zu mehr als 50% an den WB-Schadensereignissen beteiligt. In Salzburg, Tirol und Vorarlberg nahmen sie hingegen weniger als 25% ein. In Kärnten und der Steiermark hielten sich Hochwasser mit mäßiger bzw. starker Geschiebeführung anzahlmäßig beinahe die Waage und machten dort in Summe jeweils ca. 80% aller WB-Schadensereignisse aus.

Murencharakter wiesen österreichweit beinahe 23% aller WB-Schadensereignisse auf, wobei dieser Prozentsatz jedoch bundesländerweise sehr stark variierte: Während in Vorarlberg sieben von zehn Schadensereignisse Murencharakter besaßen, war dies in Niederösterreich nur bei jedem 36. Ereignis der Fall. Die Wahrscheinlichkeit, daß es sich bei Eintreten eines WB-Schadensereignisses um eines mit Murencharakter handelte, war in Vorarlberg im Vergleich zu Niederösterreich somit 25mal höher.

Tirol, wo im Beobachtungszeitraum 15% aller österreichischen WB-Schadensereignisse registriert wurden (s. Abb. 5), hatte einen 30%-Anteil an WB-Schadensereignissen mit Murencharakter. Dieses 1 : 2 Verhältnis (% WB-Schadensereignisse : % WB-Schadensereignisse mit Murencharakter) wurde von Vorarlberg sogar noch deutlich übertroffen. In diesem Bundesland standen einem 5%-Anteil an den österreichischen WB-Schadensereignissen ein 15%-Anteil an solchen mit Murencharakter gegenüber!

In nachstehender Abbildung 14 wird die Verteilung von WB-Schadensereignissen mit Murencharakter auf die österreichischen Gemeinden dargestellt, und die Häufigkeiten dieser Ereignisse den Mittelkoordinaten der Gemeinden zugeordnet.

Eine Zuordnung der Gemeinden zu ihren Politischen Bezirken ergab, daß in folgenden Politischen Bezirken jeweils mehr als die Hälfte aller Gemeinden im Beobachtungszeitraum von zumindest einem Schadensereignis mit Murencharakter betroffen waren:

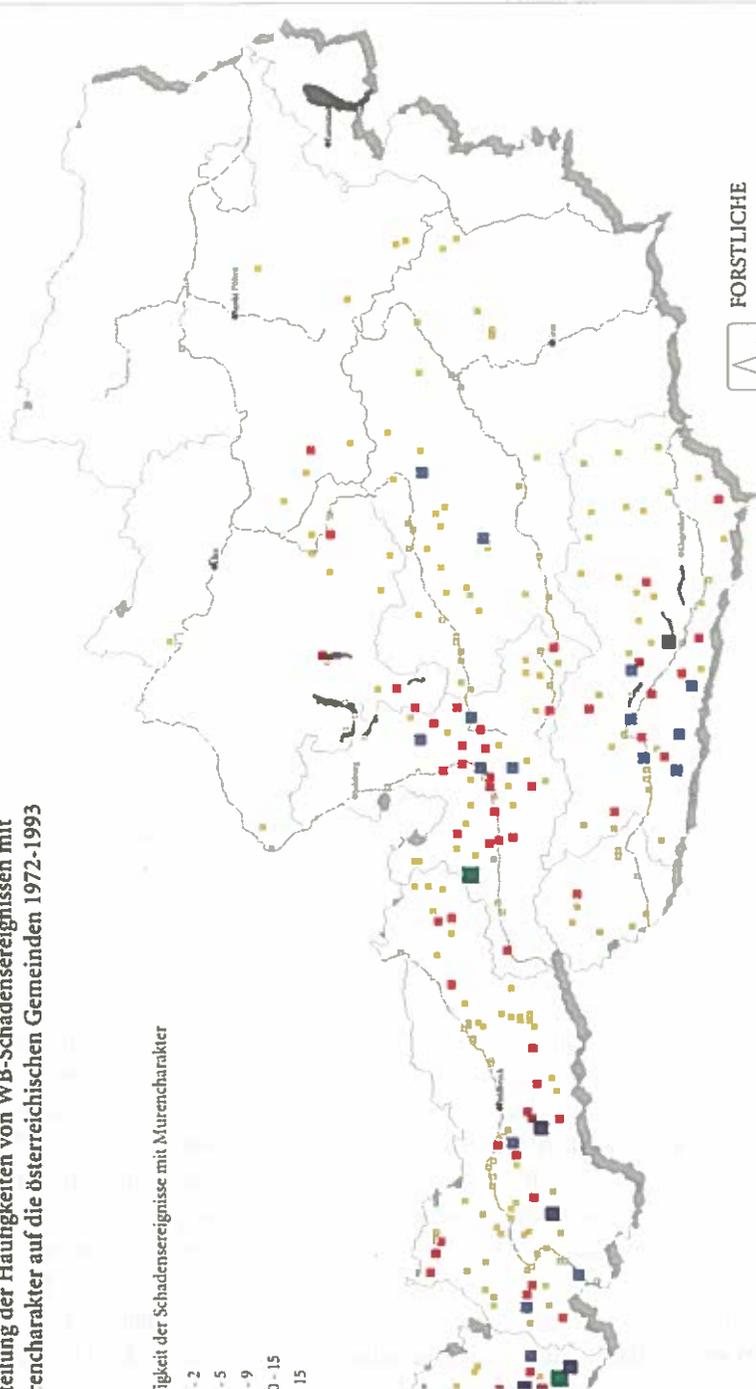
Hermagor (K)
 St. Johann im Pongau (S)
 Zell am See (S)
 Imst (T)
 Landeck (T)
 Bludenz (V)

Die während 1972-1993 von Murenereignissen betroffene Anzahl an Gemeinden belief sich insgesamt auf 289. Dabei konnten die Häufigkeiten solcher WB-Schadensereignisse folgendermaßen beurteilt werden:

Verteilung der Häufigkeiten von WB-Schadensereignissen mit Murencharakter auf die österreichischen Gemeinden 1972-1993

Häufigkeit der Schadensereignisse mit Murencharakter

- 2
- 5
- 9
- 15
- 15



FORSTLICHE
BUNDEVERSUCHSANSTALT
FBVA
WIEN



Anzahl der WB-Schadensereignisse mit Murencharakter	Anzahl der Gemeinden
1 - 2	210
3 - 5	54
6 - 9	17
10 - 15	5
>15	3

Folgende Gemeinden wiesen mehr als 15 WB-Schadensereignisse mit Murencharakter im Beobachtungszeitraum auf:

Anzahl der WB-Schadensereignisse mit Murencharakter	Gemeinde
21	Bludenz (V)
17	Saalbach-Hinterglemm (S)
16	St. Gallenkirch (V)

3.4 Geschätzte Jährlichkeiten

Das Festlegen der Jährlichkeit eines WB-Schadensereignisses stellt infolge des nur in sehr wenigen Einzugsgebieten vorhandenen Datenmaterials aus mehrjährigen Beobachtungsreihen einen schwierigen Prozess der Einschätzung dar. Diese Einstufung erfolgt durch den damit betrauten Fachmann unter Einbeziehung seines gesamten Wissens- und Erfahrungsstandes, insbesondere aber auch unter Bedachtnahme auf bisherige, im jeweiligen Einzugsgebiet bereits stattgefundenene WB-Schadensereignisse.

Im Rahmen des HW-Formulares ist der Begriff der "Wiederholungswahrscheinlichkeit" (vgl. Abb. 1) als Rubrikkennzeichnung streng genommen unkorrekt. Grund dafür sind die für Eintragungen in diese Rubrik vorgesehenen Abstufungen, die von einer Unterteilung nach bestimmten Jahresanzahlen ausgehen. Diese Einstufung in bestimmte Zeiträume verkörpert jedoch den reziproken Wert der relativen Häufigkeit pro Jahr und wird deshalb richtigerweise als "mittlere Wiederkehrdauer", "Wiederkehrperiode" bzw. als "Jährlichkeit" zu bezeichnen sein. Diese Jährlichkeit bezieht dabei die mittlere Anzahl von Jahren, die zwischen zwei Schadensereignissen gleichen Ausmaßes vergehen, wobei unbedingt zu berücksichtigen ist, daß diesem Wert rein statistischer Charakter zukommt. Der tatsächliche Zeitraum zwischen zwei Schadensereignissen gleichen Ausmaßes kann aus dieser Relation keineswegs abgeleitet werden (KIENHOLZ 1993). Um solche Trugschlüsse auszuschalten, empfiehlt daher der US Water Research Council die Jährlichkeit als *Wahrscheinlichkeitsmaß* zu definieren: "Ein 100jährlicher

Gerade seltene und außergewöhnliche Schadensereignisse verdeutlichen immer wieder die Größe des Informationsdefizites hinsichtlich der Einschätzung von WB-Schadensereignissen. Einer der Gründe dieses Datenmankos ist sicherlich die geringe Anzahl vorhandener Abflußmeßstellen. Die Aussage, daß jedoch selbst bei Aufzeichnungen von gemessenen Spitzenabflüssen die "Extrapolation einer Extremalwertverteilung für sich alleine genommen ein untaugliches Mittel zur Abschätzung von außerordentlichen Abflußereignissen ist" (SINNIGER 1989), begründet SINNIGER (1989), indem er auf publizierte Schadensereignisse verweist, bei denen selbst Werte für 10.000jährige Hochwasser überschritten wurden. Plastisch formuliert wurden solche Extremereignisse von diesem Autor daher als "Giganten unter Zwergen" bezeichnet. Auch für Österreich gibt es Berechnungen, die diese Einschätzung unterstützen: So führten SAURER ET AL. (1992) anlässlich eines WB-Schadensereignisses in der Weststeiermark für den ein 0,8 km² großes Einzugsgebiet besitzenden Lexenbach eine Hochwasserspitze an, die dem vierfachen HQ₁₀₀-Wert entsprach.

Um den, erst durch zukünftige WB-Schadensereignisse eventuell verifizierbaren Schätzwerten der Jährlichkeit eines WB-Schadensereignisses einen gewissen Rahmenbezug zu geben, werden innerhalb der HW-Meldungen insgesamt fünf verschiedene Einordnungsklassen angeboten:

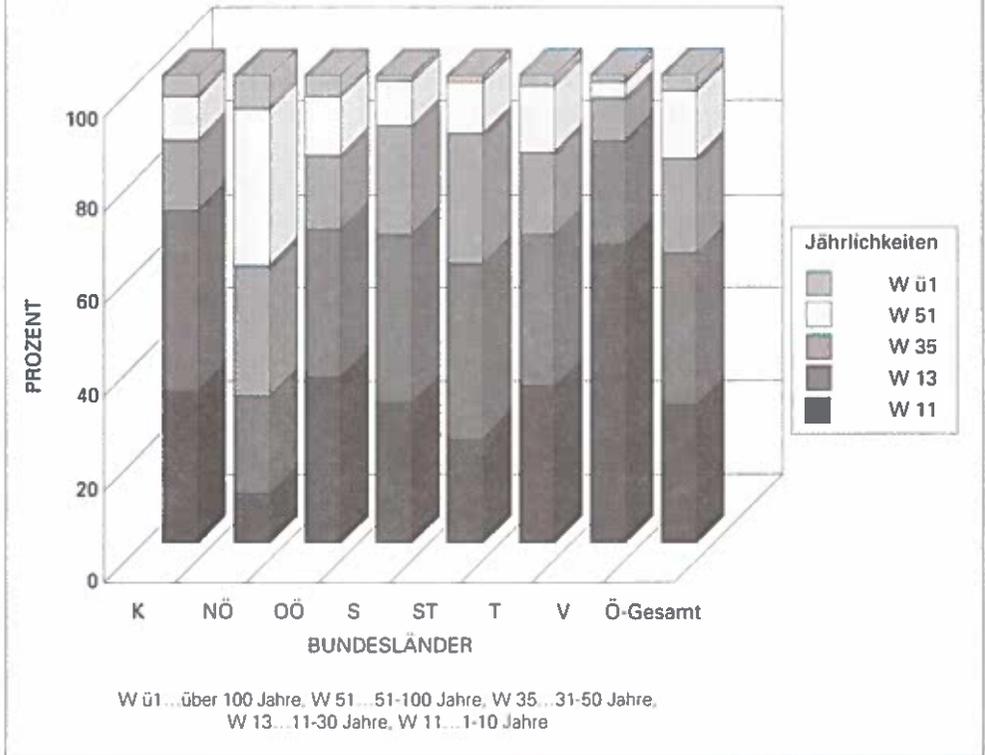
Wiederkehrdauer	Kurzbezeichnungen
1 - 10 Jahre.....	W 11
11 - 30 Jahre.....	W 13
31 - 50 Jahre.....	W 35
51 - 100 Jahre.....	W 51
über 100 Jahre.....	W ü1

Insgesamt beinhalteten ca. 92% der HW-Meldungen Angaben über die Jährlichkeit des jeweiligen Ereignisses. Mit welchen Anteilen dabei o.a. Klassen innerhalb der einzelnen Bundesländern belegt wurden, zeigt Abbildung 15.

Klammert man die Verteilungsmuster Niederösterreichs und Vorarlbergs bei der österreichweiten Mittelwertbildung aus, so stellen diese für die einzelnen Jährlichkeiten erhobenen Mittelwerte auch innerhalb der verschiedenen Bundesländer durchaus maßgebende Größenordnungen dar. Die Anteile von WB-Schadensereignissen in den einzelnen Wiederkehrklassen ließen sich für diese Bundesländer daher mit folgenden Werten gut charakterisieren:

W 11	31 %
W 13	36 %
W 35	19 %

Abb. 15: Anteile von WB-Schadensereignissen bestimmter Jährlichkeit innerhalb der einzelnen Bundesländer.



Die von diesem Verteilungsschema abweichenden Bundesländer Niederösterreich und Vorarlberg zeigten folgende Merkmale:

Niederösterreich wies ein verstärktes Auftreten von WB-Schadensereignissen mit großen Wiederkehrperioden auf. Insgesamt wurden beinahe 40% aller WB-Schadensereignisse mit W 51 oder W 101 belegt. Dies führte dazu, daß der Anteil der über 100jährigen Ereignisse dreimal höher als im Bundesdurchschnitt war. Der Prozentsatz von WB-Schadensereignissen mit geschätzten Jährlichkeiten von bis zu 10 Jahren lag hingegen bei nur 10%.

Im klaren Gegensatz dazu stand die Jährlichkeitsverteilung in Vorarlberg. Beinahe zwei Drittel aller WB-Schadensereignisse wurden mit W 11 bewertet. Im Durchschnitt des Beobachtungszeitraumes trat in Vorarlberg jährlich nur ein Ereignis mit einer Wiederkehrperiode von mehr als 30 Jahren auf.

Bezüglich der über 100jährigen WB-Schadensereignisse sei abschließend noch

3.5 Flächengrößen der betroffenen Einzugsgebiete

Um die jeweils relevanten Flächen der von WB-Schadensereignissen betroffenen Einzugsgebiete für weitere Auswertungen verfügbar zu machen, wurde mit den diesbezüglichen Angaben der HW-Meldungen folgendermaßen verfahren:

- Sofern kein Teileinzugsgebiet in der HW-Meldung angeführt worden war, wurde die Fläche des Einzugsgebietes als Bezugsgröße genommen.
- War nicht das gesamte Einzugsgebiet, sondern nur ein Teileinzugsgebiet vom jeweiligen WB-Schadensereignis betroffen, so wurde dessen Fläche in Rechnung gestellt. Für den Fall, daß zwar ein Teileinzugsgebiet namentlich angeführt, jedoch keine Angaben über dessen Fläche vorhanden waren, wurde nicht eine eventuell vorhandene Flächenangabe des Einzugsgebietes herangezogen, da dies zu einem systematischen Überschätzen der Flächen geführt hätte. Solche HW-Meldungen mußten im Rahmen der flächenbezogenen Auswertungen unberücksichtigt bleiben.

Insgesamt waren 2.832 HW-Meldungen (dies entspricht 92,3% aller HW-Meldungen) mit diesen Kriterien genügenden Angaben der Flächengröße versehen. Diese maßgeblichen Flächen werden in weiterer Folge als "Einzugsgebietsflächen" bezeichnet, unabhängig davon, ob sie in den HW-Meldungen ursprünglich als Teileinzugs- oder Einzugsgebietsflächen ausgewiesen worden waren.

Die innerhalb der einzelnen Bundesländer von WB-Schadensereignissen betroffenen Einzugsgebietsflächen werden in Tabelle 5 ersichtlich gemacht.

Tab. 5: Summe und Durchschnittswerte der von WB-Schadensereignissen betroffenen Einzugsgebietsflächen der einzelnen Bundesländer.

Bundesland	Summe der betroffenen Einzugsgebietsflächen (km ²)	Durchschnittlich betroffene Einzugsgebietsfläche (km ²)
Burgenland	117,9	6,6
Kärnten	6.458,4	11,1
Niederösterreich	3.980,4	9,5
Oberösterreich	4.762,4	12,2
Salzburg	7.168,9	15,6
Steiermark	5.812,7	14,3
Tirol	4.182,6	9,9
Vorarlberg	621,6	4,6
Gesamt	33.104,9	11,7

Für Tabelle 6 wurden die in voriger Tabelle angeführten Werte insofern verändert, daß für diejenigen WB-Schadensereignisse, welche im Original der HW-Meldung ohne Flächenangaben waren, die in Tabelle 5 angeführten Flächen-Mittelwerte in

Tab. 6: Rechnerisch angenäherte Gesamtsummen der von WB-Schadensereignissen betroffenen Einzugsgebietsflächen der einzelnen Bundesländer und deren Anteile an den Gesamtflächen der jeweiligen Bundesländer.

Bundesland	Gesamtsumme der betroffenen Einzugsgebietsflächen in km ² (rechnerisch angenähert)	Prozentanteile ¹⁾ der betroffenen Einzugsgebietsflächen an der Gesamtfläche des jeweiligen Bundeslandes
Burgenland	131	3,3
Kärnten	6.835	71,7
Niederösterreich	4.113	21,4
Oberösterreich	5.190	43,3
Salzburg	8.387	117,2
Steiermark	5.985	36,5
Tirol	4.590	36,2
Vorarlberg	705	27,1
Gesamt	35.936	42,8

¹⁾ Bei diesen Werten ist jedoch zu berücksichtigen, daß einige Einzugsgebiete im Beobachtungszeitraum mehrmals von WB-Schadensereignissen betroffen waren.

Während in allen übrigen Bundesländern die Flächenanteile der von WB-Schadensereignissen betroffenen Einzugsgebiete zwischen 21% und 43% der Bundesländer-Gesamtfläche ausmachten, wiesen Kärnten und Salzburg deutlich höhere Anteile auf. Salzburg stach dabei am deutlichsten hervor: In diesem Bundesland nahm die Summe der von 1972-1993 von WB-Schadensereignissen betroffenen Einzugsgebietsflächen einen Wert an, der über das Gesamtausmaß der Flächenerstreckung Salzburgs hinausging. Bezogen auf die Fläche des Bundeslandes bedeutet dies, daß Salzburg einen gegenüber Vorarlberg viermal höheren, sowie einen gegenüber Tirol dreimal höheren Anteil an Einzugsgebieten mit WB-Schadensereignissen besaß. Als Grund dafür kann die Tatsache, daß Salzburg die höchste Flächendichte an "gefährlichen Wildbächen" (AULITZKY 1977, wobei er den von ihm unter Anführungszeichen gesetzten "gefährlichen Wildbach", als einen, der ständig geschlossene Siedlungen, Bundes- bzw. Landesstraßen sowie Bundesbahnen bedroht definierte) angesehen werden. Der im Vergleich mit anderen Bundesländern mit Abstand höchste Anteil an WB-Schadensereignissen in mehr als 50 km² großen Einzugsgebieten spielte in diesem Zusammenhang ebenfalls eine bedeutende Rolle (s. Tab. 7).

Um auch ein Bild von der genauen Verteilung der Einzugsgebietsgrößen innerhalb der einzelnen Bundesländer zu erhalten, wurden Einzugsgebiete bis zu

Flächenklassen von jeweils 10 km², solche mit einer Ausdehnung von mehr als 50 km² aufgrund ihrer geringen Beteiligung an WB-Schadensereignissen in einem einzigen Intervall (>50 km²) zusammengefaßt. Tabelle 7 zeigt, wie hoch die Anzahl der WB-Schadensereignisse in den entsprechenden Flächenintervallen der einzelnen Bundesländer lag.

Tab. 7: Anzahl der WB-Schadensereignisse in den einzelnen Flächenintervallen der Einzugsgebiete für die einzelnen Bundesländer.

Intervall (km ²)	Bundesland								Gesamt
	B	K	NÖ	OÖ	S	ST	T	V	
0..<2	5	245	150	160	172	91	167	77	1.067
2..<4	2	86	69	56	69	48	75	26	431
4..<6	3	49	37	20	38	42	37	8	234
6..<8	4	17	31	22	17	35	21	4	151
8..<10	1	18	13	26	13	25	13	3	112
10..<12	1	12	14	16	17	8	8	1	77
12..<14	0	8	24	6	15	15	16	2	86
14..<16	0	5	13	5	12	23	11	5	74
16..<18	0	12	4	4	10	8	1	1	40
18..<20	0	10	6	4	4	12	11	0	47
20..<22	0	11	8	3	6	8	4	0	40
22..<24	2	13	6	4	9	14	8	0	56
24..<26	0	12	6	3	3	12	12	3	51
26..<28	0	10	5	7	9	5	8	0	44
28..<30	0	7	8	2	1	5	3	1	27
30..<40	0	22	5	17	10	20	3	1	78
40..<50	0	23	9	13	10	17	8	0	80
>=50	0	23	13	22	44	17	15	2	136
Gesamt	18	583	421	390	459	405	421	134	2.831

Aus Tabelle 7 wird die enorme Bedeutung kleiner Einzugsgebiete an den aufgetretenen WB-Schadensereignissen deutlich: 38% aller WB-Schadensereignisse vollzogen sich in Einzugsgebieten kleiner als 2 km², mehr als 50% in Einzugsgebieten, die kleiner als 4 km² waren!

Weniger als 30% aller WB-Schadensereignisse wurden in Einzugsgebieten mit zumindest 10 km² registriert. In diesem Zusammenhang erscheint auch die in der Literatur übliche und auf Gutknecht (1973) zurückgehende Definition der "kleinen Einzugsgebiete" als solche, die Flächen unter 30 km² umfassen, als in ihrer flächenmäßigen Bezugsgröße etwas zu hoch angelegt.

Bringt man nun das Ergebnis von Tabelle 7 in Relation zu den für die praktischen

befinden sich in Einzugsgebieten kleiner als 10 km^2 , wobei die Mehrzahl davon in Gebieten, die keine Erosions-Herkunftsgebiete für WB-Schadensereignisse darstellen, liegen (AULITZKY 1992). Vergegenwärtigt man sich außerdem die eminente Bedeutung kurzer Starkregen als schadensauslösender Faktor (vgl. Abb. 12), so ergibt sich als weitere Infragestellung der Gültigkeit von Meßwerten des momentanen Niederschlags-Meßstellennetzes für kleine Einzugsgebiete die Tatsache, daß die Anzahl der repräsentativen Niederschlagsmeßstellen von der Dauer der Niederschlagsereignisse abhängig ist (STALMANN 1983). Je kürzer diese ist, desto dichter müßte das Meßstellennetz sein. ENDERLE und NEUMANN kamen in ihren Untersuchungen 1983 zu dem Ergebnis, daß 87% aller Starkregen Flächen mit Durchmesser von weniger als 8 km betrafen. Selbst bei einer Meßstellendistanz von nur 5 km stellten nur 25% aller Extremereignisse auch für die Nachbarstation ein solches dar.

Zusammen mit dem Faktor der in noch geringerer Anzahl vorhandenen Abfluß- und Geschiebemeßstellen läßt sich die Aussage von AULITZKY, der 1992 von einer "die hydrologischen Verhältnisse betreffenden völlig unzureichenden Datenbasis für kleine Einzugsgebiete" sprach, nur voll inhaltlich unterstreichen.

Kapitel IV

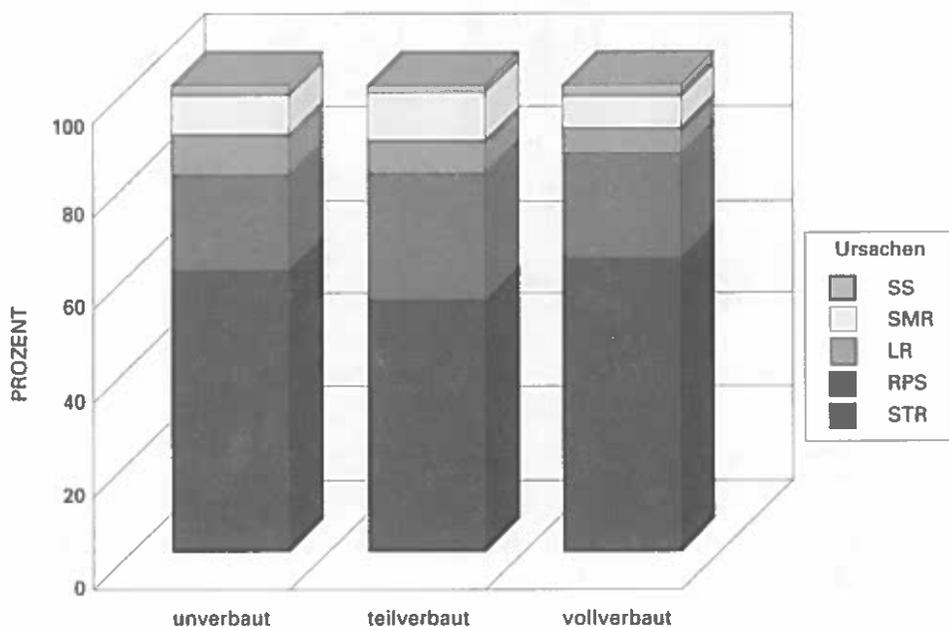
4. Zusammenhänge zwischen kennzeichnenden Parametern von Wildbach-Schadensereignissen 1972-1993

4.1 Verbauungszustände und Ursachen

In mehr als 96% der HW-Meldungen waren gleichzeitig der Wildbachverbauungszustand und die Ursache des WB-Schadensereignisses angeführt. Aus Abbildung 16 wird die Verteilung der Ursachen innerhalb verschiedener Verbauungszustände ersichtlich.

Innerhalb der drei Verbauungskategorien konnten also durchaus ähnliche Ursachenanteile beobachtet werden: Stets waren kurze Starkregen (STR) als Ursache für mehr als die Hälfte aller WB-Schadensereignisse angeführt, gefolgt von Regenperioden mit schauerartigem Charakter (RPS), Schneeschmelze mit gleichzeitigem Regen (SMR), Landregen (LR) und Schneeschmelze (SS).

Abb. 16: Anteile bestimmter Ursachen für WB-Schadensereignisse innerhalb verschiedener Verbauungszustände.

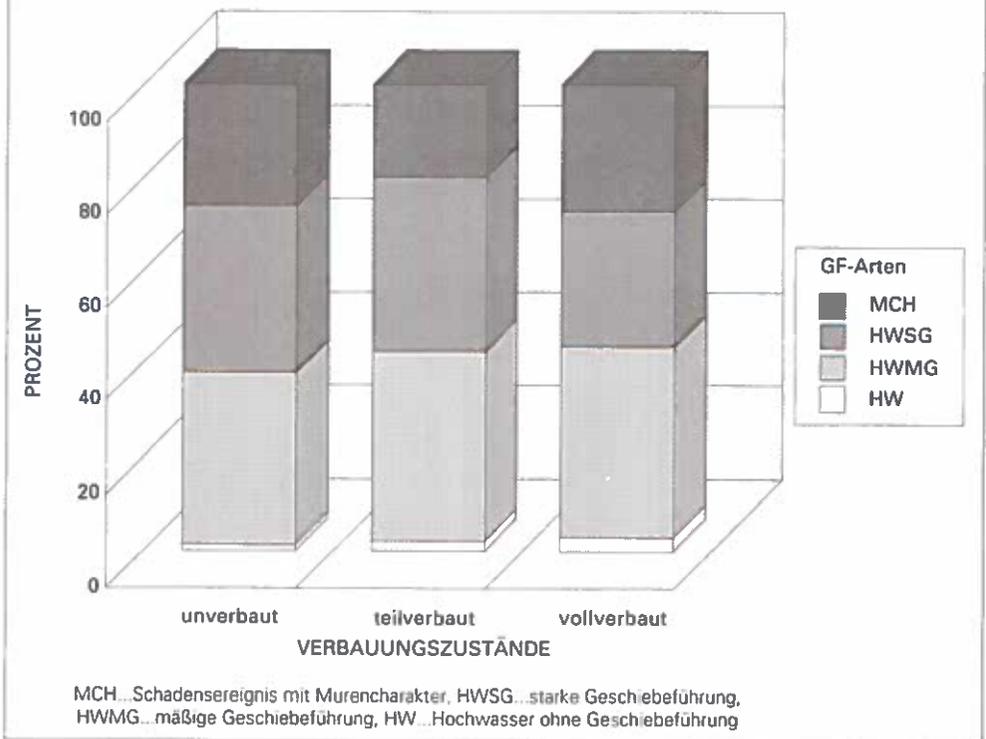


Der Anteil kurzer Starkregen lag jedoch bei unverbauten Wildbächen mit beinahe 60% deutlich höher als bei teilverbauten, wo dieser geringere Anteil durch ein vermehrtes Auftreten von Regenperioden mit schauerartigem Charakter verursacht wurde. Der Landregenanteil nahm hingegen mit steigendem Verbauungsgrad stetig zu.

4.2 Verbauungszustände und Geschiebeführungsarten

Abbildung 17 stellt die sich aus 2.778 HW-Meldungen (= 90%) ergebende Verteilung von Geschiebeführungsarten bei verschiedenen Verbauungszuständen dar.

Abb. 17: Anteile von WB-Schadensereignissen bestimmter Geschiebeführungsart innerhalb verschiedener Verbauungszustände.



Eine Untersuchung der Anteile der jeweiligen Geschiebeführungsart je nach Verbauungszustand brachte folgende Ergebnisse:

- Mit zunehmendem Verbauungsgrad stieg der Anteil der WB-Schadensereignisse

bächen das Verhältnis HWMG : MCH bei 2 : 1 lag, war dieses bei Fehlen von Verbauungsmaßnahmen nur mehr durch 1,4 : 1 gekennzeichnet. Der Anteil von WB-Schadensereignissen mit Murencharakter lag in unverbauten Wildbächen somit um 30% über dessen Anteil bei teilverbauten.

- Innerhalb vollverbauter Wildbäche war der Anteil der Murenereignisse an den Geschiebeführungsarten vergleichsweise am höchsten. Dabei muß allerdings berücksichtigt werden, daß der Stichprobenumfang für die Beurteilung dieses Verbauungszustandes nur ein fünfzehntel bzw. ein zwanzigstel desjenigen für un- bzw. teilverbauter Wildbäche ausmachte.

4.3 Verbauungszustände und Jährlichkeiten

Für eine Gegenüberstellung der Jährlichkeiten von WB-Schadensereignissen und den Verbauungszuständen der betroffenen Wildbäche konnten 90% aller HW-Meldungen herangezogen werden. Das Ergebnis wird in Abbildung 18 veranschaulicht.

Abb. 18: Anteile von WB-Schadensereignissen bestimmter Jährlichkeit innerhalb verschiedener Verbauungszustände.

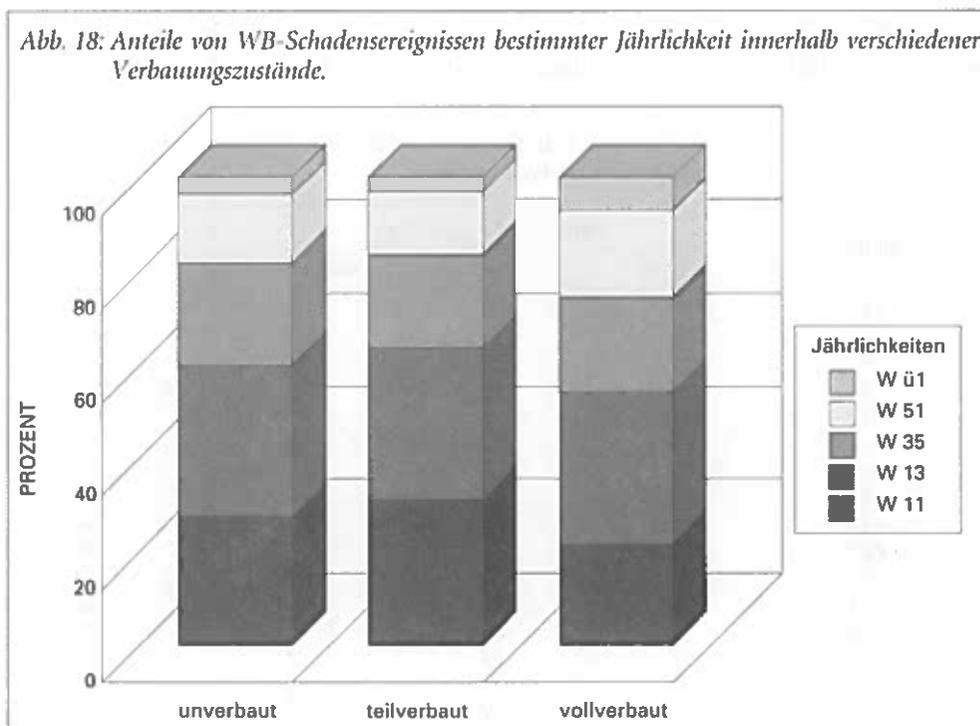


Abbildung 18 läßt für die unterschiedlichen Verbauungszustände nachstehende Schlußfolgerungen zu:

- teil- und unverbaute Wildbäche:

Für diese beiden Kategorien waren, was die Anzahl der WB-Schadensereignisse bestimmter Jährlichkeit betraf, beinahe idente Verteilungen charakteristisch. Durch die Tatsache, daß der überwiegende Teil aller WB-Schadensereignisse in als nicht vollverbaut eingestuften Bächen abgelaufen ist, entsprach die Verteilung der Wiederkehrklassen bezüglich teil- und unverbaute Wildbäche sehr genau den für Gesamtösterreich ermittelten Anteilen der Wiederkehrklassen (vgl. Abschnitt 3.4).

- vollverbaute Wildbäche :

Der Anteil von WB-Schadensereignissen mit einer Wiederkehrdauer von mehr als 50 Jahren lag deutlich über dem durchschnittlichen Auftreten dieser Klasse, wobei der Prozentsatz der über 100jährigen Schadensereignisse sogar doppelt so hoch war wie bei un- bzw. teilverbauten Wildbächen.

4.4 Verbauungszustände und Einzugsgebietsflächen

Die 2.658 für die Fragestellung Verbauungszustand - Flächengröße des Einzugsgebietes auswertbaren HW-Meldungen brachten folgendes, in Tabelle 8 festgehaltenes Ergebnis:

Tab. 8: Verbauungszustände der von WB-Schadensereignissen betroffenen Wildbäche in den einzelnen Flächenintervallen der Einzugsgebiete.

Intervall (km ²)	Verbauungszustände			Gesamt
	unverbaut	teilverbaut	vollverbaut	
0..<2	577	432	27	1.036
2..<4	142	267	10	419
4..<6	90	136	4	230
6..<8	39	100	8	147
8..<10	34	71	2	107
10..<12	12	56	5	73
12..<14	19	66	0	85
14..<16	16	55	1	72
16..<18	10	27	2	39
18..<20	9	36	0	45
20..<22	6	34	0	40
22..<24	9	47	0	56
24..<26	8	40	1	49
26..<28	8	34	1	43
28..<30	3	24	0	27
30..<40	15	62	0	77
40..<50	12	66	2	80

Tabelle 8 dokumentiert für die verschiedenen Verbauungszustände folgende Sachverhalte:

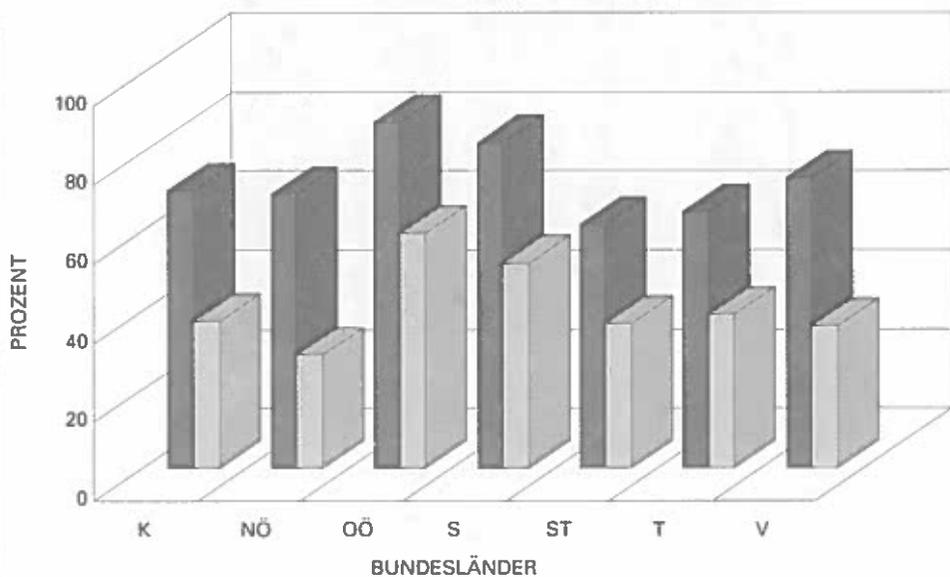
- unverbaute Wildbäche:

Beinahe 56% aller WB-Schadensereignisse, die Einzugsgebiete $< 2 \text{ km}^2$ betrafen, entfielen auf unverbaute Wildbäche. Dieser Anteil steht in deutlichem Gegensatz zu der Tatsache, daß ab einer Einzugsgebietsgröße von sechs km^2 in sämtlichen Intervallen weniger als 30% der HW-Meldungen von unverbauten Wildbächen stammten.

- teilverbaute Wildbäche:

Der Anteil teilverbauter Wildbäche lag, bei ausschließlicher Betrachtung von Einzugsgebietsintervallen, die im Beobachtungszeitraum mehr als 10 WB-Schadensereignisse aufzuweisen hatten, nur in einem einzigen Intervall unter 60%. Dieses war das Intervall kleiner 2 km^2 ! Mit nur ca. 42% lag der Anteil der WB-Schadensereignisse in teilverbauten Wildbächen in diesem Intervall somit sehr deutlich unter dem Anteil, den teilverbaute Wildbäche im Rahmen der WB-Schadensereignisse besaßen (60%, s. Abb. 11). Dieser Zusammenhang war auch innerhalb der einzelnen Bundesländer gegeben, eine Tatsache die durch Abbildung 19 verdeutlicht wird. Diese Abbildung stellt dem Anteil der WB-Schadensereignisse in teilverbauten Wildbächen im Einzugsgebietsintervall $< 2 \text{ km}^2$ dessen Anteil an den WB-Schadensereignissen in größeren Einzugsgebieten bundesländerweise gegenüber.

Abb. 19: Bundesländerweise Anteile von WB-Schadensereignissen in Einzugsgebieten $< 2 \text{ km}^2$, die in teilverbauten Wildbächen stattfanden, verglichen mit den Anteilen den dieser Verbauungszustand an WB-Schadensereignissen in größeren Einzugsgebieten besaß.



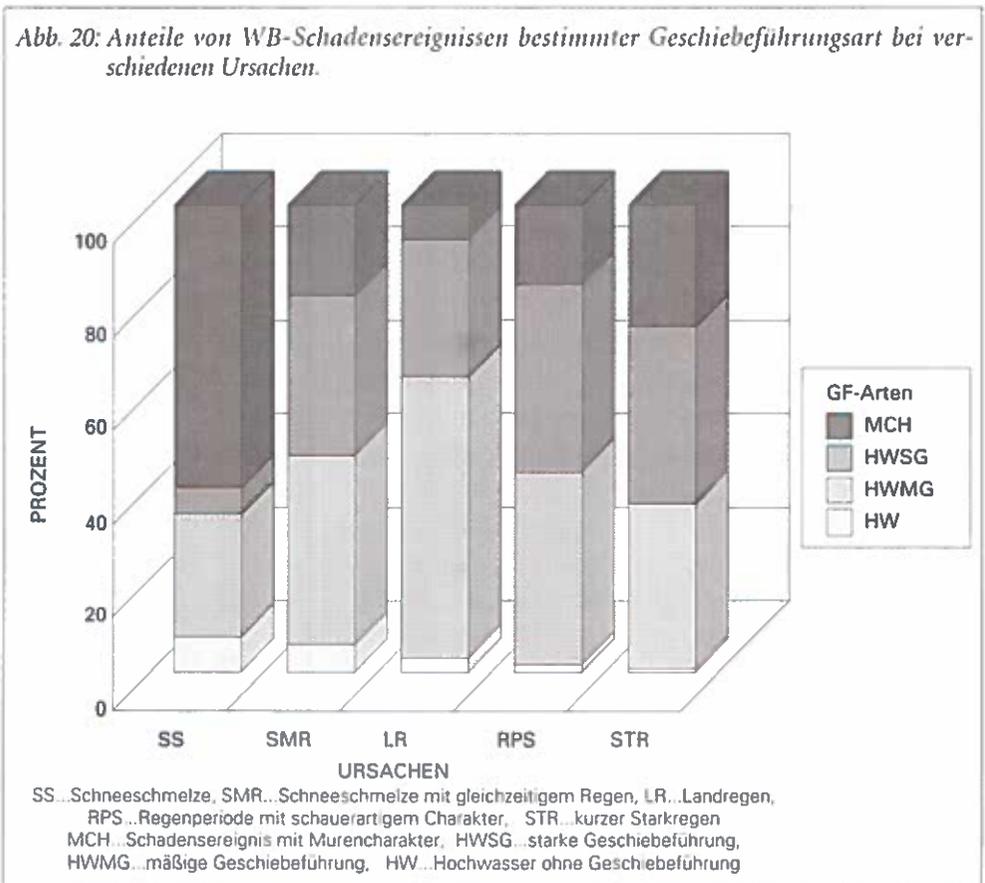
- vollverbaute Wildbäche:

Von den durch WB-Schadensereignissen betroffenen vollverbauten Wildbächen lagen 41% in Einzugsgebieten mit weniger als 2 km² Fläche, 56% in solchen, die kleiner als 4 km² waren.

4.5 Ursachen und Geschiebeführungsarten

Nur bei ca. 8% der HW-Meldungen fehlte das gemeinsame Vorhandensein von Angaben in den Rubriken "Ursachen" und "Geschiebeführung". Eine Auswertung des angeführten Datenmaterials ergab folgende, in Abbildung 20 dargestellte Verteilung:

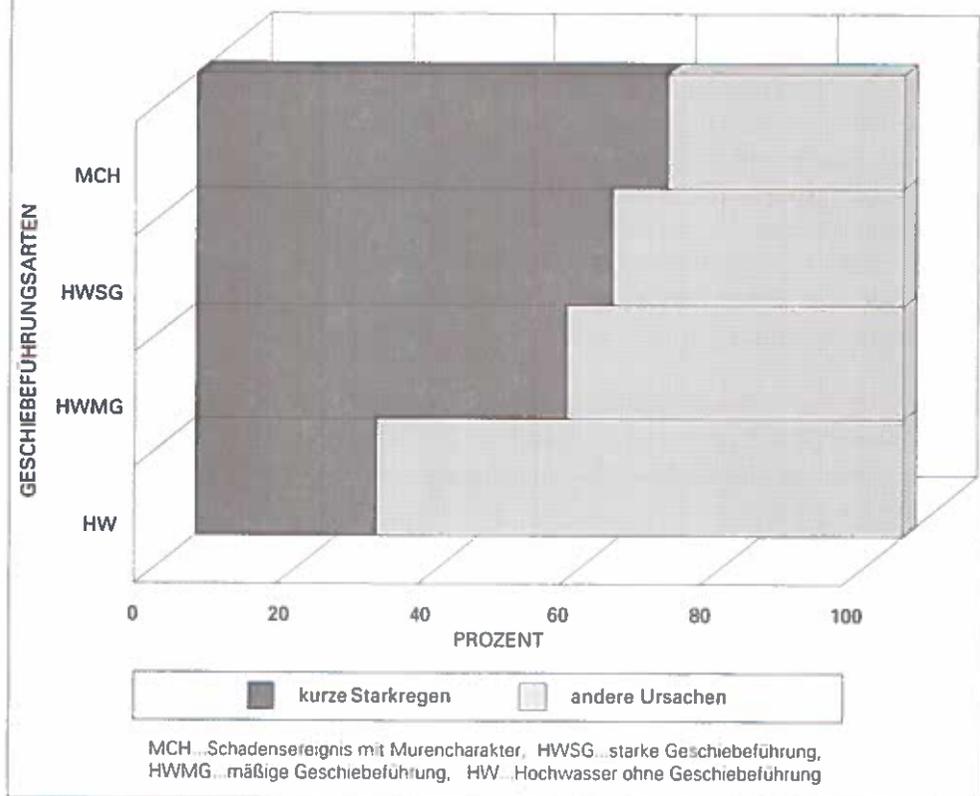
Abb. 20: Anteile von WB-Schadensereignissen bestimmter Geschiebeführungsart bei verschiedenen Ursachen.



Folgende Zusammenhänge ließen sich aus Abbildung 20 ableiten:

- Schneeschmelze (SS), sofern sie ohne gleichzeitiges Niederschlagsereignis abgelaufen war, führte in beinahe zwei Drittel aller Fälle zu WB-Schadensereignissen mit Murencharakter. (Als Vergleichswert dazu: "nur" bei einem Viertel aller Starkregen kam es zu Murenereignissen). Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß Schneeschmelze den mit Abstand geringsten "Stichprobenumfang" aufwies.
- Schneeschmelze mit gleichzeitigem Regen (SMR) lag in ihrer Verteilung auf die Geschiebeführungsarten eng bei den für die Gesamtheit der Ursachen ermittelten Durchschnittswerten. Lediglich bei Hochwasser ohne Geschiebeführung lag der Anteil dieser Ursache (wie auch bei Schneeschmelze ohne gleichzeitigem Regen) erheblich über diesen Durchschnittswerten, wobei solche WB-Schadensereignisse allerdings nur einen geringen Bruchteil aller WB-Schadensereignisse ausmachten (vgl. Abb. 13).
- Ein kurzen Starkregen entgegengesetztes Verteilungsmuster der Geschiebeführungsarten war bei Landregen (LR) festzustellen. Je stärker die Geschiebeführung, desto geringer war der durch diese Niederschlagsform verursachte Anteil an den WB-Schadensereignissen.
- Der Anteil, den Regenperioden mit schauerartigem Charakter (RPS) innerhalb einer bestimmten Geschiebeführungsart ausmachten, entsprach beinahe konstant der jeweils gleichen Größenordnung.
- Insgesamt waren in mehr als zwei Dritteln aller Fälle kurze Starkregen (STR) bei WB-Schadensereignissen mit Murencharakter als Ursachen angeführt worden, eine Zahl, die doch deutlich über dem Anteil lag, den kurze Starkregen als Ursachenart insgesamt ausmachten. Dazu fügen sich auch die Ausführungen von RUF (1990) gut ein, der vermehrte Murenabgänge bei erhöhter Gewittertätigkeit konstatierte. Auch SCHWENK (1992) führte in seinen Analysen von Massenbewegungen 1953-1990 in Niederösterreich bei 81% aller Murgänge Starkregenereignisse als auslösende Ursachen an.
- Bei kurzen Starkregenereignissen kam es zu einer klaren Verschiebung hin zu stärkerer Geschiebeführung! Diese Schlußfolgerung wird durch Abbildung 21 verdeutlicht, wo die Prozentanteile kurzer Starkregen an verschiedenen Geschiebeführungsarten mit den Anteilen aller anderen Ursachen verglichen werden.

Abb. 21: Anteile kurzer Starkregen an den Ursachen für WB-Schadensereignisse mit bestimmten Geschiebeführungsarten.



4.6 Ursachen und Jährlichkeiten

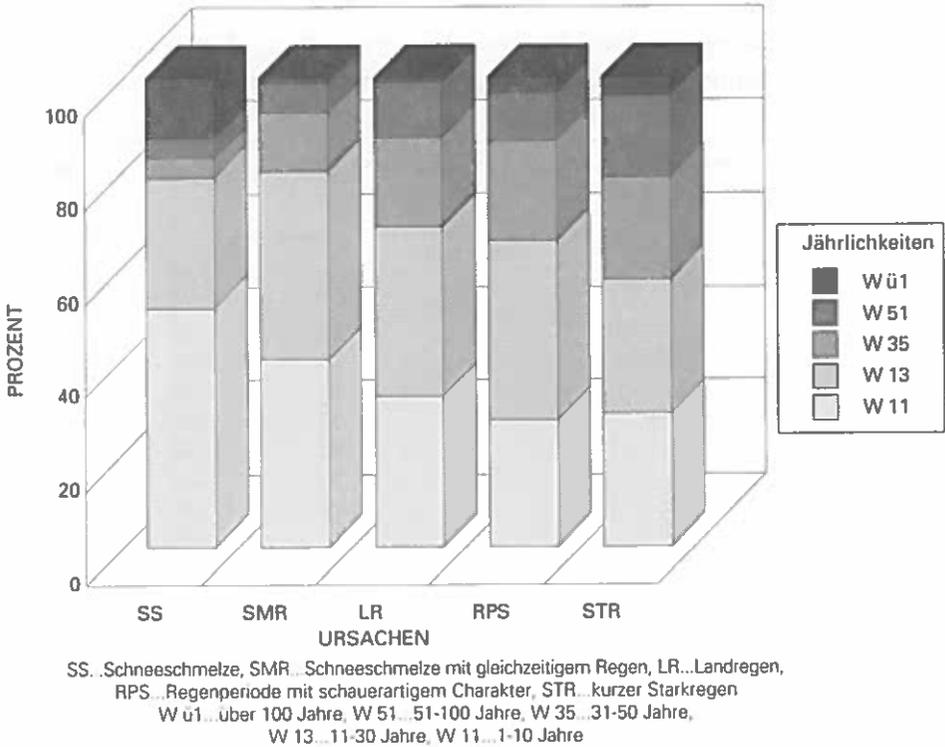
Die Jährlichkeiten der jeweiligen WB-Schadensereignisse wurden in 2.799 HW-Meldungen (= 91,3%), bei denen auch die Ursachen angeführt waren, geschätzt. Dabei ergaben sich die in Abbildung 22 aufgezeigten Zusammenhänge.

Die auffälligsten Abweichungen von den, über alle Ursachen hinweg gemittelten Prozentanteilen der einzelnen Wiederkehrklassen wiesen diejenigen WB-Schadensereignisse auf, bei denen Schneeschmelzvorgänge eine Rolle spielten:

- Schneeschmelze (SS):

Beinahe 80% der WB-Schadensereignisse wurden mit geschätzten Wiederkehrperioden von weniger als 30 Jahren belegt. Der Anteil der über 100jährigen Schadensereignisse ist jedoch relativ gering.

Abb. 22: Anteile von WB-Schadensereignissen bestimmter Jährlichkeit bei verschiedenen Ursachen



schmelze zugeschrieben worden sind (vgl. Abb. 12), wurden insgesamt knapp mehr als 6% aller über 100jährigen WB-Schadensereignisse dadurch verursacht.

- Schneeschmelze mit gleichzeitigem Regen (SMR):

Auch bei dieser Ursachenart kam es zu einer Häufung von Schadensereignissen mit als gering eingeschätzten Wiederkehrperioden. 80% fielen in die Klassen W 11 und W 13. In den darüberliegenden Kategorien fanden jeweils nur die Hälfte, in der Klasse W ü1 sogar nur ein Drittel der nach den Durchschnittswerten der Ursachenverteilung (vgl. Abb. 12) zu erwartenden Anzahl von WB-Schadensereignissen statt.

- Landregen (LR):

Ähnlich wie auch bei Regenperioden mit schauerartigem Charakter entsprach auch diese Ursachenart gut dem durchschnittlichen Verteilungsschema des Zusammenhangs zwischen Ursachen und Jährlichkeiten. Landregen war jedoch die einzige Ursachenart, die einen Anteil an über 100jährigen Ereignissen aufwies, der unter ein Prozent lag.

4.7 Ursachen und Einzugsgebietsflächen

Tabelle 9 zeigt, wie oft bestimmte Ursachen innerhalb der einzelnen Einzugsgebietsgrößenintervalle auftraten, wobei für diese Auswertungen rund 92% aller HW-Meldungen des Beobachtungszeitraumes herangezogen werden konnten.

Tab. 9: Anzahl bestimmter Ursachen für WB-Schadensereignisse in den einzelnen Flächenintervallen der Einzugsgebiete.

Intervall (km ²)	Ursachen					Gesamt
	SS	SMR	LR	RPS	STR	
0..<2	34	71	68	230	659	1.062
2..<4	8	36	27	90	265	426
4..<6	2	10	12	62	146	232
6..<8	0	9	20	33	86	148
8..<10	1	8	8	30	64	111
10..<12	2	2	7	26	40	77
12..<14	0	5	12	21	47	85
14..<16	1	1	7	22	43	74
16..<18	0	8	1	12	17	38
18..<20	0	11	4	18	14	47
20..<22	1	1	2	14	22	40
22..<24	2	3	2	24	25	56
24..<26	1	7	1	13	29	51
26..<28	0	5	1	15	23	44
28..<30	0	4	1	5	17	27
30..<40	2	17	4	27	27	77
40..<50	1	17	13	22	27	80
>=50	1	28	19	50	38	136
Gesamt	56	243	209	714	1.589	2.811

Abkürzungen: SS...Schneesmelze, SMR...Schneesmelze mit gleichzeitigem Regen, LR...Landregen, RPS...Regenperiode mit schauerartigem Charakter, STR...kurzer Starkregen

Besonders auffällig ist die geradezu verblüffend exakte Übereinstimmung der Ursachenanteile innerhalb der ersten drei Flächenintervalle, die immerhin 62% aller WB-Schadensereignisse vereinten. Der Landregenanteil (ca. 6%) lag bei diesen Einzugsgebietsgrößen unter, der Anteil der kurzen Starkregen mit ca. 62% deutlich über den bundesweiten Durchschnittswerten. Weitere Ursachen-Verteilungsmerkmale innerhalb der verschiedenen Flächenintervalle können folgendermaßen beschrieben werden:

* Schneesmelze (SS).

tensanzahl betrachtet werden. Dessen ungeachtet erscheint es jedoch sehr interessant, daß Einzugsgebiete, die größer als 4 km^2 waren, nur ein Viertel aller durch Schneeschmelze verursachten WB-Schadensereignisse aufzuweisen hatten.

- Schneeschmelze mit gleichzeitigem Regen (SMR):
Bis zu einer Einzugsgebietsgröße von 16 km^2 lag der Anteil dieser Ursachenart in jedem Einzugsgebietsintervall unter dem bundesweiten Durchschnitt. Über dieser Flächengröße hingegen war dieser Anteil nur noch bei zwei Intervallen kleiner als 10%. Bei Einzugsgebieten über 50 km^2 wurde sogar jedes fünfte WB-Schadensereignis durch diese Ursachenart ausgelöst.
- Landregen (LR):
Bis zu einer Einzugsgebietsgröße von weniger als 40 km^2 lag diese Ursache nur in zwei Intervallen bei einem Anteil von mehr als 10%, ab dieser Flächengröße war deren Anteil jedoch stets größer als 10%.
- mit schauerartigem Charakter (RPS):
Hier konnten keine deutlichen, von der Größe der Einzugsgebiete abhängenden Unterschiede bezüglich der Auftretenshäufigkeiten dieser Ursachenart festgestellt werden.
- kurze Starkregen (STR):
In allen Einzugsgebietsintervallen unter 18 km^2 waren kurze Starkregen die mit Abstand häufigste Ursache für WB-Schadensereignisse. In der Klasse der Einzugsgebiete mit Flächengrößen über 50 km^2 lag deren Anteil hingegen bei nur mehr 28%.

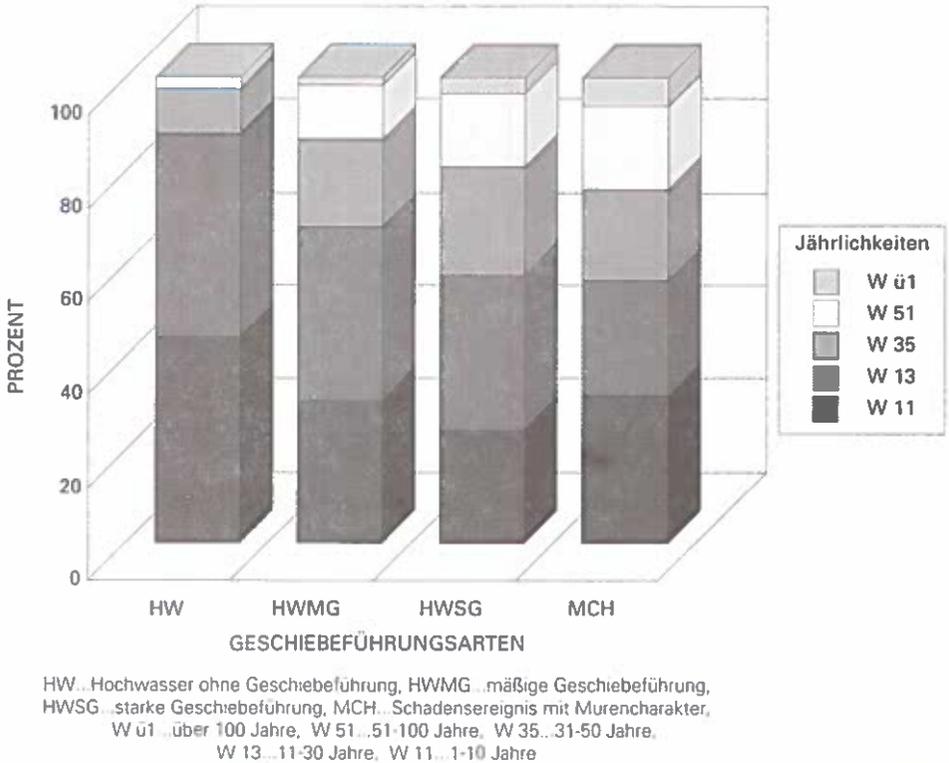
4.8 Geschiebeführungsarten und Jährlichkeiten

Für den Beobachtungszeitraum konnten insgesamt 2.648 Formulare (= 86,4% aller HW-Meldungen), in welchen die Geschiebeführungsarten festgelegt sowie die Jährlichkeiten geschätzt worden waren, ausgewertet werden. Abbildung 23 zeigt die entsprechenden Zusammenhänge auf.

Abbildung 23 interpretierend, ergaben sich für die verschiedenen Geschiebeführungsarten folgende Merkmale:

- Hochwasser ohne Geschiebeführung (HW):
Beinahe 90% aller WB-Schadensereignisse ohne Geschiebeführung wiesen Wiederkehrperioden von weniger als 30 Jahren auf. Im Schnitt traf somit nur jedes vierte Jahr ein mit höherer Jährlichkeit beziffertes WB-Schadensereignis ein.
- Hochwasser mit mäßiger Geschiebeführung (HWMG):
Mehr als zwei Drittel dieser Fälle hatten geschätzte Wiederkehrperioden von weniger als 30 Jahren, wodurch innerhalb der Klassen W 11 und W 13 diese Geschiebeführungsart dominierte.

Abb. 23: Anteile von WB-Schadensereignissen bestimmter Jährlichkeit bei verschiedenen Geschiebeführungsarten.



hingegen schon mit einer Jährlichkeit von über 50 Jahren belegt. Im Rahmen der Klassen W 35 und W 51 überwog jeweils diese Form der Geschiebeführung.

• WB-Schadensereignisse mit Murencharakter (MCH):

Zwar wurden solche Ereignisse auf der einen Seite öfter als 1 - 10jährige Ereignisse eingestuft als diejenigen der Geschiebeführungsarten HWMG bzw. HWSG, andererseits war der Anteil der WB-Schadensereignisse mit Jährlichkeiten von über 50 Jahren der jeweils höchste aller Geschiebeführungsarten.

Ein Vergleich der Anteile, den über 100jährige WB-Schadensereignisse an den Geschiebeführungsarten ausmachten, zeigt, daß diese bei Murenereignissen doppelt so hoch waren wie bei HWSG. Der diesbezügliche Wert bei HWSG war seinerseits wiederum doppelt so hoch wie bei HWMG.

Nachstehende Auflistung stellt nun in Abhängigkeit von der Geschiebeführung das

tensanzahl betrachtet werden. Dessen ungeachtet erscheint es jedoch sehr interessant, daß Einzugsgebiete, die größer als 4 km^2 waren, nur ein Viertel aller durch Schneeschmelze verursachten WB-Schadensereignisse aufzuweisen hatten.

- Schneeschmelze mit gleichzeitigem Regen (SMR):
Bis zu einer Einzugsgebietsgröße von 16 km^2 lag der Anteil dieser Ursachenart in jedem Einzugsgebietsintervall unter dem bundesweiten Durchschnitt. Über dieser Flächengröße hingegen war dieser Anteil nur noch bei zwei Intervallen kleiner als 10%. Bei Einzugsgebieten über 50 km^2 wurde sogar jedes fünfte WB-Schadensereignis durch diese Ursachenart ausgelöst.
- Landregen (LR):
Bis zu einer Einzugsgebietsgröße von weniger als 40 km^2 lag diese Ursache nur in zwei Intervallen bei einem Anteil von mehr als 10%, ab dieser Flächengröße war deren Anteil jedoch stets größer als 10%.
- mit schauerartigem Charakter (RPS):
Hier konnten keine deutlichen, von der Größe der Einzugsgebiete abhängenden Unterschiede bezüglich der Auftretenshäufigkeiten dieser Ursachenart festgestellt werden.
- kurze Starkregen (STR):
In allen Einzugsgebietsintervallen unter 18 km^2 waren kurze Starkregen die mit Abstand häufigste Ursache für WB-Schadensereignisse. In der Klasse der Einzugsgebiete mit Flächengrößen über 50 km^2 lag deren Anteil hingegen bei nur mehr 28%.

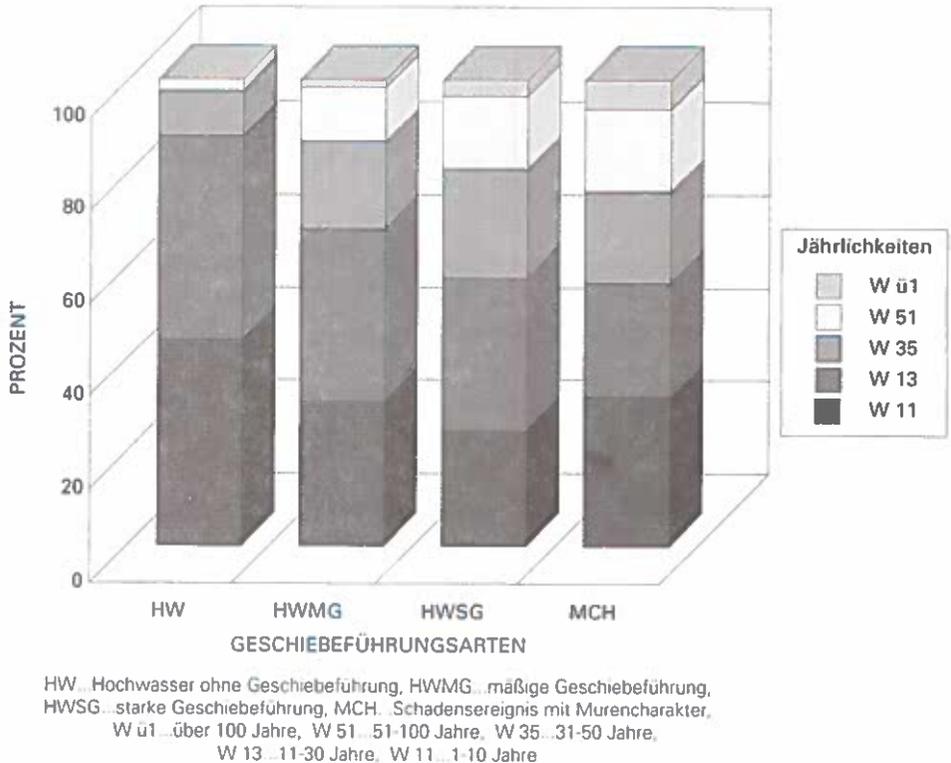
4.8 Geschiebeführungsarten und Jährlichkeiten

Für den Beobachtungszeitraum konnten insgesamt 2.648 Formulare (= 86,4% aller HW-Meldungen), in welchen die Geschiebeführungsarten festgelegt sowie die Jährlichkeiten geschätzt worden waren, ausgewertet werden. Abbildung 23 zeigt die entsprechenden Zusammenhänge auf.

Abbildung 23 interpretierend, ergaben sich für die verschiedenen Geschiebeführungsarten folgende Merkmale:

- Hochwasser ohne Geschiebeführung (HW):
Beinahe 90% aller WB-Schadensereignisse ohne Geschiebeführung wiesen Wiederkehrperioden von weniger als 30 Jahren auf. Im Schnitt traf somit nur jedes vierte Jahr ein mit höherer Jährlichkeit beziffertes WB-Schadensereignis ein.
- Hochwasser mit mäßiger Geschiebeführung (HWMG):
Mehr als zwei Drittel dieser Fälle hatten geschätzte Wiederkehrperioden von weniger als 30 Jahren, wodurch innerhalb der Klassen W 11 und W 13 diese Geschiebeführungsart dominierte.

Abb. 23: Anteile von WB-Schadensereignissen bestimmter Jährlichkeit bei verschiedenen Geschiebeführungsarten.



hingegen schon mit einer Jährlichkeit von über 50 Jahren belegt. Im Rahmen der Klassen W 35 und W 51 überwog jeweils diese Form der Geschiebeführung.

• WB-Schadensereignisse mit Murencharakter (MCH):

Zwar wurden solche Ereignisse auf der einen Seite öfter als 1 - 10jährige Ereignisse eingestuft als diejenigen der Geschiebeführungsarten HWMG bzw. HWSG, andererseits war der Anteil der WB-Schadensereignisse mit Jährlichkeiten von über 50 Jahren der jeweils höchste aller Geschiebeführungsarten.

Ein Vergleich der Anteile, den über 100jährige WB-Schadensereignisse an den Geschiebeführungsarten ausmachten, zeigt, daß diese bei Murenereignissen doppelt so hoch waren wie bei HWSG. Der diesbezügliche Wert bei HWSG war seinerseits wiederum doppelt so hoch wie bei HWMG.

Nachstehende Auflistung stellt nun in Abhängigkeit von der Geschiebeführung das Verhältnis der Anzahl von WB-Schadensereignissen mit einer Jährlichkeit von über

Geschiebeführungsart	W 11	:	W ü1
HW	kein Ereignis als W ü1 eingestuft		
HWMG	16,9	:	1
HWSG	6,9	:	1
MCH	5,0	:	1

Zusammenfassend läßt sich somit festhalten, daß je stärker die Geschiebeführung war, desto größer die geschätzten Wiederkehrperioden der WB-Schadensereignisse waren.

4.9 Geschiebeführungsarten und Einzugsgebietsflächen

Eine Untersuchung der Arten der Geschiebeführung innerhalb verschiedener Einzugsgebietsgrößenintervalle konnte für 86% aller HW-Meldungen durchgeführt werden. Die sich dabei ergebenden Verhältnisse werden in Tabelle 10 dargestellt:

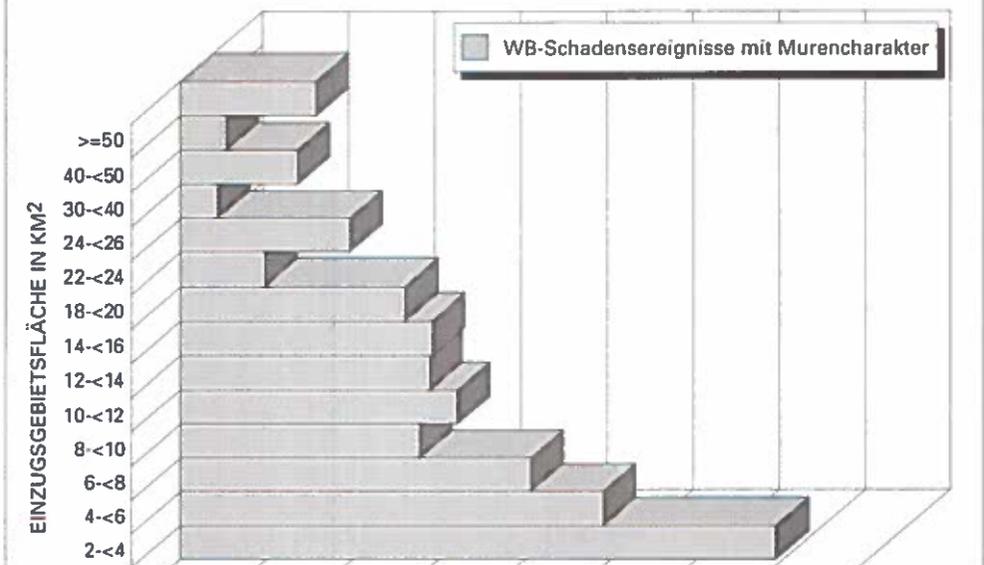
Tab. 10: Anzahl der WB-Schadensereignisse bestimmter Geschiebeführungsart in den einzelnen Flächenintervallen der Einzugsgebiete.

Intervall (km ²)	Geschiebeführungsart				Gesamt
	HW	HWMG	HWSG	MCH	
0..<2	11	307	325	340	983
2..<4	7	153	147	100	407
4..<6	1	94	81	45	221
6..<8	2	68	54	20	144
8..<10	2	47	40	17	106
10..<12	2	31	26	10	69
12..<14	0	28	42	12	82
14..<16	1	32	27	9	69
16..<18	1	19	13	2	35
18..<20	0	20	19	2	41
20..<22	0	17	18	4	39
22..<24	2	19	25	5	51
24..<26	0	29	17	1	47
26..<28	0	16	16	7	39
28..<30	0	9	11	3	23
30..<40	0	52	17	5	74
40..<50	6	41	27	2	76
>=50	6	63	48	10	127
Gesamt	41	1.045	953	594	2.633

Für die verschiedenen Geschiebeführungsarten ließen sich folgende Zusammenhänge aufstellen:

- Hochwasser mit mäßiger Geschiebeführung (HWMG):
HWMG war in der Mehrzahl der Einzugsgebietsintervalle die jeweils häufigste Art der Geschiebeführung. In Einzugsgebieten kleiner als 2 km² lag der Anteil dieser Geschiebeführungsart mit 31,2% allerdings geringer als in allen anderen Intervallen.
- Hochwasser mit starker Geschiebeführung (HWSG):
Auch diese Geschiebeführungsart war im kleinsten Intervall nur unterdurchschnittlich vertreten. Dieses Intervall (< 2 km²) war eines von insgesamt zwei Intervallen, bei denen starke Geschiebeführung nicht bei zumindest einem Drittel aller WB-Schadensereignisse angeführt worden war.
- WB-Schadensereignisse mit Murencharakter (MCH):
Bundesweit fanden über 81% dieser WB-Schadensereignisse in Einzugsgebieten kleiner 6 km² statt. Dieser überproportional hohe Anteil innerhalb der kleinsten Intervalle fand auch in den einzelnen Bundesländern seine volle Bestätigung. So fanden z.B. in Oberösterreich im Durchschnitt des Beobachtungszeitraumes lediglich jedes dritte Jahr ein Murenereignis in einem Einzugsgebiet größer als 2 km² statt. In Kärnten ereignete sich nur eine von acht Muren in einem Einzugsgebiet größer als 6 km², in Tirol eine von fünf.

Abb. 24: Anteile der WB-Schadensereignisse mit Murencharakter in Einzugsgebietsintervallen mit mehr als 40 WB-Schadensereignissen im Beobachtungszeitraum.



Die deutliche Tendenz einer Zunahme von Murenereignissen in Einzugsgebieten mit geringer Flächenausdehnung dokumentiert auch Abbildung 24, in der all jene Einzugsgebietsintervalle, die von 1972-1993 mehr als 40 WB-Schadensereignisse aufzuweisen hatten, berücksichtigt wurden.

Die in Abbildung 24 aufgezeigten Zusammenhänge bestätigen die von KRONFELLNER-KRAUS 1982 getroffene Feststellung, daß sich der Feststofftransport von Wildbächen mit abnehmender Größe der Einzugsgebiete immer deutlicher von den für den Flußbau abgeleiteten Gesetzmäßigkeiten des Geschiebe- und Schwebstofftransportes unterscheidet.

Da in sämtlichen Bundesländern das kleinste Einzugsgebietsintervall den mit Abstand höchsten WB-Schadensereignisanteil aller Intervalle aufzuweisen hatte, lohnt sich daran anknüpfend eine vergleichende Gegenüberstellung der Geschiebeführungsarten in diesem Intervall mit jenen der übrigen Einzugsgebiete durchzuführen (s. Tab. 11).

Tab. 11: Bundesländerweises Verhältnis der Anzahl von WB-Schadensereignissen bestimmter Geschiebeführungsarten in Einzugsgebieten kleiner als 2 km² zu deren Anzahl in Einzugsgebieten mit größeren Flächen.

Bundesland	Verhältnisangaben WB-Schadensereignisse in Einzugsgebieten <2 km ² zu WB-Schadensereignissen in größeren Einzugsgebieten bei verschiedenen Geschiebeführungsarten		
	HWMG	HWSG	MCH
Kärnten	1 : 2,0	1 : 1,5	1 : 0,6
Niederösterreich	1 : 2,2	1 : 1,6	1 : 1,2
Oberösterreich	1 : 2,1	1 : 1,3	1 : 0,3
Salzburg	1 : 2,6	1 : 1,9	1 : 0,7
Steiermark	1 : 6,2	1 : 3,5	1 : 1,0
Tirol	1 : 1,6	1 : 3,5	1 : 0,9
Vorarlberg	1 : 1,2	1 : 0,6	1 : 0,6
Gesamt	1 : 2,4	1 : 1,9	1 : 0,7

Abkürzungen: HWMG...Hochwasser mit mäßiger Geschiebeführung,
HWSG...Hochwasser mit starker Geschiebeführung,
MCH...WB-Schadensereignis mit Murencharakter

Von einer einzigen Ausnahme (HWSG in Tirol) abgesehen, lag somit das Verhältnis von WB-Schadensereignissen in Einzugsgebieten kleiner als 2 km² zu deren Anzahl in

4.10 Jährlichkeiten und Einzugsgebietsflächen

Tabelle 12 zeigt die Verteilung der 2.614 WB-Schadensereignisse (= 85% aller HW-Meldungen), bei denen sowohl die Jährlichkeiten geschätzt, als auch die Flächen der Einzugsgebiete angeführt worden waren.

Tab. 12: Anzahl der WB-Schadensereignisse bestimmter Jährlichkeit in den einzelnen Flächenintervallen der Einzugsgebiete.

Intervall (km ²)	Jährlichkeiten					Gesamt
	W 11	W 13	W 35	W 51	W ü1	
0..<2	319	277	193	143	35	967
2..<4	112	133	76	68	13	402
4..<6	51	71	48	38	9	217
6..<8	34	44	37	23	6	144
8..<10	24	46	20	16	3	109
10..<12	21	20	15	9	2	67
12..<14	17	28	15	14	4	78
14..<16	20	24	14	9	2	69
16..<18	8	17	6	5	0	36
18..<20	14	17	9	3	0	43
20..<22	13	10	8	4	3	38
22..<24	12	22	14	2	2	52
24..<26	15	17	10	5	2	49
26..<28	6	15	10	7	2	40
28..<30	7	10	4	4	2	27
30..<40	22	31	12	5	2	72
40..<50	25	32	11	6	1	75
>=50	39	59	14	14	3	129
Gesamt	759	873	516	375	91	2.614

Abkürzungen: W 11...1-10 Jahre, W 13...11-30 Jahre, W 35...31-50 Jahre, W 51...51-100 Jahre, W ü1...über 100 Jahre

Auffälliges Merkmal dieser Tabelle ist die Tatsache, daß die österreichweite durchschnittliche Verteilung der Jährlichkeiten (vgl. Abb. 15) vom Prinzip her auch innerhalb der einzelnen Einzugsgebietsintervalle ihre Bestätigung fand. Stellt man jedoch das "Blockintervall" >50 km² den verschiedenen Intervallen kleiner als 10 km² gegenüber, so war in allen Bundesländern in diesen kleinen Einzugsgebieten mit durchschnittlich 39,6% ein deutlich höherer Anteil an WB-Schadensereignissen mit Wiederkehrperioden von mehr als 30 Jahren festzustellen. Bei Einzugsgebieten größer als 50 km² betrug dieser Anteil nämlich nur 24,1%.

Kapitel V

5. Geschiebethematik

Wie bereits in Abbildung 13 dokumentiert, kam es bei 98% aller WB-Schadensereignisse zu mehr oder minder starker Geschiebeführung. Informationen über die dabei abgetragenen bzw. abgelagerten Kubaturen enthalten entsprechende Rubriken der HW-Meldungen (vgl. Abb. 1).

In der überwiegenden Zahl der Fälle basieren die von den mit den Erhebungen befaßten Personen angeführten diesbezüglichen Mengenangaben auf Schätzungen. Die sich daraus ergebende Problematik der Datenbewertung wurde bereits in Kapitel I angesprochen. Die Tatsache, daß auch für die Zukunft kaum andere Beurteilungsverfahren zur Festlegung der Geschiebemengen den Regelfall darstellen werden, war mit ein Grund dafür, diese, für den Zeitraum von 1972 - 1993 vorhandenen (Schätz-)werte in die vorliegende Arbeit miteinzubinden. Außerdem soll mit den Auswertungen früherer WB-Schadensereignisse eine der drei von AULITZKY (1985) angeführten Möglichkeiten zur Geschiebemengenbestimmung abgedeckt werden. (Die beiden anderen Möglichkeiten, die nur gemeinsam mit der erstgenannten "in ihrer sinnvollen Kombination einigermaßen brauchbare zahlenmäßige Aussagen erbringen können" (AULITZKY 1985) stellen nach AULITZKY die Anwendung von Hochwasser- und Geschiebeformeln bzw. Erhebungen sog. "stummer Zeugen" dar).

Der Aussage von BRONSTEIN (1989) "Es ist durchaus unzulässig, mit weit größerer Genauigkeit zu rechnen, wenn die Natur der Aufgabe dies nicht zuläßt" folgend, sollen in nachstehendem Kapitel einige Ergebnisse der Bewertungen dieser Abtragssummen in Hinblick auf ihren Zusammenhang mit anderen Parametern vorgestellt werden. Diesen Auswertungen waren jedoch innerhalb der HW-Datenbank folgende Ergänzungen des Datenmaterials vorangegangen:

Da bei WB-Schadensereignissen im Prinzip die Menge des abgetragenen Materials der des abgelagerten entspricht, wurden für 353 HW-Meldungen, wo keine Abtragsmengen angeführt, jedoch Angaben über Ablagerungsmengen vorhanden waren, diese auch für die fehlenden Abtragsmengen in Rechnung gestellt. Ebenso wurde mit 111 HW-Meldungen verfahren, wo fehlende Ablagerungsmengen durch Abtragsmengenangaben ersetzt wurden.

Eine der Ursachen für das Fehlen von mengenkonformen Eintragungen innerhalb von HW-Meldungen mag darin zu sehen sein, daß bei manchen WB-Schadensereignissen die Schätzung der Abtragssumme leichter nachvollziehbar gewesen ist, als die

Insgesamt läßt sich das Kapitel V in drei Untereinheiten gliedern: Die erste behandelt die Thematik der Abtragsmengen und stellt diesbezügliche Zusammenhänge mit anderen Wildbachparametern her. Abtragsformen sowie Ablagerungsorte sind Gegenstand der in den beiden anschließenden Kapitelteilen vorgestellten Untersuchungsergebnisse.

5.1 Abtragsmengen

5.1.1 Abtragsmengen in den einzelnen Bundesländern

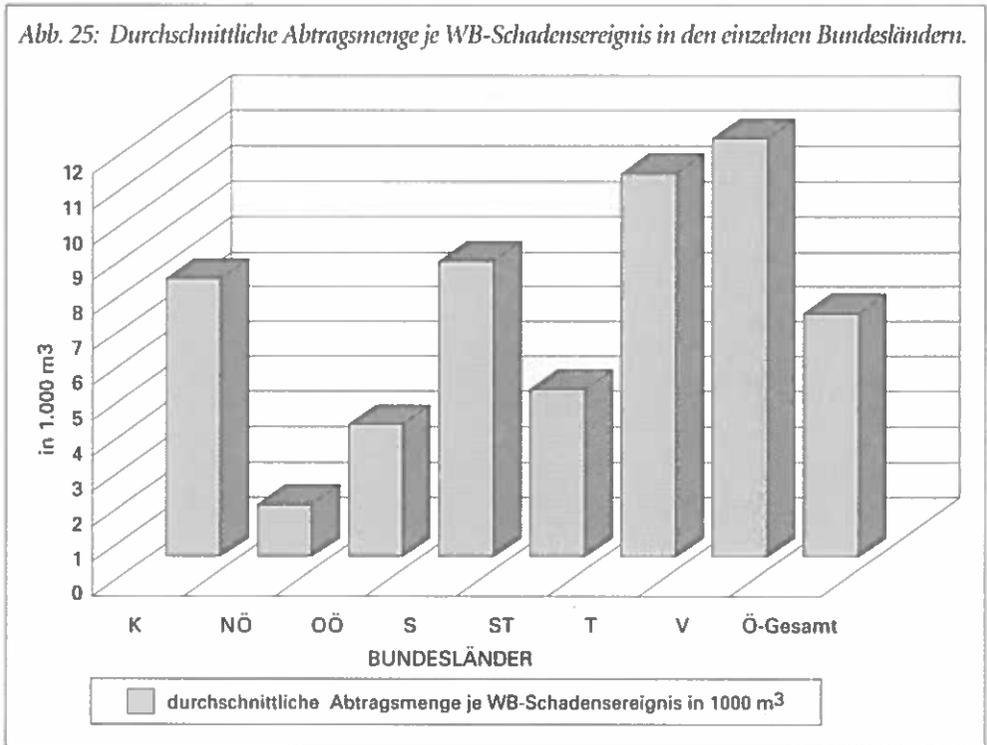
Datengrundlage für Tabelle 13 stellten die ca. 81% aller HW-Meldungen dar, welche mit Angaben bezüglich der abgetragenen Mengen versehen worden waren.

Tab. 13: Abtragsmengen in den einzelnen Bundesländern.

Bundesland	Anzahl der HW-Meldungen mit Angaben über Abtragsmenge	Gesamtsumme des Abtrags (in 1.000 m ³)	Durchschnittl. Jahresabtrag (in 1.000 m ³)	Maximal. Abtrag eines Ereignisses (in 1.000 m ³)
B	20	39,0	1,8	10
K	549	4.357,8	198,1	450
NÖ	350	519,5	23,6	25
OÖ	313	1.176,0	53,5	200
S	445	3.755,3	170,7	161
ST	251	1.189,4	54,1	40
T	404	4.397,4	199,9	285
V	140	1.662,9	75,6	100
Gesamt	2.472	17.097,3	777,3	450

Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum 1972 - 1993 über 17 Millionen Kubikmeter an Abtragsmaterial in den HW-Meldungen dokumentiert. Aus Tabelle 13 läßt sich erkennen, daß beinahe drei Viertel des Gesamtabtrages durch WB-Schadensereignisse in den Bundesländern Kärnten, Salzburg und Tirol verursacht wurde. Ein Vergleich der Anteile der einzelnen Bundesländer an der Gesamtabtragsmenge bezogen auf die Anzahl der WB-Schadensereignisse zeigt, daß diese drei angeführten Bundesländer von Vorarlberg diesbezüglich sogar noch übertroffen wurden. Dies spiegelt sich auch in den bundesländerweisen Durchschnittswerten der Abtragsmengen je WB-Schadensereignis wider, welche in Abbildung 25 dargestellt werden.

Abb. 25: Durchschnittliche Abtragsmenge je WB-Schadensereignis in den einzelnen Bundesländern.



ser ohne Geschiefeführung, die Gesamtabtragssumme für die 22 Jahre seit 1972 auf 20,2 Millionen Kubikmeter erhöhen.

5.1.2 Abtragsmengen in den einzelnen Jahren

In Tabelle 14 werden sowohl die Gesamtsummen als auch die auf das einzelne WB-Schadensereignis bezogenen Durchschnitts- bzw. Maximalwerte der Abtragskubaturen für die einzelnen Jahre angeführt.

Aus Tabelle 14 ist ersichtlich, daß im Durchschnitt:

- beinahe jedes zweite Jahr zumindest ein WB-Schadensereignis 100.000 m³ oder mehr als Abtragsmenge lieferte.
- jedes vierte Jahr eine Gesamtabtragsmenge von mehr als einer Million Kubikmeter auftrat.
- jedes siebente Jahr der durchschnittliche Abtrag je WB-Schadensereignis über 10.000 m³ lag.

Da innerhalb der einzelnen Bundesländer jedoch die jahresweise Verteilung der Abtragsmengen unterschiedlich war, sind in nachstehenden Abbildungen 26 und 27

Tab. 14: Abtragsmengen in den einzelnen Jahren.

Jahr	Anzahl der HW-Meldungen mit Angaben über Abtragsmengen	Gesamtsumme des Abtrags (in 1.000 m3)	Durchschnittl. Abtragsmenge (in 1.000 m3)	Max. Abtragswert eines Ereignisses (in 1.000 m3)
1972	112	512,7	4,6	35
1973	71	345,5	4,9	50
1974	78	1.060,0	13,6	140
1975	199	980,4	4,9	150
1976	40	378,9	9,5	50
1977	108	660,4	6,1	60
1978	64	489,6	7,7	110
1979	97	426,5	4,4	45
1980	80	755,2	9,4	242
1981	109	632,2	5,8	60
1982	141	701,6	5,0	140
1983	133	3.086,3	23,2	450
1984	48	116,1	2,4	30
1985	138	1.035,2	7,5	200
1986	79	627,3	7,9	161
1987	142	1.023,0	7,2	100
1988	48	449,8	9,4	70
1989	174	583,2	3,4	30
1990	86	582,8	6,8	90
1991	370	1.492,9	4,0	100
1992	57	631,6	11,1	285
1993	98	526,3	5,4	55
Gesamt	2.472	17.097,5	6,9	450