Todesfälle durch Naturgefahrenprozesse in der Schweiz von 1946 bis 2015

Norina Andres, Alexandre Badoux, Frank Techel, Christoph Hegg

Zusammenfassung

Basierend auf zwei bestehenden Datenbanken und einer Zeitungsrecherche, wurde an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, eine neue Datenbank mit Todesfällen durch Naturgefahrenprozesse für die Jahre 1946–2015 erstellt. Berücksichtigt wurden Todesfälle infolge von Hochwasser, Rutschungen, Murgängen, Sturzprozessen, Windstürmen, Blitzschlägen, Lawinen und weiteren (seltenen) Prozessen (z. B. Erdbeben und Eislawinen). Berücksichtigt wurden alle Todesopfer durch Naturgefahren, die sich nicht bewusst oder absichtlich einer offensichtlichen Gefahr ausgesetzt haben. Insgesamt wurden in den 70 Jahren der Studienperiode 1023 Todesfälle registriert, was einem Jahresmittel von 14.6 Todesopfern entspricht. Die meisten Personen starben infolge von Lawinen (37 %), gefolgt von Blitzschlägen (16 %) und Hochwasser (12 %). Über die 70 Jahre ist ein deutlicher Rückgang der jährlichen Todesopfer ersichtlich, v. a. aufgrund des Rückgangs von Todesfällen bei Lawinen und Blitzschlägen. Die Resultate der Auswertungen zeigen, dass die meisten Todesopfer männlich sind (75 %) und dass das mittlere Alter 35.9 Jahre beträgt. Die meisten Todesfälle ereigneten sich im alpinen Raum mit den häufigsten Opfern im Kanton Wallis, gefolgt von den Kantonen Graubünden, Bern und Tessin.

1. Einleitung

Jährlich verursachen Naturgefahren weltweit nicht nur hohe Schadenskosten, sondern auch eine grosse Anzahl an Todesfällen (*MunichRe,* 2016). Gemäss der NatCatSERVICE Datenbank von MunichRe starben infolge Naturkatastrophen über die letzten zehn Jahre 68 000 Menschen pro Jahr (Insurance Information Institute, www.iii.org/fact-statistic/catastrophes-global).

In bisherigen Studien wurden Todesopfer durch Naturgefahren für verschiedene Zeiträume, verschiedene Prozesse und unterschiedliche räumliche Betrachtungsebenen untersucht. Neben globalen Studien gibt es auch zahlreiche regionale bzw. nationale Studien zu Naturgefahrenunfällen. So auch für den Alpenraum und die Schweiz: Beispielsweise wurden Langzeittrends besonders für Lawinen (*Techel et al.*, 2016) gezeigt. Weniger klare Trends resultierten aus Studien, basierend auf den Daten der Unwetterschadens-Datenbank der Schweiz für die Prozesse Hochwasser, Rutschungen und Murgänge (*Hilker et al.*, 2009; *Schmid et al.*, 2004). Das Ziel der vorliegenden Studie war es, erstmals einen gesamthaften Überblick über Todesfälle durch alle Naturgefahrenprozesse in der Schweiz zu erhalten. Zudem wollte das Autorenteam wissen, wo sich die Hotspots befinden, welche Prozesse involviert waren und ob es Trends gibt.

Im vorliegenden Beitrag werden die Resultate der Studie von *Badoux et al.* (2016) zusammengefasst und zusätzlich die räumliche Verteilung der Unfälle näher betrachtet. Dabei wird u. a. auf die Verteilung der Todesfälle auf die einzelnen Schweizer Kantone genauer eingegangen.

2. Daten und Methoden

Die Daten für die Studie wurden aus zwei bestehenden Schweizer Datenbanken extrahiert und mit einer Zeitungsrecherche ergänzt. Die Unwetterschadens-Datenbank der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL registriert seit 1972 neben Schadenskosten auch Todesfälle, welche durch Hochwasser, Murgänge, Rutschungen sowie Sturzprozesse (seit 2002) verursacht wurden (*Hilker et al.*, 2009). Diese Datenbank, welche auf Informationen aus Schweizer Zeitungen beruht, lieferte die Informationen zu 129 Todesfällen in den Jahren 1972 bis 2015. Die Schadenlawinendatenbank des WSL-Instituts für Schnee- und Lawinenforschung, SLF, registriert seit dem Winter 1936/37 Informationen zu Schäden und Todesfällen infolge von Lawinen. Aus dieser Datenbank wurden Todesfälle in Siedlungsgebieten, auf Baustellen und auf Verkehrswegen (inklusive offene Skipisten und Wanderwege) extrahiert. Lawinentote abseits von Verkehrswegen oder Siedlungsgebieten (z. B. Variantenfahrer, Tourengänger) wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt. Insgesamt lieferte die Datenbank für die Jahre 1946–2015 Informationen zu 167 Lawinenereignissen, welche 378 Tote forderten.

Zusätzlich wurde eine Zeitungsrecherche durchgeführt, um einerseits die Ereignisse vor 1972 zu berücksichtigen und um andererseits weitere relevante Prozesse einzubeziehen. Für die Recherche wurde die Neue Züricher Zeitung (NZZ) ausgewählt, welche digital und online zur Verfügung stand. In einem ersten Schritt wurden Schlüsselwörter für die Suche definiert, und an den Jahren 1986–1995 wurde getestet, für welche von der oben genannten Unwetterschadens-Datenbank der WSL bereits Daten zur Verfügung standen. Danach wurde mit den ausgewählten Schlüsselwörtern die eigentliche Zeitungsrecherche durchgeführt, zum einen, um die Todesfälle der fehlenden Jahre für die Prozesse Hochwasser, Murgang, Rutschung (1946–1971) und Steinschlag (1946–2001) zu ergänzen und zum anderen, um die Todesfälle, verursacht durch zusätzliche in der Schweiz relevante Prozesse wie Sturm, Blitzschlag und Erdbeben, zu finden. In der Unwetterschadens-Datenbank der WSL wurden Hochwassertote vor allem im Zusammenhang mit Schäden aufgenommen. In der vorliegenden Studie wurden für den Prozess Hochwasser in der Periode 1972–2015 anstelle von bisher 52 neu 63 Fälle berücksichtigt. Für jeden einzelnen Todesfall wurde ein Datenbankeintrag erstellt und dieser einem der folgenden Prozesstypen zu-

geordnet: Hochwasser, Rutschung (inkl. Murgang und Hangmure), Steinschlag, Blitzschlag, Windsturm, Lawine oder andere (Erdbeben, Tsunami, Eislawine). Murgänge wurden in den Zeitungen v.a. in der ersten Hälfte der Studienperiode oftmals nicht als solche definiert. Aus diesem Grund wurden sie den Rutschungen zugeordnet. Todesfälle, bei welchen sich Personen bewusst einer grossen Gefahr ausgesetzt haben, oder Todesfälle während Freizeitaktivitäten, welche in potenziell gefährlichem Gebiet stattfanden, wurden nicht berücksichtigt (z. B. Kanufahren oder Flusssurfen während Hochwasser, Canyoning, Bergsteigen, Klettern, Schneetourengehen, Variantenfahren).

3. Resultate

Für die Jahre 1946–2015 wurden insgesamt 1023 Todesfälle in die neue Datenbank aufgenommen. Die meisten Personen starben aufgrund von Lawinen (37.0 %), gefolgt von Blitzschlägen (16.0 %), Hochwasser (12.1 %), Windsturm (10.3 %), Steinschlag (8.3 %), Rutschung (7.2 %) und anderen Prozessen (9.1 %). In letztere Kategorie fallen vor allem Todesfälle durch die Eislawine (88) vom 30. August 1965 in Mattmark (Gemeinde Saas-Almagell VS), als ein Teil der Gletscherzunge des Allalingletschers abbrach und die Baustelle des Dammes inkl. Baracken verschüttete.

3.1 Zeitliche Verteilung der Todesfälle

Jährlich starben in der Untersuchungsperiode 2 bis 112 Menschen infolge von Naturgefahrenprozessen. Im Schnitt waren dies 14.6 und im Median 9 Personen pro Jahr. Die Verteilung der Todesfälle von 1946 bis 2015 zeigt einen statistisch signifikanten Rückgang über die Zeit *(Bild 1)*. Waren es in den ersten 35 Jahren 747 Todesfälle, so reduzierte sich die Zahl in der zweiten Hälfte auf nur noch 276. Der Rückgang ist vor allem auf die beiden Prozesse Lawine und Blitzschlag zurückzuführen. Bei beiden Prozessen wurden in der ersten Hälfte der Studienperiode viermal so viele Todesfälle registriert wie in der zweiten Hälfte.

Wird die Anzahl der Todesfälle mit der Bevölkerungszahl normiert, so erhält man die Sterblichkeitsrate durch Naturgefahrenprozesse (Todesfälle pro Million Einwohner). Jährlich ergibt sich so eine Rate von 2.5 Toten pro Million Einwohner. Auch hier ist eine deutliche Abnahme ersichtlich von 3.9 in den ersten 35 Jahren und 1.1 in der zweiten Hälfte der Studienperiode. Die Sterblichkeitsrate für Lawinen beträgt 0.96, für Blitzschläge 0.42, Hochwasser 0.29, Windsturm 0.24, Sturzprozesse 0.2, Rutschungen 0.16 und andere 0.23.

Die saisonale Verteilung der Todesfälle zeigt erwartungsgemäss eine Spitze im Sommer (427 Opfer im Juni, Juli, August) aufgrund von Blitzschlägen und Hochwasser sowie eine Spitze im Winter (329 Opfer im Dezember, Januar, Februar) aufgrund von Lawinen. Der Monat mit den

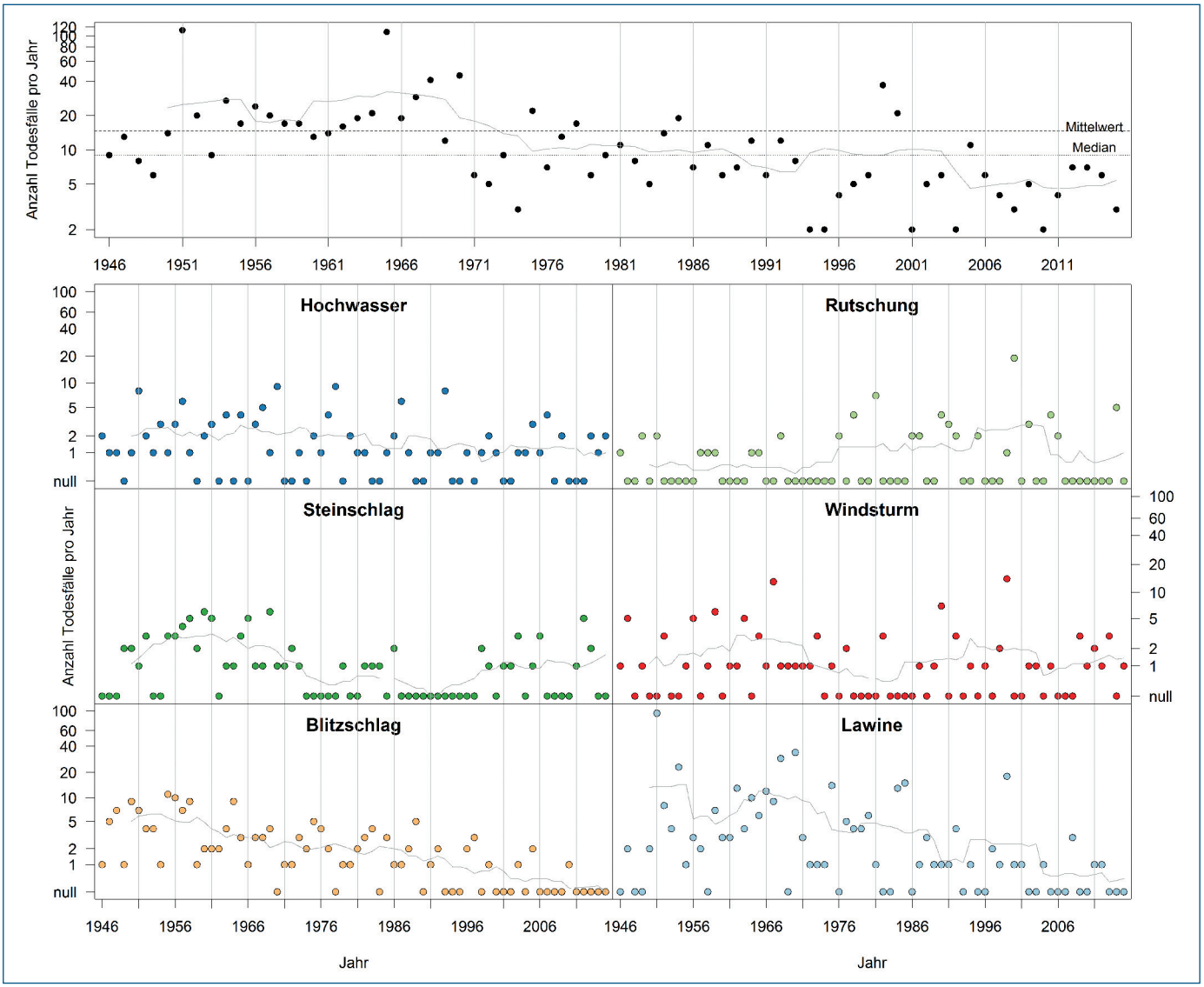


Bild 1. Jährliche Verteilung der Todesfälle für alle Prozesse (oben) und die einzelnen Prozesse (unten; ausser die Kategorie andere Prozesse). Die graue Linie zeigt einen laufenden 10-Jahres-Mittelwert.

meisten Todesfällen ist der Ausust (207), vor allem auch wegen des Ereignisses in Mattmark mit 88 Toten.

Die Verteilung auf die Tageszeit zeigt, dass sich die meisten Todesfälle am Nachmittag (39 %, 12.00–17.59 Uhr) ereigneten, gefolgt vom Abend (23 %, 18.00–23.59 Uhr), Morgen (17 %, 06.00–11.59 Uhr) und von der Nacht (11 %, 00.00–05.59 Uhr). Einem Zehntel der Todesfälle konnte keine Uhrzeit zugeordnet werden. Todesfälle infolge von Blitzschlägen, Hochwasser oder Windsturm ereigneten sich v. a. am Nachmittag und Abend, während für die anderen Prozesse keine spezielle Tageszeit charakteristisch war.

3.2 Räumliche Verteilung der Todesfälle

Todesfälle infolge von Naturgefahrenprozessen sind relativ homogen über die Schweiz verteilt, und nur für wenige Gebiete weisen die Daten keinen Todesfall auf *(Bild 2)*. Im Kanton Wallis wurden die meisten Todesfälle registriert (272), gefolgt von Graubünden (193), Bern (100), Tessin (71) und Uri (60) *(Tabelle 1)*. Kantone mit den wenigsten Todesfällen sind Basel-Stadt (1), Schaffhausen (4), Jura (5) und Solothurn (5). Normiert mit der Bevölkerungszahl pro Kanton, wird im Kanton Uri die höchste Sterblichkeitsrate für Naturgefahren (Anzahl Tote pro Million Einwohner und Jahr) registriert (27). An zweiter Stelle kommt der Kanton Wallis (19.1), gefolgt vom Kanton Graubünden (18.2). Die Zahlen sind jedoch nur bedingt aussagekräftig, da sich rund die Hälfte der Opfer nicht an ihrem Wohnort befand, als das tödliche Ereignis eintrat.

Todesfälle infolge Lawinen sind erwartungsgemäss in den alpinen Regionen anzutreffen. Häufungen finden sich für diesen Prozess in der Gegend von Andermatt (UR) und Davos (GR). In den Kantonen Wallis und Graubünden verursachten Lawinen die meisten Todesfälle. Zudem starb bei einem Ereignis oftmals mehr als eine Person. Todesfälle infolge von Rutschungen und Steinschlägen wurden v. a. in den Alpen und Voralpen registriert. Bei den Rutschungen gab es die meisten Opfer im Wallis, mit dem schlimmsten Ereignis im Oktober 2000 in Gondo (13 Todesfälle). Todesfälle infolge Hochwasser sind relativ homogen über die Schweiz verteilt, mit etwas mehr Fällen im Mittelland. Ausser den Kantonen Neuenburg und Basel-Stadt registrierte jeder Kanton mindestens einen Todesfall infolge Hochwasser. Die meisten Todesfälle ereigneten sich in den Kantonen Bern, Graubünden und Tessin. Auch bei den Blitz- und Windsturmtoten gab es die meisten Fälle im Mittelland, während vor allem die südlichen Kantone wenig betroffen waren. Häufungen von Windsturmtodesfällen können bei den Seen aufgrund von gekenterten Booten auftreten. Infolge Windsturm starben am meisten Personen im Kanton Zürich und infolge Blitzschlag im Kanton Bern.

Ereignisse, bei welchen mehrere Personen starben, geschahen häufiger in den Alpen als im Mittelland oder Jura. Ganz grosse Ereignisse mit sechs oder mehr Toten wurden dabei nur in den alpinen Regionen registriert. Bei 507 von den insgesamt 635 tödlichen Ereignissen starb eine Person, bei 73 Ereignissen starben zwei und bei 55 Ereignissen drei oder mehr Personen. Das folgenschwerste Ereignis war die Eislawine bei Mattmark 1965 mit 88 Toten in der Gemeinde Saas-Almagell (VS). In Reckingen (VS) starben mit 30

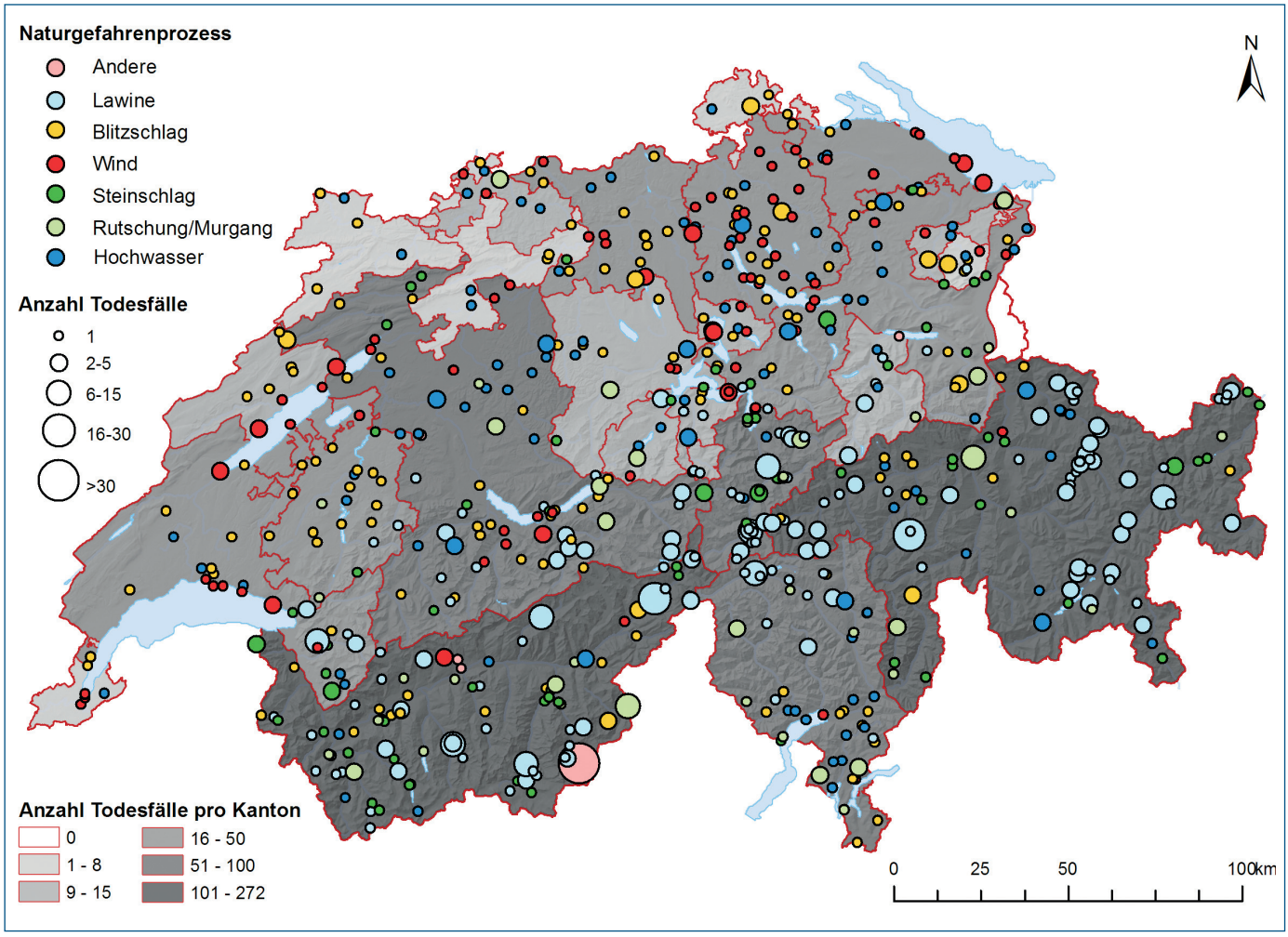


Bild 2. Räumliche Verteilung der tödlichen Naturgefahrenereignisse. Die Grösse der Symbole weist auf die Anzahl der Opfer pro Ereignis hin. Die Anzahl Todesfälle pro Kanton ist durch die Schattierung angegeben.

Todesfällen am zweitmeisten Personen, als im Februar 1970 eine grosse Lawine eine Militärbaracke und Wohnhäuser verschüttete. Im Lawinenwinter 1951 forderte im Januar eine Lawine in Vals (GR) 19 Todesopfer. Der Prozentsatz der Ereignisse, bei welchen nur eine Person starb, ist bei Hochwasser, Steinschlag, Windsturm und Blitzschlägen mit mehr als 70 % deutlich höher als bei Lawinen (26 %) und Rutschungen (31 %).

3.3 Verteilung der Todesfälle nach Alter und Geschlecht

Das mittlere Alter der Todesopfer beträgt 35.9 Jahre. Deutlich am meisten Todesfälle wurden für die Alterskategorien 20–29 (172), 30–39 (177) und 40–49 (151) registriert, welche zusammen knapp 50 % aller Todesfälle ausmachen. In die Kategorie der Kinder und Jugendlichen (0–19) fallen 21 %, während 13 % aller Todesopfer im Alter von 60 oder mehr Jahren verunfallt sind. Auffallend ist der hohe Anteil an Todesopfern durch Hochwasser der Alterskategorie 0–9 und der Blitztoten der Alterskategorie 10–19 *(Bild 3)*.

Deutlich sichtbar in *Bild 3* ist, dass über drei Viertel aller Todesopfer männlich waren. Für die meisten Naturgefahrenprozesse beträgt der Anteil 74.2–79.3 %. Eine Ausnahme bilden hier nur die Rutschungsprozesse (55.4 %) und die anderen Prozesse (96.6 %). Auffallend ist der hohe Anteil an weiblichen Todesfällen bei den Rutschungen (13.6 % aller weiblichen Todesopfer) im Vergleich zu den männlichen (5.3 % aller männlichen Todesopfer). Da in der Kategorie andere Prozesse v. a. die Bauarbeiter des Mattmark-Staudamms ins Gewicht fallen, ist hier der Anteil der männlichen Todesfälle entsprechend hoch. Werden die Alterskategorien betrachtet, so ist der Anteil der männlichen Todesopfer v. a. zwischen 20 und 39 Jahren besonders gross (82 %). Der Anteil der

Kanton	Lawine	Blitzschlag	Wind	Steinschlag	Rutschung/ Murgang	Hochwasser	Andere	Total
VS	108	17	3	22	24	7	91	272
GR	136	12	1	16	12	16		193
BE	29	21	13	11	8	17	1	100
TI	30	11	2	3	11	14		71
UR	43		2	8	4	3		60
ZH		14	20			10		44
VD	11	10	12	5		5		43
SG	1	8	3	3	3	7		25
TG		4	11	1		8		24
SZ	1	6	6	6		4		23
FR	2	12	1	3	2	3		23
AG		12	5	1		4		22
LU		6	2	1	2	4		15
NE		6	7					13
GL	7			1	1	2	1	12
NW	5	2		2		3		12
ZG		4	6			2		12
AR		2	2	1	3	2		10
OW	4	1	1		2	2		10
BL		2	2		2	4		10
AI	1	4	1	1		1		8
GE		1	4			1		6
SO		2	1			2		5
JU		3				2		5
SH		3				1		4
BS		1						1
Total	378	164	105	85	74	124	93	1023

Tabelle 1. Verteilung der Todesfälle pro Kanton für die einzelnen Prozesse.

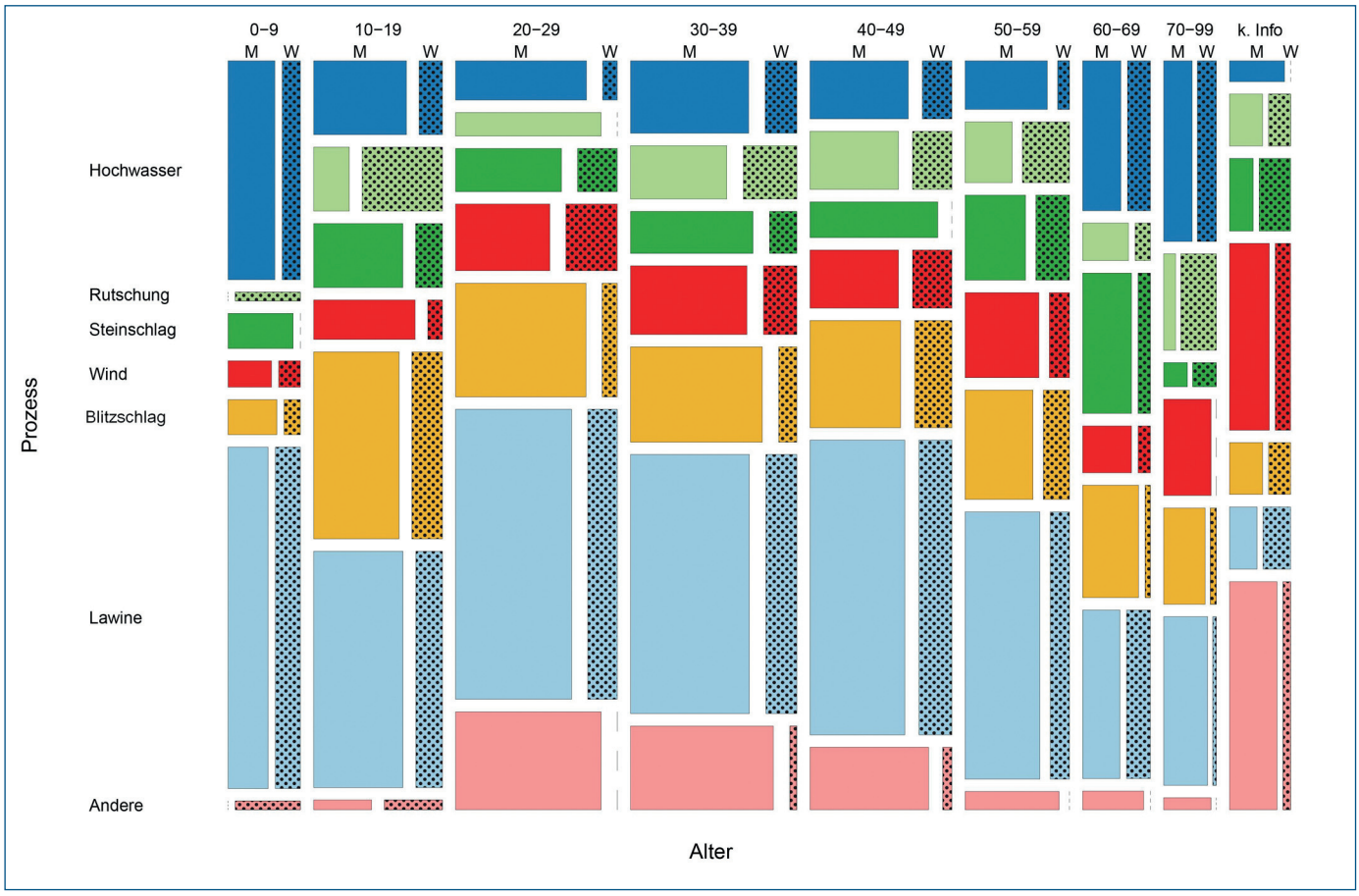


Bild 3. Verteilung der Todesfälle nach Alter und Geschlecht (m = männlich, w = weiblich) sowie nach Prozesstyp in einem Mosaikplot.

weiblichen Opfer ist mit 34 % für die Alterskategorie 0–9 am grössten.

3.4 Verteilung der Todesfälle nach Unfallumständen

Rund 52 % aller Todesfälle ereigneten sich in der Freizeit und 35 % während der Arbeit (13 % waren nicht zuordenbar, *Tabelle 2*). Neben der Aktivität wurde auch untersucht, wo sich die Personen befanden, als die Unfälle geschahen: Die meisten Personen starben auf Verkehrswegen (33 %), im Gelände (14 %) sowie in oder um Gebäude (20 % im Wohnhaus, 6 % in anderen Gebäuden, 3 % in der Nähe von Gebäuden). Bei den Lawinen und Rutschungen ereigneten sich die meisten Fälle in oder um Gebäude, während bei den Steinschlägen die Personen v. a. auf den Verkehrswegen starben. Blitzschläge führten hauptsächlich auf offenem Gelände zu Todesfällen, während sich die Todesfälle durch Windsturm vor allem auf Seen ereigneten. Todesfälle infolge Hochwasser ereigneten sich am Häufigsten im Gerinnebereich von Flussbetten, meist weil die Personen von den Fluten mitgerissen wurden. Für alle Todesfälle ausser jenen in Gebäuden wurde der Verkehrsträger ermittelt. Die meisten Todesfälle geschahen, als sich die Personen zu Fuss fortbewegten (62 %). Rund 18 % ereigneten sich, als sich die Personen in Fahrzeugen befanden, 7 % in einem Boot, 7 % auf Skiern, knapp 1 % auf dem Fahrrad und 0.5 % im öffentlichen Verkehr.

		Hochwasser	Rutschung	Steinschlag	Wind	Lawine	Blitzschlag	Andere	Alle Proz.	Alle Proz. [%]
Aktivität	Arbeit	35	13	15	24	110	70	88	355	34,7
	Freizeit	73	40	40	52	245	82	4	536	52,4
	andere/unklar	16	21	30	29	23	12	1	132	12,9
	Total	124	74	85	105	378	164	93	1023	100
Lokalität	In oder um Gebäude	14	40	8	4	192	33	2	293	28,6
	Verkehrswege	31	20	58	34	164	28	1	336	32,8
	offenes Gelände	4	11	14	9	4	95	1	138	13,5
	See			1	44		1		46	4,5
	Gerinne	63	2						65	6,4
	andere/unklar	12	1	4	14	18	7	89	145	14,2
	Total	124	74	85	105	378	164	93	1023	100
Verkehrsträger	Zu Fuss	77	22	51	36	78	112	90	466	61,6
	Fahrzeug	20	11	27	20	46	14		138	18,2
	Boot	5			44		1		50	6,6
	Ski					49			49	6,5
	Fahrrad	3			1		6		10	1,3
	öff. Verkehrsmittel	1	1			4			6	0,8
	andere/unklar	9	0	2	4	16	5	2	38	5
	Total [A]	115	34	80	105	193	138	92	757	100

[A] Die 266 Todesfälle, welche sich in Gebäuden ereigneten, wurden für die Kategorie Verkehrsträger nicht berücksichtigt.

Tabelle 2. Verteilung der Todesfälle nach Aktivität, Lokalität und Verkehrsträger.

4. Diskussion

4.1 Vollständigkeit des Datensatzes

Ein Grossteil der Datenbankeinträge beruht auf der Zeitungsrecherche. Es muss davon ausgegangen werden, dass einige Todesfälle in der Datenbank nicht registriert wurden, dies z. B., weil der Vorfall nicht in der NZZ erwähnt wurde. Da die NZZ eine deutschsprachige Zeitung ist, kann es sein, dass Fälle aus der Westschweiz und dem Tessin unterrepräsentiert sind. Das NZZ-Archiv besteht aus eingescannten Zeitungsexemplaren, welche mit einem Zeichenerkennungsprogramm aufgearbeitet wurden. Es wurde bemerkt, dass einzelne kleine Datenlücken bestehen. Zudem gab es bei der Zeichenerkennung bei schlechter Scanqualität Probleme, was v. a. die älteren Versionen in den ersten Dekaden der Studienperiode betraf. Somit könnten einzelne Fälle verloren gegangen sein. Zudem besteht die Möglichkeit, dass einige Fälle in der Suche nicht gefunden wurden, da eine limitierte Anzahl von Schlüsselwörtern angewendet werden musste. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass in der Betrachtungsperiode dieser Studie weniger als 10 % der Todesfälle fehlen (*Badoux et al.*, 2016).

4.2 Entwicklung der Todesfallzahlen in den letzten 70 Jahren

In den Daten zeigt sich eine deutliche Abnahme der Todesfälle durch Naturgefahrenprozesse. Dies wurde auch in anderen Ländern beobachtet. In den USA erklären *Curran et al.* (2000) den Rückgang der Todesfälle durch Blitzschläge mit verbesserter ärztlicher Betreuung, Notfallkommunikation und Transport sowie einer besseren Wahrnehmung der Blitzschläge als Gefahr. Verbesserte Vorhersagen, Prozessermittlung und Warnsysteme könnten ebenfalls zum Rückgang der Opferzahlen geführt haben (*Curran et al.*, 2000). Ebenso arbeiten weniger Personen auf dem Feld, verglichen mit früher (*Elsom*, 2001). Ein Rückgang der Todesfälle durch Lawinen in Siedlungen und auf den Verkehrswegen seit den 1970er-Jahren wurde in allen Ländern der Europäischen Alpen (z. B. *Techel et al.*, 2016) und in anderen entwickelten Regionen festgestellt (z. B. *Jamieson et al.*, 2010). Erklärungen für den Rückgang der Todesopfer beinhalten grosse Investitionen für Lawinenverbauungen, Gefahrenkarten und Risikoeinschätzungen, um angemessene Massnahmen für die Sicherheit oder Schliessung von Strassen im Winter zu evaluieren, künstliche Lawinenauslösungen, Lawinenausbildung und verbesserte Lawinenvorhersage. Viele der Todesfälle infolge von Hochwasser ereigneten sich, weil die Personen sich unvorsichtig verhalten haben. In Zukunft wird es also wichtig sein, die Leute auszubilden und zu informieren und bezüglich gefahrengerechtem Verhalten zu sensibilisieren. Ähnlich verhält es sich für die Todesfälle durch Windsturm, da dort die Unfälle vor allem wegen nachlässigem Verhalten in gefährlichen Situationen entstehen.

4.3 Verteilung der Todesfälle nach Geschlecht

Die Studie zeigt, dass deutlich mehr Männer (75.8 %) infolge Naturgefahrenprozessen sterben als Frauen (23.6 %). Der Unterschied wird noch deutlicher, wenn nur die Todesfälle während der Arbeit betrachtet werden (93.5 % Männer). Der Unterschied kann folgendermassen erklärt werden: Zum einen war der Anteil von arbeitenden Männern während der Studienperiode höher, verglichen mit jenem von arbeitenden Frauen (v. a. während der ersten Hälfte der Studienperiode), zum anderen waren viele der Arbeiten körperlich anstrengend und wurden daher v. a. von Männern durchgeführt (z. B. Landwirtschaft, Waldwirtschaft, Strassenbau und -unterhalt und Rettungsdienst). Etwas weniger gross ist der Unterschied bei den Todesfällen in der Freizeit: Hier waren rund zwei Drittel Männer. Der Unterschied könnte mit der höheren Risikowahrnehmung der Frauen erklärt werden (z. B. *Lindell* und *Hwang*, 2008), was zu einem vorsichtigeren und weniger risikofreudigen Verhalten der Frauen führen könnte. In der letzten Dekade war der Anteil der weiblichen Todesfälle während der Freizeit mit 55.6 % jedoch deutlich höher.

4.4 Effekt von Verkehrsträger, Lokalität und unvorsichtigem Verhalten

Die Daten dieser Studie zeigen, dass die meisten Personen starben, als sie zu Fuss unterwegs waren (62 %, *Tabelle 2*). Der Prozentsatz der Personen, welche wäh-

rend eines Hochwassers in einem Fahrzeug ums Leben kamen, ist in der vorliegenden Studie viel kleiner (16 % aller Todesopfer) als in Studien aus Texas (77 %, *Sharif et al.*, 2015) oder aus den USA (63 %, *Ashley* und *Ashley*, 2008). *Sharif et al.* (2015) deuten darauf hin, dass die hohe Zahl aufgrund von unvorsichtigem Verhalten zustande kam, da die Personen mit dem Fahrzeug Flüsse über Furten zu überqueren versuchten.

Unvorsichtiges Verhalten war auch oft die Ursache bei den Todesfällen infolge gekenterter Boote auf Seen. Der starke Wind wurde oft unterschätzt, und zum Teil wurden die Personen auch überrascht. Bei der Analyse der Todesfälle von Blitzschlägen wurde bemerkt, dass die Gefahr meist unterschätzt wurde (z. B. während der Arbeit auf dem Feld) oder die Personen unangemessenen Schutz suchten (z. B. unter Bäumen). Oftmals waren sich die Personen ihres inkorrekten Verhaltens wahrscheinlich auch gar nicht bewusst. Bei den Lawinen- und Rutschungsunfällen ereigneten sich die meisten Todesfälle in Gebäuden (49 %, resp. 54 %), wobei angenommen werden kann, dass die Bewohner das Ereignis nicht erwartet haben und es nicht möglich war, vor der Gefahr zu fliehen.

4.5 Vergleich mit Daten von anderen Unfallursachen und älteren Ereignissen

Ein Vergleich mit Schweizer Verkehrstoten oder älteren Ereignissen setzt die Daten der vorliegenden Studie in Perspektive. In den Jahren 1946 bis 2015 starben im Strassenverkehr rund 60-mal mehr und im Schienenverkehr fünfmal mehr Personen als durch Naturgefahrenprozesse (*Bundesamt für Statistik*, www.bfs.admin.ch). Rund 15-mal mehr Personen starben infolge Lawinen in ungesichertem Gelände (*Techel et al.*, 2016), verglichen mit jenen, welche in der vorliegenden Studie berücksichtigt wurden (auf Verkehrswegen, in Siedlungen).

Die in der vorliegenden Studie aufgeführten Ereignisse sind bei Weitem nicht die schwerwiegendsten der Schweizer Vergangenheit. Das Ereignis mit den meisten Todesopfern in der Betrachtungsperiode war jenes von Mattmark mit 88 Todesopfern. Wird jedoch über diese Betrachtungsperiode hinaus in die fernere Vergangenheit geblickt, so fallen folgende Ereignisse ins Gewicht. Am 18. Oktober 1356 starben in der Region Basel infolge eines Erdbebens viele Menschen. Die genaue Zahl der Todesopfer ist unsicher; man spricht von 300–2000 Toten (*Fäh et al.*, 2009). Im September 1513 blockierten die Ablagerungsmassen eines Felsrutsches beim Pizzo Magno im Bleniotal den Fluss Brenno, wobei ein See entstand. Dieser brach im Mai 1515 aus, woraufhin das Wasser das darunterliegenden Dorf Biasca überschwemmte und weiter das Tal hinunterrauschte bis zum Lago Maggiore. Rund 600 Menschen wurden getötet (*Eisbacher* and *Clague*, 1984). Am 2. September 1806 stürzten 20 Millionen Kubikmeter Bergsturzmaterial auf die Dörfer Goldau und Röthen, wobei 457 Personen verschüttet wurden (*Eisbacher* and *Clague*, 1984). Ein weiterer schlimmer Bergsturz ereignete sich 1881 in Elm; er war jedoch anthropogen ausgelöst. Ein katastrophales Ereignis der oben beschriebenen Grössenordnung würde natürlich die Resultate der vorliegenden Studie stark beeinflussen und die Sterblichkeitsrate wesentlich erhöhen.

Das Ziel der Zukunft wird es sein, die Anzahl der jährlichen Todesfälle trotz steigender Bevölkerungszahl weiterhin tief zu halten. Dies, indem auch zukünftig in strukturelle und organisatorische Schutzmassnahmen (z. B. Alarmsysteme, Notfallplanung, Schutzmassnahmen, Bewusstseinsbildung) investiert wird. Die in dieser Studie erhobenen Daten können den Entscheidungsträgern der verschiedenen politischen Ebenen (Gemeinden, Kantone, Bund) helfen, um solche Massnahmen zu planen und zu implementieren.

Danksagung

Ein grosser Dank geht an *G. Antoniazza* für die Hilfe bei der Datensammlung. Wir bedanken uns bei *J. Keel* von der Schweizerischen Mediendatenbank für die Unterstützung während der Zeitungsrecherche. Zudem bedanken wir uns beim BAFU für die langjährige und massgebliche Unterstützung bei der Erfassung der Unwetterschäden. Weiter geht unser Dank an *D. Rickenmann, B. McArdell, C. Berger, C. Rickli, E. Maidl, M. Buchecker, K. Liechti, M. Dawes, U. Mosimann, F. Haslinger, R. Loat* und *G.R. Bezzola* für ihre fachliche Unterstützung.

Literatur

Ashley, S. T., Ashley, W. S. (2008). Flood fatalities in the United States, J. Appl. Meteorol. Clim., 47, 805–818.

Badoux, A., Andres, N., Techel, F., Hegg, C. (2016). Natural hazard fatalities in Switzerland from 1946 to 2015. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 16, 2747–2768.

Curran, E. B., Holle, R. L., López, R. E. (2000). Lightning casualties and damages in the United States from 1959 to 1994, J. Climate, 13, 3448–3464.

Eisbacher, G. H., Clague, J. J. (1984). Destructive mass movements in high mountains: hazard and management, Geological Survey of Canada Paper 84–16, Ottawa, Canada, 230 S.

Elsom, D. M. (2001). Deaths and injuries caused by lightning in the United Kingdom: analyses of two databases, Atmos. Res., 56, 325–334.

Fäh, D., Gisler, M., Jaggi, B., Kästli, P., Lutz, T., Masciadri, V., Matt, C., Mayer-Rosa, D., Rippmann, D., Schwarz-Zanetti, G., Tauber, J., Wenk, T. (2009). The 1356 Basel earthquake: an interdisciplinary revision, Geophys. J. Int., 178, 351–374.

Hilker, N., Badoux, A., Hegg, C. (2009). The Swiss flood and landslide damage database 1972–2007, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 9, 913–925.

Jamieson, J. B., Haegeli, P., Gauthier, D. M. (2010). Avalanche Accidents in Canada, Volume 5 (1996–2007), Canadian Avalanche Association, Revelstoke, Canada, ISBN-13: 978-0-9866597-4-4, 429 S.

Lindell, M. K., Hwang, S. N. (2008). Households' perceived personal risk and responses in a multihazard environment, Risk Anal., 28, 539–556.

MunichRe (2016). Topics Geo (Natural catastrophes 2015 – Analyses assessments, positions), Munich RE, Munich, Germany.

Schmid, F., Fraefel, M., Hegg, C. (2004). Unwetterschäden in der Schweiz 1972–2002: Verteilung, Ursachen, Entwicklung, «Wasser Energie Luft», 96. Jg., Heft 1/2, 21–28.

Sharif, H. O., Jackson, T. L., Hossain, M. M., Zane, D. (2015). Analysis of Flood Fatalities in Texas, Nat. Hazards Review, 16, 04014016.

Techel, F., Jarry, F., Kronthaler, G., Mitterer, S., Nairz, P., Pavšek, M., Valt, M., Darms, G. (2016). Avalanche fatalities in the European Alps: long-term trends and statistics, Geogr. Helv., 71, 147–159.

Anschrift der Verfasser

Norina Andres, Dr. Alexandre Badoux,
Dr. *Christoph Hegg*
Eidg. Forschungsanstalt WSL
Zürcherstrasse 111, CH-8903 Birmensdorf
norina.andres@wsl.ch
Frank Techel
WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung, SLF, Flüelastrasse 11, CH-7260 Davos