

## 1.12 Wasserkatastrophen in historischer Sicht

MICHAEL BÖRNGEN

*Water disasters in historical view: Water disasters can be various: floods in the inland caused by strong rainfalls or quick melting of snow, floods at the coast caused by tropical cyclones, outer tropical hurricanes or tsunamis as well as hail showers, avalanches, and glacier demolitions. Each form of these disasters can kill men, change landscape substantially and cause high economical damage. In the contribution are presented in each group some important events from the older and recent past.*

Ohne Wasser würde es kein Leben auf der Erde geben. Doch nicht immer und überall steht das unentbehrliche Nass in wohl dosierter Menge zur Verfügung. Sowohl der Mangel an Wasser, was in dieser Darstellung unberücksichtigt bleibt, wie auch dessen Übermaß können für die Natur und die menschliche Zivilisation katastrophale Folgen haben. Einige solcher Fälle aus fernerer und jüngerer Vergangenheit sollen betrachtet werden.

### Hochwasser und Überschwemmungen im Binnenland

Abgesehen vom Gebrauch des Wortes Hochwasser im Zusammenhang mit den Gezeiten bezeichnet es den Wasserstand (oder Abfluss) eines Flusses oder eines Sees, der erheblich über dem mittleren Pegel (bzw. Abfluss) liegt, wobei das Gewässer über seine Ufer treten

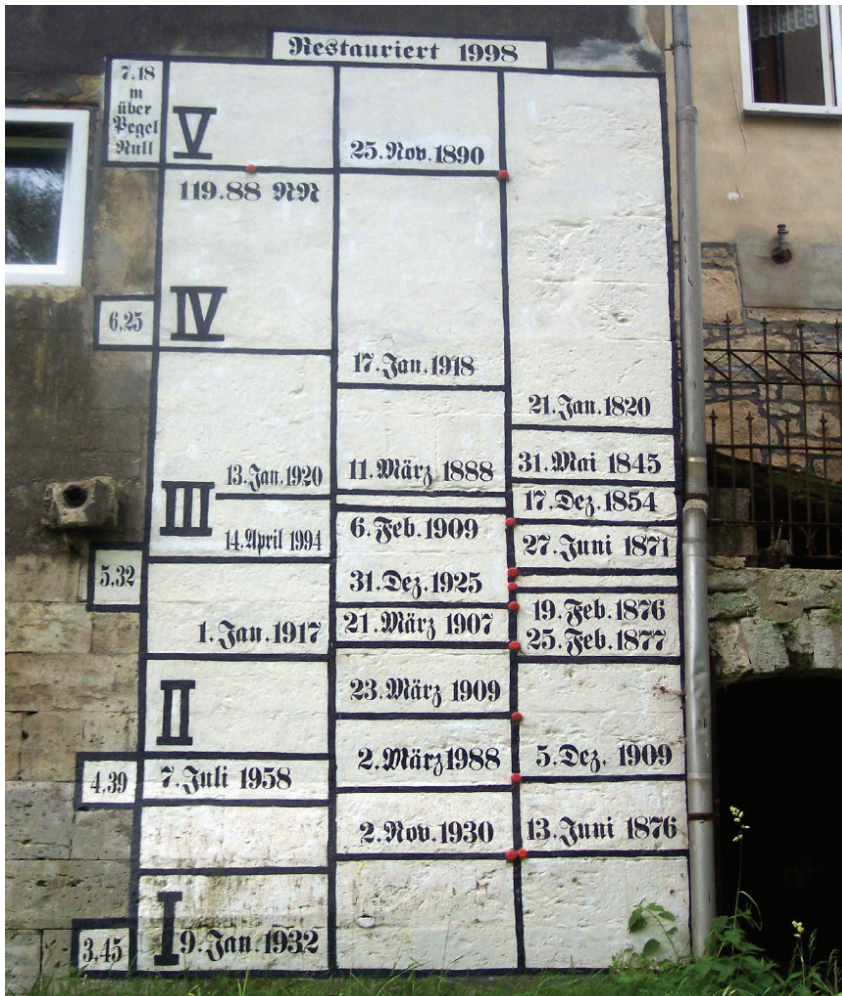


Abb. 1.12-1: Hochwassermarken in Camburg an der Saale, einem Nebenfluss der Elbe (Foto: Karin Börngen).

Aus: WARNSIGNAL KLIMA: Genug Wasser für alle? 3. Auflage (2011)  
Hrsg.: Lozán J. L. H. Graßl, P. Hupfer, L. Karbe & C.-D. Schönwiese

und dadurch zu Überschwemmungen führen kann. Die wichtigsten Ursachen solcher Ereignisse sind starke Regenfälle im Sommer (Schwellhochwasser) und das Abschmelzen der Schneedecke zu Ausgang des Winters sowie Eisstau.

Über historische Hochwasser (*Tab. 1.12-1*) informieren, ungeachtet zahlreicher Fehlermöglichkeiten, Hochwassermarken (*Abb. 1.12-1*) und Schriftquellen. Die Anzahl der Äußerungen zu einem Ereignis lassen Rückschlüsse auf dessen Ausmaß zu. Ein klassisches Beispiel ist die große Zahl von Flugschriften zur »Thüringischen Sintflut«, was auf die Schwere der Überschwemmungskatastrophe vom 29. Mai 1613 hinweist. Regelmäßige Pegel- und Abflussmessungen beginnen weltweit etwa Mitte des 19. Jahrhunderts (*Tab. 1.12-2*).

Eine der schwersten europäischen Umweltkatastrophen des letzten Jahrtausends ereignete sich 1342: »Im selben Jahre war eine große Überschwemmung der Gewässer, so im Winter, wie im Sommer, und es entstanden dadurch unzählige Schäden in wasserreichen Gegenden um den Rhein, die Donau und den Inn, und in den wasserreichen Gegenden gingen Dörfer, Städte, Vieh mit den Menschen, deren genaue Zahl nicht bekannt ist, zugrunde und viele Brücken wurden eingegrissen und vernichtet. Im Gebirge zerstörte der Etsch-Fluß [Adige] 6 Meilen Fruchtländ« (zit. in WEIKINN 1958, S. 197).

Von besonderer Heftigkeit war das Hochwasser vom Juli 1342. Wie keine andere Flut hat diese zu tiefgreifenden Landschaftsveränderungen geführt. Den enormen Ernteverlusten folgte eine Hungersnot. Dem Sommerhochwasser ging, wie im zitierten Text vermerkt, eine Überschwemmung zu Anfang des Jahres voraus, die hauptsächlich die Einzugsgebiete der Moldau (Zerstörung des Vorgängerbaus der Karlsbrücke in Prag) und der Elbe betraf.

Ein weiteres denkwürdiges Hochwasserjahr war 1784. Dieses Jahr hatte mit einem sehr kalten und au-

ßerordentlich schneereichen Winter begonnen. Durch Zusammenwirken plötzlich einsetzenden Tauwetters, heftiger Regenfälle und Eisgang kam es vom 28. Februar bis zum 1. März zu einer der größten Überschwemmungen in Mitteleuropa. An vielen Orten sind die Hochwassermarken dieses Jahres die höchsten überhaupt. Weitere bedeutende Hochwasser gab es im Februar 1799 und im März/April 1845 (DEUTSCH et al. 2010, GLASER 2001, MUNZAR et al. 2005).

Die historischen Höchststände wurden vielerorts erst durch das Augusthochwasser 2002 übertroffen (*Tab. 1.12-3*). Neben den Überschwemmungen des Rheins im Dezember 1993 und im Januar 1995, der Oder im Juli 1997 und der Donau 1999 hat vor allem diese Katastrophe die Hochwasserproblematik in die Schlagzeilen gebracht und die Angst vor einer Zunahme verheerender Überschwemmungen genährt. Eine Analyse der Hochwasser von Elbe und Oder (*Abb. 1.12-2*) zeigt jedoch keine derartige Tendenz, auch nicht seit Beginn der Industrialisierung. Auffällig ist vielmehr die große Variabilität im Hochwassergeschehen, vor allem im Winterhalbjahr.

Von außereuropäischen Ländern liegen, abgesehen von den Jahrtausende alten Aufzeichnungen über Nilüberschwemmungen, nur sporadisch Informationen über Hochwasser im Binnenland vor. Am ehesten machen auf Grund der dramatischen Folgen Hochwasser in China, dem bevölkerungsreichsten Land der Erde, von sich Reden. In jüngerer Zeit trat der Jangtsekiang mehrfach über die Ufer: 1991, 1994, 1996 und 1998. Im Jahr 1995 gab es im benachbarten Nordkorea eine folgenreiche Überschwemmung. In den USA ereignete sich die bisher größte Flutkatastrophe des Mississippi im Jahr 1927. Es brachen zahlreiche Deiche, wodurch etwa 7 Mio. ha Weide- und Ackerland unter Wasser gesetzt wurden und ca. 300 Menschen ertranken. Der Sachschaden wird auf 300 Mio. \$ geschätzt. Die letzte bedeutende Mississippi-Überschwemmung geschah im Jahr 1993.

**Tab. 1.12-1:** Bedeutende überregionale Extremhochwasser (1342–1845) für Oder, Elbe, Moldau, Donau und Rhein.

Datum	Oder	Elbe	Moldau	Donau	Rhein
1342, Juli	–	z.B. 21.7. in Meißen	–	z.B. 22.7. in Straubing	z.B. um 25.7. in Köln
1501, Aug.	z.B. um 24.8. in Wroclaw	z.B. 15.–18.8. in Dresden	z.B. um 15.8. in Prag	z.B. 14.–24.8. in Regensburg	z.B. Mitte Aug.
1595, Febr.–März	z.B. 19.3. in Wroclaw	z.B. 25.2. in Strehla	z.B. 19.3. in Prag	z.B. 11.3. in Passau	z.B. 5.–6.3. in Köln
1651, Jan.	z.B. in Szczecin	z.B. 18.–21.1. in Dresden	z.B. in Prag	z.B. in Wien	z.B. 20.1. in Boppard
1655, Febr.–März	z.B. 11.–24.2. in Krosno	z.B. 15.2. in Litomerice	z.B. Febr. in Prag	z.B. Febr. in Regensburg	–
1709, Febr.–Apr.	z.B. Ende März, Anf. April in Wroclaw	z.B. 18.3. in Dresden	–	z.B. März in Ungarn	z.B. 20.2. in Holland
1736, Juli	z.B. 5.7. in Wroclaw	z.B. 21.7. in Meißen	z.B. 19.7. in Prag	z.B. 20.7. in Linz	–
1784, Febr.–März	–	z.B. 24.–29.2. in Barby	z.B. 27.–29.2. in Prag	z.B. 27.2.–2.3. in Wien	z.B. 26.–27.2. in Köln
1799, Febr.–März	z.B. Febr. in Zielona Góra	z.B. 24.–26.2. in Meißen	z.B. 25.2. in Zbraslav	z.B. 24.2. in Stein	z.B. 26.2. in Düsseldorf
1830, Febr.–März	z.B. 23.3. in Wroclaw	z.B. 1.3. in Strehla	–	z.B. 28.2.–1.3. in Krems	z.B. 25.2. in Kastel (Mainz)
1845, März–Apr.	z.B. 31.3. in Wroclaw	z.B. 29.–31.3. in Dresden	z.B. 29.3. in Prag	z.B. 31.3. in Passau	z.B. 31.3. in Köln

Quelle: DEUTSCH et al. 2010, S. 20, modifiziert

In den niederen Breiten wird das Niederschlags- und damit u.U. das Hochwassergeschehen durch den ENSO-Mechanismus gesteuert. Nach dem starken El Niño 1997/98 folgte Ende 1999/Anfang 2000 ein La Niña-Ereignis. Während in den äquatornahen Teilen des nördlichen Ostafrikas kaum Niederschlag zu verzeichnen war, trat im südlichen Ostafrika genau das Gegenteil ein. Im Februar 2000 war der Kontrast besonders stark. Im Verein mit einem über Madagaskar westlich ziehenden tropischen Wirbelsturm kam es zu Überschwemmungen mit verheerenden Folgen und zahlreichen Todesopfern in der gesamten Region.

In den Hochgebirgen kann sich nach starken Niederschlägen, oft in Verbindung mit der Schneeschmelze, ein Gemisch aus festen Bestandteilen und Wasser bilden und als sog. Mure zu Tal gleiten, welche große

Zerstörungen anrichten können, was beispielsweise im August 2005 in den Alpen der Fall war. An dieser Stelle sei auch an das Ereignis vom 9. Oktober 1963 erinnert, als gewaltige Schlamm- und Gesteinsmassen vom Hang des Monte Toc (Norditalien) in den neu angelegten Vajont-Stausee stürzten. Ca. 50 Mio. km<sup>3</sup> Wasser schwappten über den Staudamm und rasten als fast 200 m hohe Flutwelle durch das Piave-Tal. Dort wurden der Ort Longarone zerstört und etwa 2.000 Menschen getötet.

### Küstenüberschwemmungen

Zu den Küstenüberschwemmungen zählen Sturmfluten und Tsunamis, beides kurzfristig auftretende, aber von der Genese her sehr unterschiedliche und damit auch an bestimmte Regionen gebundene Erscheinungen. Ihre Wirkung kann durch langfristige Prozesse der Küsten-

**Tab. 1.12-2:** Größte meteorologisch verursachte Fluten seit 1840 an Flüssen mit Einzugsgebieten von größer als 500.000 km<sup>2</sup> (E Eis-Stau, R Regen, S Schneeschmelze).

Flussgebiet	Land	Gesamteinzugsgebiet (10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup> )	Station	Einzugsgebiet (10 <sup>3</sup> km <sup>2</sup> )	Spitzenabfluss (m <sup>3</sup> /s)	Datum	Fluttyp
Amazonas	Brasilien	5.854	Obidos	4.640	370.000	Juni 1953	R
Nil	Ägypten	3.826	Aswan	1.500	13.200	25. Sept. 1878	R
Kongo	Zaire	3.699	Brazzaville B.	3.475	76.900	27. Dez. 1961	R
Mississippi	USA	3.203	Arkansas City	2.928	70.000	Mai 1927	R
Amur	Russland	2.903	Komsomolsk	1.730	38.900	20. Sept. 1959	R
Parana	Argentinien	2.661	Corrientes	1.950	43.070	5. Juni 1905	R
Jenisei	Russland	2.582	Yeniseysk	1.400	57.400	18. Mai 1937	S
Ob-Irtysh	Russland	2.570	Salekhard	2.430	44.800	10. Aug. 1979	S
Lena	Russland	2.478	Kasur	2.430	189.000	8. Juni 1967	S/E
Niger	Niger	2.240	Lokoja	1.080	27.140	1. Febr. 1970	R
Zambezi	Mozambique	1.989	Tete	940	17.000	11. Mai 1905	R
Yangtze	China	1.794	Yichang	1.080	110.000	20. Juli 1870	R
Mackenzie	Kanada	1.713	Norman Wells	1.570	30.300	25. Mai 1975	S
Chari	Tschad	1.572	N'Djamena	600	5.160	9. Nov. 1961	R
Wolga	Russland	1.463	Wolgograd	1.350	51.900	27. Mai 1926	S
St. Lawrence	Kanada	1.267	La Salle	960	14.870	13. Mai 1943	S
Indus	Pakistan	1.143	Kotri	945	33.280	1976	R/S
Syr Darja	Kasachstan	1.070	Tyumen'-Aryk	219	2.730	30. Juni 1934	R/S
Orinoco	Venezuela	1.039	Puente Angostura	836	98.120	6. Mar. 1905	R
Murray	Australien	1.032	Morgan	1.000	3.940	5. Sept. 1956	R
Ganges	Bangladesh	976	Hardings Bridge	950	74.060	21. Aug. 1973	R/S
Shatt al Arab	Irak	967	Hit (Euphrates)	264	7.366	13. Mai 1969	R/S
Orange	Südafrika	944	Buchberg	343	16.230	1843	R
Huanghe	China	894	Shanxian	688	36.000	17. Jan. 1905	R
Yukon	USA	852	Pilot Station	831	30.300	27. Mai 1991	S
Senegal	Senegal	847	Bakel	218	9.340	15. Sept. 1906	R
Colorado	USA	808	Yuma	629	7.080	22. Jan. 1916	R
Rio Grande	USA	805	Roma	431	17.850	1865	R/S
Donau	Rumänien	788	Orsova	575	15.900	17. April 1895	S
Mekong	Vietnam	774	Kratie	646	66.700	3. Sept. 1939	R
Tocantins	Brasilien	769	Itupiranga	728	38.780	2. April 1974	R
Columbia	USA	724	The Dalles	614	35.100	6. Juni 1894	S
Darling	Australien	650	Menindee	570	2.840	Juni 1890	R
Brahmaputra	Bangladesh	650	Bahadurabad	636	81.000	6. Aug. 1974	R/S
Sao Francisco	Brasilien	641	Traipu	623	15.890	1. April 1960	R
Amu Darja	Kasachstan	612	Chatly	450	6.900	27. Juli 1958	R/S
Dnjepr	Ukraine	509	Kiew	328	23.100	2. Mai 1931	S

Quelle: O'CONNOR & COSTA (2004), modifiziert

absenkung oder des Meeresspiegelanstiegs verstärkt werden.

Es seien zunächst Sturmfluten an Nord- und Ostsee betrachtet (Tab. 1.12-4). Hierbei werden während spezifischer Sturmflutwetterlagen Wassermassen durch auflandigen Wind so gegen die Küste gedrückt, dass ein bedrohlich hoher Wasserstand die Folge ist. In Meeren mit Gezeiten ist die Gefahr besonders groß, wenn die Sturmflut mit einer Springflut zusammen fällt. Sturmfluten können Tausenden Menschen das Leben kosten und die Küstenlandschaft tiefgreifend verändern. Deshalb wird seit jeher angemessenen Schutzmaßnahmen, vor allem dem Bau ausreichend dimensionierter Deiche, größte Aufmerksamkeit gewidmet (Abb. 1.12-3).

Die wohl früheste Nachricht über eine Nordsee-Sturmflut stammt aus dem 2. Jh. v. Chr. Sie soll auf der Jütischen Halbinsel so große Schäden verursacht haben, dass die dort ansässigen Kimbern und Teutonen auswanderten. Als schlimmste überlieferte Flut an der deutschen Nordsee gilt die vom 16. Januar 1362 (»Zweite Marcellusflut«), bei der nach einigen Quellen insgesamt 100.000 Menschen ums Leben kamen. Die Flut führte zum Untergang von Rungholt, wichtiger Hafen und blühende Handelsstätte am Südwestrand der einstigen nordfriesischen Insel Strand. Die große Sturmflut vom 11. Oktober 1634 trug weiter zum Zerstörungswerk bei. Heute stellen Pellworm und Nordstrand die Reste von Strand dar.

Unvergessen ist die Hamburg-Sturmflut vom 16./17. Februar 1962. Es kam zu extrem hohen Wasserständen, weil der Sturm (Kern des Orkantiefs lag im Bereich der Elbmündung) mehrere Tiden lang konstant aus einer Richtung wehte. Rund 400 km Deiche wurden stark beschädigt, was zu katastrophalen Überschwemmungen des Hinterlandes führte. Durch Stauung des Elbwassers brachen auch die Flussdeiche der Elbe, wodurch große Gebiete von Hamburg in Mitleidenschaft gezogen wurden. Infolge der Sturmflut war der Tod von 340 Menschen zu beklagen (SAGER 1972).

Am 3. Januar 1976 löste der Orkan »Capella« – benannt nach einem während des Sturms gesunkenen Schiffes – eine der schwersten Sturmfluten des 20. Jahrhunderts in Europa aus. Der Orkan erreichte zwei Stunden vor Eintritt des Hochwasserscheitels seinen Höhepunkt. Die Wassermassen an der Westküste Schleswig-Holsteins bis hin zur Elbe wurden auf noch nicht gemessene Höhen aufgestaut (z.B. in Hamburg 6,45 m über NN), wozu auch beitrug, dass Neumond, also Springtide war. Der Versicherungsschaden von 750 Mio. DM stellte damals für Naturkatastrophen einen Rekordwert dar.

Ein Beispiel für sog. Niedrigwasser-Sturmfluten, wenn Sturm und Tidenhochwasser zeitlich nicht zusammenfallen, ist die schwere Sturmflut vom 23. Februar 1967. Während des Orkans wurden Spitzenböen von rund 160 km/h gemessen, die bis dahin höchsten

Tab. 1.12-3: Bedeutende Überschwemmungen seit Ende des 19. Jahrhunderts.

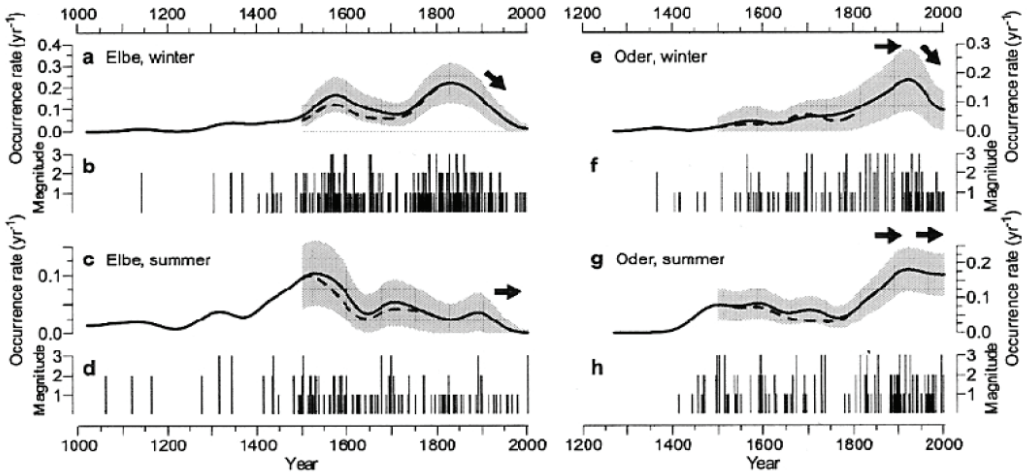
Datum	Betroffenes Gebiet	Fluss	Zahl der Toten	Bemerkung (Monat)
1887	Prov. Henan, China	Huanghe, Hwangho (Gelb.Fluss)	900.000–1.500.000	
1889	Johnstown, Pennsylvania, USA	Conemaugh River	7.000	Starkregen: Dambruch
1890	New Orleans, Louisiana, USA	Mississippi	100	
1910	Paris, Frankreich	Seine	k. A.	erste von den Medien dokumentierte Naturkatastrophe
1911	Shanghai, China	Jangtsekiang	10.000	
1913	Dayton, Ohio, USA	Dayton u. a. Flüsse	500	
1927	Cairo, Illinois, USA	Mississippi	300	vgl. Tab.1.12-2
1931	Prov. Kiangsu, China	Jangtse-Region	1.400.000	(August)
1933	Tietsien, China	Hwangho	18.000	
1954	Prov. Hupeh, China	Jangtsekiang	40.000	
1955	Prov. Orissa, Indien		1.700	Monsunregen (7.September)
1968	Gujarat, Indien	Tapti	1.000	
1972	Pakistan	Indus	3.000	
1972	Südkorea		400	
1976	Colorado, USA	Big Thompson River	139	(31.Juli)
1988	Sudan	Nil	Tausende	
1991	Wushi, China	Jangtsekiang	2.315	
1993	Katmandu, Nepal	Bagmati	687	
1997	Somalia	Webbe Shibeli, Juba	1.700	
1997	Deutschland, Polen, Tschechien	Oder	fast 100	
1998	China	Jangtsekiang	3.656	(Mai-September)
2002	Mitteleuropa	Donau, Elbe	230	(August)
2004	Bangladesh, Indien, Nepal		2.200	(Juni–August)
2010	Pakistan		1.400–1.760	(Juli-September)

Quellen: <http://www.munichre.com> (04.02.2011), <http://www.naturgewalt.de> (04.02.2011)

Windgeschwindigkeiten an der Nordseeküste (EUSEMANN 1999, SAGER 1972).

Von einer Sturmflut wird auch bei gezeitenarmen Meeren wie der Ostsee gesprochen, wenn bei heftigen Stürmen das Wasser durch Winddrift an Küsten und in engeren Buchten aufgestaut wird. Für die Ostseeküste ist erstmals ein Sturmhochwasser für das Jahr 1044 belegt. Eine bedeutende Sturmflut ereignete sich am 10.

Februar 1625 mit Höhen von etwa 2,8 m über Mittelwasser in Rostock und Lübeck. In Verbindung mit der gleichzeitig herrschenden Kälte forderte das Ereignis mehrere Menschenleben. 1824 starben in St. Petersburg und Kronstadt infolge einer Sturmflut 10.000 Menschen. Bereits im folgenden Jahr war dieses Gebiet wie die Nordseeküste von der Februarflut betroffen. Ein Jahrhundert später, am 23. September 1924, kam



**Abb. 1.12-2:** Auftretsraten der schweren Fluten in Mitteleuropa. a, b, Elbe, Winter; c, d, Elbe, Sommer; e, f, Oder, Winter; g, h, Oder, Sommer. Flutdaten von den alten Quellen (b, d, f, h) wurden statistisch analysiert. Dies erbrachte (a, c, e, g) die Auftretsraten und die 90% Vertrauensbänder (grau); Auftretsraten unter Verwendung anderer Daten werden als gestrichelte Linien gezeigt. Aufzeichnungen vor 1500 sind vermutlich nicht homogen (keine Vertrauensbänder angegeben). Pfeile zeigen Tendenzen in der Flutauftrittsraten an (Elbe, 1852–2003; Oder, 1850–1920 und 1920–2002). Weitere Erklärung siehe MUDELSEE et al. 2003.

**Abb. 1.12-3:** Denkmal in Dorum-Neufeld (bei Cuxhaven, Deutschland) für die Erbauer der Deiche zum Schutz gegen Sturmfluten (Foto: Karin Börngen).

es im damaligen Leningrad abermals zu einem großen Sturmhochwasser, wobei 75% der Stadtfläche überschwemmt wurde. Für St. Petersburg ist eine Sturmflut besonderes kritisch, weil sie zu einem Zurückstau der Newa führt. In jüngerer Zeit ereigneten sich an der deutschen Ostseeküste bedeutende Sturmhochwasser 1872, 1904, 1913, 1949, 1954 und 1995 (HUPFER 2010, NEEF 1970, SAGER 1972).

Die tropischen Wirbelstürme (Tab. 1.12-5), die je nach Region Hurrikan, Zyklon, Taifun, Cordonazo, Willy-Willy usw. genannt werden, sind Tiefdruckgebiete, die nur über Meeren niederer Breiten mit einer Wassertemperatur von mindestens 27 °C entstehen. Wegen der geringen Corioliskraft bilden sie sich aber nicht in unmittelbarer Äquatornähe. Die Zugbahn der Wirbelstürme verläuft zunächst westwärts; danach kann ein Einschwenken polwärts erfolgen. Der Durchmesser eines tropischen Wirbelsturms beträgt einige

hundert Kilometer. Im Wirbelzentrum befindet sich das Auge des Sturmes, eine wolkenarme, windschwache und niederschlagsfreie Zone von etwa 10 bis 50 km Durchmesser. Das Auge ist ringförmig von einem Gebiet mit mächtigen Cumulonimbuswolken umgeben, aus denen in kurzer Zeit Regenmengen von 500 bis 1.000 mm fallen können, was dem Jahresniederschlag Mitteleuropas entspricht. Weiteres Gefahrenpotential bergen die Windgeschwindigkeiten von mehr als 200 km/h. Schließlich richten die meterhohen Flutwellen beim Überqueren von Küstengebieten und Inseln verheerende Zerstörungen an, wie dies in Folge des Hurrikans Katrina geschah.

Zum Schutz besonders bedrohter Gebiete (amerikanische Golfküste, Japan) wurden Orkanwarndienste eingerichtet. Zur frühzeitigen Erkennung und permanenten Verfolgung der tropischen Wirbelstürme dienten auch Beobachtungen von Wettersatelliten; bereits 1961

Tab. 1.12-4. Bedeutende Sturmfluten an Nord- und Ostsee.

Datum	Gebiet	Name der Flut	Zahl der Toten
1044	Ostsee		
1164, 17. Febr.	Nordsee	Julianenflut	20.000
1219, 16. Jan.	Nordsee	Erste Marcellusflut	36.000
1287, 14. Dez.	Nordsee	Luciaflut	50.000
1304	Ostsee		
1320	Ostsee		
1362, 15./16. Jan.	Nordsee	Zweite Marcellusflut (Grote Mandränke)	7.600, a. Qu: 100.000
1436, 1. Nov	Nordsee	Allerheiligenflut	500
1530, 5. Nov	Nordsee	Felixflut	100.000
1532, 1. Nov	Nordsee	Allerheiligenflut	mehrere 1.000
1570, 1. Nov	Nordsee	Allerheiligenflut	20.000
1625, 10. Febr.	Ostsee		
1634, 11. Okt. (a. St.)	Nordsee	Burchardiflut (Zweite Grote Mandränke)	15.000
1694	Ostsee		
1717, 24. Dez.	Nordsee	Weihnachtsflut	11.150
1718, 25. Febr.	Nordsee	Schwere Eisflut	
1756, 7. Okt.	Nordsee	Sehr Schwere Flut (Markus-, Amalienflut)	600
1824	Ostsee		10.000
1825, 3./4. Febr.	Nord- u. Ostsee	Februarflut	800
1872, 13. Nov.	Ostsee		mindestens 271
1904, 31. Dez.	Ostsee		
1913, 30./31. Dez.	Ostsee		
1949, 2. März	Ostsee		
1953, 1. Febr.	Nordsee	Hollandsturmflut	2.160–2.400
1954, 4. Jan.	Ostsee		
1962, 16./17. Febr.	Nordsee	Hamburg-Sturmflut	340
1967, 23. Febr.	Nordsee	Adolph-Bermpohl-Orkan (Niedrigwasser-Sturmflut)	
1976, 3. Jan.	Nordsee	[Capella-Orkan]	
1995, 3./4. Nov.	Ostsee		
1999, 3. Dez.	Nordsee	[Orkan Anatol]	
2006, 1. Nov	Nordsee	Allerheiligenflut	
2007, 9. Nov.	Nordsee	[Sturmtief Tilo]	

Quellen: HUPFER 2010, SAGER 1972, <http://www.munichre.com> (04.02.2011), [http://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_der\\_Sturmfluten\\_an\\_der\\_Nordsee](http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Sturmfluten_an_der_Nordsee) (04.02.2011).

konnten durch Informationen von TIROS 1 die Einwohner vor dem Hurrikan »Carla« aus dem bedrohten Bereich der Golfküste evakuiert werden (ANON 1987).

Der später »Großer Hurrikan« genannte Wirbelsturm, der Oktober 1780 die Kleinen Antillen erreichte, gehört zu den markanten Sturmereignissen aus historischer Zeit. Infolge des Sturms, der zunächst auf Barbados raste und einige Schiffe versenkte, staute sich das Wasser vor dem Inselbogen 7 m hoch auf und brach über Martinique und Santa Lucia herein; etwa 15.000 Menschen fanden den Tod. Der am 23. September 1938 die Nordostküste der USA treffende Hurrikan rief sogar eine 12 m hohe Sturmflut hervor. Bei dem Ereignis gab es mindestens 500 Tote, und es entstand ein Verlust von 400 Mio. \$. Häufige Erwähnung finden die Hurrikane »Andrew«, der August 1992 im Süden Floridas sowie

in Louisiana große Schäden anrichtete, und »Mitch«, der Herbst 1998 in weiten Teilen Zentralamerikas wütete und um die 15.000 Menschenleben forderte. Durch »Mitch« wurde die Infrastruktur erheblich zerstört, Ernten vernichtet und landwirtschaftliche Nutzfläche vorübergehend unbrauchbar gemacht. In Honduras und Nicaragua überschritten die materiellen Schäden die Milliardengrenze. Zu den folgenreichsten Wirbelstürmen zählt mittlerweile der bereits erwähnte Hurrikan Katrina. Durch diesen wurde im August 2005 die Stadt New Orleans zu 80% überflutet, da die Schutzdämme nicht hielten. Vermutlich verloren dabei bis zu 2.000 Menschen ihr Leben, und Millionen von Personen wurden zeitweise obdachlos (EUSEMANN 1999, NEWSON 2001, SAGER 1972; <http://www.munichre.com>, 04.02.2011).

Mehrfach war die indische Küste am Golf von Ben-

Tab. 1.12-5. Ausgewählte tropische Wirbelstürme.

Jahr	Ereignis	Betroffenes Gebiet	Todesopfer	Bemerkungen (Datum)
1737	Zyklon	Hugli-Mündung, Golf von Bengalen, Indien	300.000	12 m hohe Flutwellen (Okt.)
1780	Hurrikan	Bridgetown, Barbados, Kleine Antillen	15.000	s. Text (Oktober)
1789	Zyklon	Coringa, Andhra Pradesh, Indien	20.000	drei riesige Flutwellen (Dez.)
1806	Hurrikan	Roseau, Dominica, Leeward Islands	100	Überschwemmung u. Schlammlawine
1834	Hurrikan	Santo Domingo, Dom. Rep., Große Antillen	Tausende	
1841	Wirbelsturm	St. Jo, Apalachicola, Florida, USA	4.000	Flutwelle
1856	Wirbelsturm	Dernières Island, Louisiana, USA	137	Flutwelle
1864	Wirbelsturm	Kalkutta, Indien	50.000	13 m hohe Flutwelle
1876	Wirbelsturm	Barisal, heute Bangladesch	100.000	Flutwelle über Stadt u. Mündungsgebiet (Okt.)
1885	Hurrikan	Humacao, Puerto Rico, Große Antillen	3.000	Meterhohe Wellen
1893	Hurrikan	Charleston, South Carolina, USA	1.000	Flutwelle
1893	Hurrikan	Port Eads, New Orleans, Louisiana, USA	2.000	4 m hohe Flutwelle
1900	Wirbelsturm	Galveston, Texas, USA	8.000	(8.Sept.)
1906	Wirbelsturm	Kaulun, Hongkong, Südchinesisches Meer	10.000	Sturmflut
1909	Hurrikan	Mendez, Mexiko	1.500	Überschwemmung
1909	Hurrikan	Warrington, Florida, USA	350	Überschwemmung
1912	Hurrikan	Black River, Jamaika, Große Antillen	100	Überschwemmung
1915	Hurrikan	Galveston, Texas, USA	275	Seedeich brach durch 6 m hohen Flutwelle
1928	Hurrikan	Lake Okeechobee, Florida, USA	2.500	Viele der Deiche brachen
1931	Sturm	Belize	1.500	Überschwemmung
1932	Wirbelsturm	Santa Cruz del Sur, Kuba	2.000	Überschwemmung
1933	Hurrikan	Tampico, Mexiko	Hundert	Überschwemmung
1934	Hurrikan	Lempa River, El Salvador	2.000	Sintflutartige Regenfälle
1938	Hurrikan	Long Island, New York, USA	500	s. Text.
1955	Hurrikan Hilda	Tampico, Mexiko	200	Rio Pamuco: höchster Wasserstand seit 30J.
1958	Taifun Ida	Tokio, Hondo, Japan	600	Überschwemmung
1960	Taifun Lucille	Manila, Philippinen	100	Überschwemmung
1960	Hurrikan Donna	San Juan, Puerto Rico, Große Antillen	100	Überschwemmung
1963	Wirbelsturm	Chittagong, heute Bangladesch	22.000	Überschwemmung
1964	Hurrikan Cleo	Gonäives, Haiti, Große Antillen	100	Sturmflutwellen
1966	Sturm	Chittagong, heute Bangladesch	2.000	Überschwemmung
1970	Wirbelsturm	Sandwip Island, heute Bangladesch	500.000	15 m hohe Welle im Ganges-Delta (Nov.)
1974	Hurrikan Fifi	Tegucigalpa, Honduras	5.000	starke Regenfälle u. Schlammlawinen.
1991	Zyklon 2B	Sandwip Island, heute Bangladesch	140.000	(29.April)
1992	Hurrikan Andrew	Coral Gables, Florida, USA	49	Sturmflut von über 5 m (24.August)
1997	Hurrikan Pauline	Acapulco, Mexiko	400	Überschwemmung
1998	Hurrikan Mitch	Honduras, Nicaragua	11.000–18.000	einer der tödlichsten Hurrikans (Okt./Nov.)
2005	Hurrikan Katrina	Golf von Mexiko, New Orleans, USA	1.300–2.000	s. Text (28.Aug.)
2008	Zyklon Nargis	Myanmar	84.500–100.000	(3.Mai)

Quellen: Sager 1972, <http://www.munichre.com> (04.02.2011), <http://www.naturgewalt.de> (04.02.2011)

galen von tropischen Wirbelstürmen betroffen. Verheerende Zyklone ereigneten sich Oktober 1737, Dezember 1789, 1864, Oktober 1876, November 1970, April 1991 und Mai 2008. Meterhohe Flutwellen überschwemmten vor allem das Gangesdelta weiträumig, was zu enormen Verlusten an Sachwerten und zum Tod von Zehn- bis Hunderttausenden Menschen führte; sie starben entweder durch das Ereignis selbst oder durch danach einsetzende Epidemien (NEWSON 2001, SAGER 1972).

Wie erwähnt sind für Küstenüberschwemmungen auch Tsunamis oder seismische Wogen verantwortlich (Tab. 1.12-6). Seit dem Ereignis im Indischen Ozean am 26. Dezember 2004 mit 200.000 bis 300.000 Toten ist diese Form der Naturkatastrophe in aller Munde. Tsunamis sind vorrangig durch bestimmte unterseeische Erdbeben (Aufreten von Vertikalbewegung des Meeresbodens) erzeugte Oberflächenwellen des Meeres, meist Serien von 3 bis 7 Wellen, die sich ringförmig vom Herd ausbreiten und große Teile des Weltozeans durchqueren können. Die Geschwindigkeit der Tsunamis hängt von der Wassertiefe ab; im Pazifik beträgt sie ungefähr 700 km/h. Die Höhe der Welle ist auf offener See nur gering, steigert sich aber an den Küsten beträchtlich (Tsunami bedeutet Hafenwelle!), bis eine mehrere Meter hohe Wasserwand entsteht, die große Verwüstungen anrichten kann. Der ersten, meist flacheren Welle folgt häufig ein Absinken des Wasserspiegels und Freilegen des Meeresbodens, was als Warnsignal sehr ernst zu nehmen ist.

Die meisten Tsunamiherde liegen im zirkumpazifischen Raum. An der Küste Japans hat man über Hunderte von Jahren etwa 250 Tsunamis registriert, die mindestens 100.000 Menschen das Leben gekostet haben. Etwa alle 15 Jahre wird ein Tsunami von 7,5 m

beobachtet; Wellen von über 30 m traten in den letzten 1.300 Jahren viermal auf. Eine der bedeutendsten Tsunamikatastrophen ereignete sich Juni 1896 im Nordosten der Insel Honshu. Das Seebeben löste entlang der Küste auf einer Strecke von über 300 km seismische Wogen aus, die zwischen 3 und 30 m Höhe erreichten und 27.000 Todesopfer sowie 9.000 Verletzte forderten (EUSEMANN 1999, SAGER 1972).

Auch im Mittelmeerraum werden Tsunamis erzeugt und für den Untergang von Knossos (um 1400 v. Chr.) und anderen Städten zumindest indirekt verantwortlich gemacht. Um einen Tsunami dürfte es sich auch bei dem Ereignis handeln, das sich am 21. Juli des Jahres 365 an der Mittelmeerküste abspielte:

»Kurz nach Tagesanbruch ... begann plötzlich ... die ganze Erd feste bis auf den Grund erschüttert zu beb en, und das Meer trat mit aufgewühlten Wellen vom Ufer zurück, so daß man auf dem entblößten Abgrund die mannigfaltigsten Geschöpfe des Meeres in dem Schlamm liegen sah, ... Zahlreiche Schiffe standen, wie auf trockenem Grunde, nebeneinander, und eine Menge Menschen liefen ohne Scheu in dem geringen Überrest von Wasser herum, um Fische und ähnliches mit den Händen aufzulesen, als plötzlich die Meereswogen, ..., sich umgekehrt erhoben und durch die kochenden Untiefen über Inseln und ausgedehnte Strecken des Festlandes hereinbrachen und unzählige Gebäude in Städten und wo dergleichen standen, der Erde gleich machten, ... Die in einem Augenblick, ..., zurückkehrende Meeresflut ertränkte viele Tausende von Menschen ... Andere Schiffe von gewaltiger Größe waren von dem Sturm hinausgerissen worden und saßen jetzt auf der Höhe von Häusern, wie das namentlich zu Alexandrien geschah: einige wurden bis auf 200 Schritte vom Ufer

Tab. 1.12-6: Bedeutende Tsunamis.

Datum	Quelle, Gebiet (Magnitude)	Betroffenes Gebiet	Wellenhöhe (m)(Gebiet)	Opfer
circa 1650 v.Chr.	Vulkanausbruch, Santorin-Insel, Griechenland	Ägäis, Kreta, Türkei	6–11 (Kreta)	
1755, 1. November	Erdbeben, Atlantik (8,5)	Portugal, Karibik, Spanien, Marokko	5–10 (Lissabon)	60.000
1883, 27. August	Vulkanausbruch, Krakatau, Sundastraße	Java, Sumatra, Hawaii, Australien, Neuseeland, Sri Lanka, Indien	30–35 (Java)	36.000
1896, 15. Juni	Erdbeben, Pazifik (8,5)	Sanriku, Japan	23–38 (Sanriku)	27.000
1908, 28. Dezember	Erdbeben, Straße von Messina (7,2)	Italien, Sizilien	10	
1933, 2. März	Erdbeben, Pazifik (8,4)	Sanriku, Japan	20–29 (Sanriku)	3.000
1946, 1. April	Erdbeben, Aläuten, Alaska (7,3–7,8)	Alaska, Hawaii, USA, Chile,	30 (Alaska), 10 (Hawaii)	5 (Alaska), 159 (Hawaii)
1960, 22. Mai	Erdbeben, Pazifik, vor Valdivia (9,5)	Chile, Hawaii, Japan, USA,	25 (Chile), 11 (Hawaii)	1.000 (Chile), 61 (Hawaii)
1976, 17. August	Erdbeben, Philippinen (8,0)	Philippinen, Sulawesi	5–6	4.000–5.000
1992, 12. Dezember	Erdbeben, Pazifik (7,5)	Indonesien	25 (Flores Insel)	1.000
1993, 12. Juli	Erdbeben, Pazifik (7,6)	Japan	30 (Hokkaido)	230
1998, 17. Juli	Erdbeben, Pazifik (7,1)	Papua-Neuguinea	10	2.000–3.000
2004, 26. Dezember	Erdbeben, Indik (9,0)	Alle Kontinente, vor allem in Sumatra, Indonesien	35 (Aceh, Sumatra)	200.000–300.000
2011, 11. März	Erdbeben, Pazifik (9,0)	Gebiet um Sendai, Japan	10	mehrere Tausend*)

Quellen: Sager 1972, <http://www.munichre.com> (04.02.2011), <http://www.naturgewalt.de> (04.02.2011)

\*) genaue Zahl bei Redaktionsschluss noch unbekannt



landeinwärts geschleudert, ...” (zit. in WEIKINN 1958, S. 4).

Am 1. November 1755 wurde Lissabon von einem verheerenden Beben verwüstet. Es hatte die Stärke 8,5; sein Epizentrum lag vor der Südwestküste Portugals. Um 9.30 Uhr ereigneten sich drei starke Erdstöße. Neben den typischen Zerstörungen sowie Großbränden löste das Beben eine Flutwelle aus; gegen 11 Uhr erreichte der erste Tsunami die Stadt, gefolgt von weiteren bis zu 12 m hohen Wogen. Rund 60.000 Einwohner verloren ihr Leben, wobei mehr Menschen durch die Fluten als durch das Beben selbst gestorben sein sollen.

Den bislang größten bekannten Tsunami verursachte der Ausbruch des Krakatau im Jahre 1883, bei dem zwei Drittel der ehemals ca. 33 km<sup>2</sup> großen Insel zwischen Sumatra und Java in die Luft gesprengt wurden. Die ausgelöste Flutwelle war 30 bis 40 m hoch, brachte unbeschreibliche Verwüstungen und forderte mehr als 36.000 Tote. In der Erdgeschichte dürfte es aber noch gewaltigere Tsunamis gegeben haben. Die vor rund 65 Mio. Jahren durch den Meteoriteneinschlag (Chixculub) bei der Halbinsel Yucatan am Golf von Mexiko verursachte seismische Woge hatte vermutlich eine Höhe von mehreren Hundert Metern.

Zu tsunamiähnlichen Wogen kommt es auch bei Abstürzen von Gletschern oder großen Felsmassiven. 1934 brach über dem Tjaford (Norwegen) ein etwa 1 Mio. m<sup>3</sup> großes überhängendes Felsstück ab und fiel aus 700 m Höhe in den Fjord. Die entstehende Welle war in mehreren Kilometern Entfernung noch 10 m hoch und forderte 41 Menschenleben (EUSEMANN 1999, NEWSON 2001, SAGER 1972).

Auch im Binnenland können Tsunamis – natürlich geringeren Ausmaßes – vorkommen. Zu diesen gehört übrigens der erste von Augenzeugen dokumentierte Tsunami. Er trat vor mehr als 400 Jahren im Vierwaldstättersee auf. Durch ein Erdbeben, das sich am 18. September 1601 ereignete und dessen Zentrum in Unterwalden lag, wurden Rutschungen ausgelöst, die zu einer möglicherweise bis zu 4 Meter hohen Flutwelle führten ([http://www.staatsarchiv.lu.ch/tsunami\\_1601.htm](http://www.staatsarchiv.lu.ch/tsunami_1601.htm), 04.02.2011).

## **Wasser in fester Form (Eis, Hagel, Lawinen, Gletscher)**

Das Wasser kann auch in seiner festen Form als Schnee oder Eis für den Menschen zur Gefahr werden, zumindest zu ernstlichen Behinderungen des täglichen Lebens führen. Es sei an den in Mitteleuropa strengen und schneereichen Winter 1978/79 oder an die Beeinträchtigung des Schiffsverkehrs durch Vereisung der Belte, des Öresunds oder anderer Gewässer erinnert. In Nordamerika sind Blizzards gefürchtet, heftige Nord- oder

Nordweststürme, die im Winter über der zugefrorenen Hudsonbay entstehen und wegen fehlender orographischer Hindernisse weit in den Süden vordringen können. Sie bringen enorme Kälte und gewaltige Schneemassen mit sich. Januar 1977 kostete ein fünftägiger Sturm in Buffalo 29 Menschen das Leben. Im Januar 1996 suchte ein Jahrhundert-Blizzard die Ostküste der USA heim und forderte 23 Tote (EUSEMANN 1999, NEWSON 2001).

Beträchtliche Ernteeinbußen, Sachschäden und mitunter sogar Personenschäden werden durch Hagel verursacht. Er entsteht in hoch reichenden Gewitterwolken aus Eiskristallen, die in starken Auf- und Abwinden mehrfach angeschmolzen und unter Anlagerung unterkühlter Wassertröpfchen neu gefrieren und beständig wachsen, bis sie infolge ihres Gewichtes ausfallen. Hagelkörner können beträchtliche Größe erreichen. Ein nach dem Hagelsturm vom 3. September 1970 in Kansas, USA gefundenes Hagelkorn hatte ein Durchmesser von fast 15 cm und wog rund 750 g. Wenn man den Guinnessbüchern der Rekorde und ähnlichen Quellen glauben darf, fiel das bislang schwerste Hagelkorn von etwa 1 kg in Bangladesh (Gopalgan-Distrikt) während des Hagelsturms am 14. April 1986, der über 90 Menschen das Leben gekostet hat. Die meisten Menschenleben soll 1888 ein Hagel, von dem die Stadt Moradabab (Indien) betroffen war, gefordert haben; durch faustgroße Hagelkörner starben 346 Personen.

Ein bemerkenswerter Hagelschlag ereignete sich in Leipzig am 27. August 1860. Die durchweg fast hühnereigroßen, bis ca. 170 g schweren Hagelkörner hatten die meisten Dächer der Stadt beschädigt und die Fenster zur Wetterseite eingeschlagen. Zeitgenössische Berichte heben besonders die verheerenden Folgen für die Singvögel hervor. Ein bekanntes Beispiel aus jüngerer Zeit ist der Münchner Hagelsturm vom 12. Juli 1984. Das Unwetter richtete innerhalb weniger Minuten ungeheure Schäden an Pflanzen, Gebäuden und Fahrzeugen an. Die Hagelkörner erreichten vielfach 5–6 cm Durchmesser. Etwa 400 Personen wurden verletzt. Es entstand mit 1,5 Mrd. DM der bis dahin größte Versicherungsschaden in der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland (MÜNCHNER RÜCKVERSICHERUNG 1984).

Die am 23. Februar 1999 auf den Tiroler Ort Galtür niedergegangenen Lawinen, die 31 Menschen töteten und einige Häuser zerstörten, haben die Aufmerksamkeit auf die in den letzten Jahrzehnten in vielen Gebirgsregionen verschärfte Lawinensituation gelenkt. Lawinen, an Gebirgshängen plötzlich ins Rutschen gekommene große Schnee- oder Eismassen, sind selbstredend kein Kennzeichen der Neuzeit; im Jahr 218 v. Chr. soll Hannibal beim Zug über die Alpen zahlreiche Soldaten sowie Pferde und Elefanten durch Lawinen verloren haben. Im Durchschnitt kommen jährlich 80

Menschen in den Alpen durch Lawinen um. Auf diese Weise starben im Januar 1954 im österreichischen Vorarlberg 125 Menschen und 1970 in französischen und schweizer Alpenorten insgesamt 143 Menschen. Deutschlands schwerstes Lawinenunglück mit 10 Toten ereignete sich 1965 auf der Zugspitze. Es ist zu vermuten, dass besonders die starke Abholzung der Hänge zugunsten der Anlage von Skipisten aber auch die wachsende Unvernunft der immer zahlreicher werdenden Skisportler die Lawinenbildung fördern (EUSEMANN 1999).

Mannigfaltige Katastrophen werden, wie bereits bei der Besprechung der Tsunamis angedeutet, durch Gletscher ausgelöst. Unmittelbar kann dies durch Abbruch von Eismassen erfolgen, wie es beim Altels-Gletscher (Berner Oberland) am 11. September 1895 geschah, wobei 4 Mio. m<sup>3</sup> Eis und Schutt in Bewegung gerieten. Bedeutungsvoller sind die mittelbaren Wirkungen. Vorstoßende Gletscher können Flüsse zu Gletscherseen aufstauen, die früher oder später ausbrechen. So hatte der Aletschgletscher (Berner Oberland) den Märjelsee mit fast 8 Mio. m<sup>3</sup> aufgestaut, bis sich dieser 1878 plötzlich entleerte. Ein sich zurückziehender Gletscher verursachte in Peru den Ausbruch eines Moränenstausees, was 5.000 Einwohnern das Leben kostete. Ein plötzliches Abschmelzen von Gletschern (Gletschlerlauf) kann in vergletscherten Vulkangebieten durch Ausbrüche des Vulkans hervorgerufen werden. 1934 brachen dadurch am Skeidarar-Jökull (Island) Wassermassen von 64.000 m<sup>3</sup> unter dem Eis hervor

In Kolumbien führte der Ausbruch des Nevado del Ruiz am 13. November 1985 dazu, dass die Eiskappe des Vulkans größtenteils schmolz; das Schmelzwasser vermischte sich mit Asche und Gestein zu einem Schlammstrom (Lahar), der die Stadt Armero unter sich begrub. Über 20.000 Menschen kamen ums Leben.

## Schlussbemerkung

Die vorliegende Aufzählung umfasst einige der spektakulärsten Wasserkatastrophen der Vergangenheit. Die zunehmende Informationsdichte wie auch die wachsende Höhe der Schadenssumme lassen leicht die Meinung aufkommen, dass die Zahl der Naturdesaster angestiegen ist, und dass dies der menschlichen Tätigkeit zuzuschreiben ist. Durchgeführte Analysen können diese Schlussfolgerung jedoch nicht durchweg bestätigen. Gleichwohl soll damit nicht die Notwendigkeit des Klimaschutzes geleugnet werden. Insbesondere ist der Eintrag der Treibhausgase in die Atmosphäre zu minimieren. Andernfalls kann dies letzten Endes auch zu einem Anstieg des Meeresspiegels führen. Da weltweit ca. 15% der Menschen in den Küstenregionen leben, wäre, vor allem wenn das Vordringen des Meeres sehr rasch erfolgen sollte, eine neue Form der Wasserkatastrophe vorprogrammiert.

## Literatur

- ANON (1987): Natur. Bibliographisches Institut, Leipzig, 752 pp. (Kleine Enzyklopädie).
- DEUTSCH M., GLASER R., PÖRTGE K.-H., BÖRNGEN M., DRESCHER A., MARTIN B., RIEMANN D. & SCHÖNBEIN J. (2010): Historische Hochwasserereignisse in Mitteleuropa. Quellenkunde, Interpretation und Auswertung. In: Geographische Rundschau 62 (2010), H. 3, S. 18–24.
- EUSEMANN B. (Bearb.) (1999): Naturkatastrophen. Das Lexikon zu ihren Ursachen und Folgen. Meyers Lexikonerlag, Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich, 208 pp. (Focus Fakten).
- GLASER R. (2001): Klimageschichte Mitteleuropas. 1000 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen. Primus, Darmstadt, VIII, 227 pp.
- HUPFER P. (2010): Die Ostsee – kleines Meer mit großen Problemen: Eine allgemeinverständliche Einführung. 5., vollständig neu bearbeitete Aufl. Borntreger, Stuttgart, 262 pp.
- MUDELSEE M., BÖRNGEN M., TETZLAFF G. & GRÜNEWALD U. (2003): No upwards trends in the occurrence of extreme flood in central Europe. Nature 425, 166–169.
- MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNG (1984): Hagel. Münchener Rück, München, 56 pp.
- MUNZAR J., ELLEDER L. & DEUTSCH M. (2005): The catastrophic flood in February/March 1784 – a natural disaster of European dimension (Katastrofální povodeň v únoru/březnu 1784 – přírodní pohroma evropského rozsahu). Moravian Geographical Reports (MGN), vol. 13, no. 1, 8–24.
- NEEF E. (Hrsg.) (1970): Das Gesicht der Erde. Brockhaus Nachschlagewerk Physische Geographie. Brockhaus, Leipzig, 908 pp.
- NEWSON L. (2001): Atlas der Naturkatastrophen. Doring Kindersley, München, 160 S.
- O'CONNOR J. E. & COSTA J. E. (2004): The World's Largest Floods, Past and Present: Their Causes and Magnitudes. U. S. Geological Survey, Circular 1254. Reston, 11 pp.
- SAGER G. (1972): Naturgewalt Meer. Vom Kampf zwischen Meer und Land. Urania, Leipzig, Jena, Berlin, 144 S. (Wir und die Natur).
- WEIKINN C. (1958): Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850, Hydrographie Teil 1. Akademie-Verlag, Berlin, VIII, 531 pp.
- Dr. Michael Börngen  
Universität Leipzig  
K.-Tauchnitz-Str. 15/096 - 04107 Leipzig  
boerngen@uni-leipzig.de*