

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/285194630>

Überschwemmungskatastrophen im Schweizer Alpenraum seit dem Spätmittelalter

Article · January 1991

CITATIONS

21

READS

6

2 authors, including:



[Christian Pfister](#)

Universität Bern

199 PUBLICATIONS 4,890 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Climatology [View project](#)

✓ 2370

WÜRZBURGER GEOGRAPHISCHE ARBEITEN

Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft Würzburg

Herausgeber: D. Böhn – H. Hagedorn – H. Jäger – H.-G. Wagner

Schriftleiter: U. Glaser

Heft 80

Historical Climatology in Different Climatic Zones

Historische Klimatologie in verschiedenen Klimazonen

R. Glaser & R. Walsh (eds.)



Würzburg 1991

Im Selbstverlag des Instituts für Geographie der Universität Würzburg
in Verbindung mit der Geographischen Gesellschaft

**Überschwemmungskatastrophen im Schweizer Alpenraum
seit dem Spätmittelalter**

Raum-zeitliche Rekonstruktion von Schadenmustern auf der
Basis historischer Quellen

CHRISTIAN PFISTER & STEFAN HÄCHLER, Bern

Summary: In August, 1987, a 'one in a century flood' devastated the area surrounding the Gotthard Pass (Switzerland). In the context of an investigation ordered by parliament, some 1900 reports on floods contained in documentary sources were systematically collected, critically evaluated and classified according to the spatial range and size of damages. Most among the severe events took place in August and September. They were particularly frequent in the second half of sixteenth and in the second half of nineteenth century. For the second half of the seventeenth century very few events are known. Eight out of 750 classified events may have reached the magnitude of more severe. Those very severe floods either occurred at the end of cold, wet summers with a considerable potential for a secondary snow-melt (1566, 1570, 1640, 1839, 1987) or in the final phase of long and warm summers, in which ablation on the surface of glaciers was particularly pronounced (1834, 1868). They were triggered by long sequences of torrential rainfalls connected to a persistent flow of warm, moist air masses toward the Alps from the South.

Zusammenfassung: Aus rund 300 Quellen wurden 1900 Berichte von Ueberschwemmungen in den Kantonen Uri, Wallis, Graubünden und Tessin (Schweiz) für die Zeit seit 1500 systematisch gesammelt, gesichtet, historisch-kritisch bewertet und umweltgeschichtlich interpretiert. Die rund 750 Ereignisse wurden nach Schadengrösse und ihrem saisonalen Auftreten klassifiziert. Im weiteren wurden die meteorologisch-klimatischen Konstellationen der grösseren Ereignisse untersucht.

Hochwasser im hochalpinen Raum ereigneten sich vorwiegend im August und im September. Gehäuft traten sie in der zweiten Hälfte des 16. und des 19. sowie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts auf, selten in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts. In den 650 Jahren zwischen 1342 und der Gegenwart ereigneten sich neun Ueberschwemmungen, welche die Grössenordnung der Ereignisse von 1987 erreicht haben dürften. Wesentlich schwerer war die Hochwasserkatastrophe von 1342. Die Wiederkehrdauer von Ueberschwemmungen in der Grössenordnung der Ereignisse von 1987 ist für den Kanton Uri auf 70-100 Jahre geschätzt worden. Bei den klimatischen Dispositionen schwerer Hochwasser konnten zwei Typen unterschieden werden:
Typ 1: kalte, niederschlagsreiche Frühjahrs- und Sommerperiode mit beträchtlichem Potential für

die sekundäre Schneeschmelze; Typ 2: extrem frühe und starke Ausaperung von Gletschern nahe den Vorstossmaxima in sehr warmen Frühjahrs- und Sommerperioden; dadurch weitgehender und rascher Abfluss der Niederschläge.

Die sechs meteorologisch ausreichend dokumentierten schweren Ereignisse wurden durch lang anhaltende Starkniederschläge in Zusammenhang mit der Heranführung warm-feuchter Luftmassen vom Süden her gegen den Alpenkamm ausgelöst. Dies geschah auch in Perioden, in denen der Nutzungsdruck als unerheblich betrachtet werden kann. Das Auftreten schwerer Ueberschwemmungseignisse scheint somit primär an die obenerwähnten Klimakonstellationen gebunden zu sein.

1. Einleitung

Am 17./19. Juli und 24./25. August 1987 entluden sich über dem zentralen Alpenraum sintflutartige Unwetter, die durch ihre verheerende Kraft die Schweizer Oeffentlichkeit jäh aufschreckten. Eine erste überblicksmässige Bilanz der Zerstörungen ergab, abgesehen vom grossen Leid, das die Angehörigen von acht Todesopfern zu tragen hatten, eine Schadenssumme von über einer Milliarde Franken. Die Gotthardbahn und zahlreiche Hauptstrassen blieben für Tage unterbrochen. Das Risiko von Naturkatastrophen dieses Ausmasses galt seit Jahrzehnten als gebannt oder doch eingedämmt. Entsprechend gross war der Schock in der Bevölkerung und bei den Behörden. Bald erhoben sich Stimmen, welche die Zerstörungen der "Rache" der Natur zuschrieben und sie als Nebenwirkungen der Bodenversiegelung, der Luftverschmutzung (und damit des Waldsterbens), der Kanalisierung von Flussläufen und des Treibhauseffekts apostrophierten. Breit und heftig wurde die Diskussion geführt, und entsprechend breit und heftig wurde über die zu ergreifenden Massnahmen gestritten. Auf Geheiss des Parlaments gab der Bundesrat ein Nationales Forschungsprogramm zur Ursachenanalyse in Auftrag. Es sollte einerseits gesicherte Erkenntnisse über Ursache und Vorgang des Hochwasserereignisses liefern und dadurch die Diskussion versachlichen, andererseits Entscheidungsgrundlagen zur Ergreifung mittel- und längerfristiger Massnahmen zur Verhütung künftiger Schäden bereitstellen.

Das Bundesamt für Wasserwirtschaft als Auftragnehmerin setzte in der Folge rund 20 Untersuchungen in den Bereichen Abflussbildung, Feststofftransport, Flussmorphologie und Hydraulik, Hochwassergeschichte und raum-zeitliche Entwicklungen in den Einzugs- und Schadengebieten an. Das Forschungsprogramm wurde Ende 1990 abgeschlossen (Bundesamt für Wasserwirtschaft, 1991).

Der Auftrag an die Forschungsstelle Regional- und Umweltgeschichte der Universität Bern kann wie folgt zusammengefasst werden:

- Systematische Sammlung, Sichtung, historisch-kritische Bewertung und umweltgeschichtliche Interpretation von historischen Berichten über Ueberschwemmungen aus den 1987 meistbetroffenen Kantonen Uri, Wallis, Graubünden und Tessin für die Zeit ab 1500.
- Untersuchung der meteorologisch-klimatischen Konstellationen, die in den letzten fünf- bis siebenhundert Jahren zu Ereignissen im Grössenbereich der Hochwasser 1987 geführt haben.

Im folgenden werden die wesentlichen Ergebnisse dieser Untersuchung zusammengefasst (Pfister, Hächler 1991). Ihr entstammt, soweit nicht anders vermerkt, die präsentierte Evidenz.

2. Datengrundlage und Methode

Die Rekonstruktion von Hochwassern kann auf verschiedene Weise vorgenommen werden. Seit der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts gibt es für viele Flüsse Messreihen von Abflüssen. Die Aussonderung extremer Werte erlaubt Rückschlüsse auf die Hochwasserverhältnisse. So können Hochwasser erfasst und kategorisiert werden. Diese Methode der Rekonstruktion wird von Wasserbauern und Ingenieuren bevorzugt und dient vornehmlich als Grundlage zur Berechnung von Hochwassersicherheitswahrscheinlichkeiten (Unbehauen, 1971; Schiller, 1977 und 1987). Für Hochwasserdaten aus früheren Zeiten muss auf andere Quellen zurückgegriffen werden, die dem Arbeitsgebiet des Historikers entstammen. Es sind dies Schriftquellen verschiedenster Art und sogenannte Sachquellen (Hochwassermarken, archäologische Funde). Schriftquellen wurden bisher in erster Linie zur Aufstellung von Hochwasserchronologien herangezogen (z.B. Härry, 1910, Röthlisberger, in Vorb.), meist im Zusammenhang mit Klimarekonstruktionen (z.B. Pfister, 1984a; Jones et al., 1984; Liebscher et al., 1988) oder als Rahmen zur Behandlung sozial- und umweltgeschichtlicher Themen (z.B. Dury, 1984; Delemeau/Lequin, 1987). Die Zusammenstellung dieser oft sehr heterogenen Quellen birgt etliche quellenkritische Probleme, die gerade von Nicht-Historikern meist übersehen wurden.

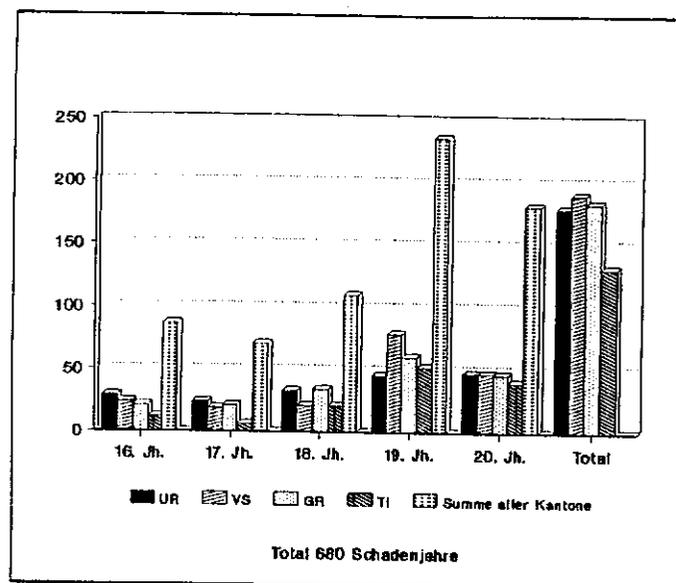
Die oben genannte Untersuchung über historische Hochwasser im zentralen Alpenraum versuchte den gestellten Auftrag dadurch zu erfüllen, daß das Problem interdisziplinär angegangen wurde, d.h. die Erstellung einer Hochwasserchronologie wurde anhand beider oben beschriebener Ansätze, aber mit dem historisch-kritischen Instrumentarium vorgenommen, und die dadurch gewonnenen Daten wurden zunächst mit einer naturwissenschaftlichen Zielsetzung interpretiert. Die so entstandenen Rekonstruktionen können sowohl für umweltgeschichtliche als auch für historisch-sozialwissenschaftliche Forschungen (Mentalitätsgeschichte, Sozialgeschichte, Wirtschaftsgeschichte usw.) herangezogen werden.

Insgesamt wurden über 1900 Schadenmeldungen aus mehr als 300 Quellen verwendet: Orts-, regionalgeschichtliche sowie landeskundliche Monografien, Tagebücher, Chroniken, offizielle Schadenberichte, Ratsprotokolle, hydrologisch-wasserbauliche sowie forstwissenschaftliche Fachliteratur, Zeitschriften kantonaler Historischer und Naturforschender Gesellschaften, ferner handschriftliche Quellen aus den Staatsarchiven der Kantone Uri, Wallis und Tessin.

Es gehört zu den Besonderheiten historischer Quellen, dass sie für Extremereignisse besonders sensibel sind. Die Situation ist mit jener in den heutigen Medien zu vergleichen. Je extremer ein Ereignis, desto grösser die Zahl der Berichterstatter, und desto ausführlicher sind ihre Aufzeichnungen. Im 16. und 17. Jahrhundert sind Ereignisse meist nur kurz und lakonisch umschrieben, aber es darf angenommen werden, dass die schweren und katastrophalen Ueberschwemmungen vollständig erfasst sind. Im 18. Jahrhundert werden die Berichte ausführlicher, raum- und zeit-spezifischer und verweisen vermehrt auf meteorologische Ursachen. Im 19. Jahrhundert sind sie vielfach von Fachleuten oder gebildeten Laien verfasst, und die Schäden werden häufig in Geldwert angegeben. Die Quellengrundlage ist damit nicht einheitlich, sie nimmt bezüglich Dichte und Aussagekraft vom 18. Jahrhundert an zu, was bei der Interpretation zu berücksichtigen ist.

Die Summe aller Schadenjahre in den vier untersuchten Kantonen beträgt rund 680 (Fig. 1). Als Schadenjahr gilt jedes Jahr, in dem Meldungen von Hochwasserereignissen vorliegen. Dabei spielt das Ausmass der Schäden keine Rolle. Im 17. Jahrhundert ist die Zahl der Schadenjahre relativ gering; das Maximum liegt im 19. Jahrhundert.

Fig. 1: Erfasste Schadenjahre für die einzelnen Kantone 16.- 20. Jahrhundert.



Für die Rekonstruktion der meteorologischen Situation im zeitlichen Umfeld von katastrophalen Hochwassern kann einzig auf die vorhandenen chronikalischen Beschreibungen abgestellt werden. Für die Periode vom Hochmittelalter bis 1525 wurden dazu eine in Entstehung begriffene mitteleuropäische Witterungsdatei (Schwarz-Zanetti, G. und W., in Vorbereitung), für die Periode von 1525 bis 1863 die "Klimageschichte der Schweiz" und die zugehörige Witterungsdatei CLIMHIST (Pfister 1984 a,b), für die Zeit ab 1864 die "Annalen der Meteorologischen Zentralanstalt" herangezogen.

Jede Quelle wurde historisch-kritisch bewertet. Die älteren Umweltchroniken enthalten bekanntlich ein Mischmasch von zuverlässigen und unzuverlässigen Daten, wobei die Fehlerquote bis zu 50% betragen kann. Neben Berichten von Augenzeugen gelten solche, welche dem Verfasser einer Quelle schriftlich oder mündlich zugetragen worden sein müssen, als gesichert, sofern der Verfasser Zeitgenosse war. Nicht zeitgenössische Angaben sind nur in jenen Fällen ergänzend einbezogen

werden, wo sie ein wesentliches Mehr an Information einbrachten, sofern das betreffende Ereignis bereits aus gesicherten Quellen bekannt war (Pfister 1984).

Die Einstufung der Grössenordnung von Hochwassern erfolgte nach dem Ausmass der erwähnten Schäden und der Fläche der betroffenen Gebiete. Neben den durch Experten geschätzten Schadenssummen (ab 1834) boten die objektivierbaren Elemente der Schadenbeschreibungen am ehesten Gewähr für eine gewisse Vergleichbarkeit über die Jahrhunderte hinweg: Zerstörte Brücken, Dämme, Verkehrswege und Häuser, überschottertes Kulturland, Hinweise auf überschwemmte Flächen.

Die Bewertung der Schäden wurde nach vier Stufen - geringfügig, beträchtlich, gross, sehr gross - vorgenommen, je nach der Schwere der gemeldeten Schäden, gemessen am Verlust an materieller Lebensqualität, der Dauer der Beeinträchtigung und der für die Behebung der Schäden benötigten Arbeit. Die verwendeten kultur-räumlichen Indikatoren sind bis ins 19. Jahrhundert als relativ homogen zu betrachten, da im grossen und ganzen Schutzbauten und -massnahmen noch nicht besonders wirksam waren. Bei der Unterscheidung von "leichten" und "mittelschweren" Ereignissen bleibt ein erheblicher Ermessensspielraum offen, dagegen lassen sich "schwere" und vor allem "katastrophale" Ereignisse in der Grössenordnung der Hochwasser 1987 eindeutiger klassieren, da diese meist von einer Vielzahl von Quellen geschildert werden.

Entsprechend dem Schadenradius wurden lokale, regionale und überregionale Ereignisse unterschieden.

Die Kombination der beiden Kriterien - Ausmass und Verbreitung der Schäden - führte zu den folgenden vier Typen von Hochwassern (Tab.1).

Die leichten Ereignisse wurden aus der Untersuchung ausgeklammert, da sie nur unvollständig erfasst und für die Fragestellung ohne Bedeutung sind. Als 'katastrophal' werden jene Hochwasser bezeichnet, welche in etwa die Grössenordnung jener von 1987 erreichten.

Tab.1: Typisierung der historischen Hochwasser (Hw) anhand von Ausmass und Verbreitung der Schäden

Verbreitung Ausmass	lokal	regional	überregional
geringfügig	leichtes Hw	leichtes Hw	mittelschweres Hw
beträchtlich	leichtes Hw	mittelschweres Hw	mittelschweres Hw
gross	mittelschweres Hw	mittelschweres Hw	schweres Hw
sehr gross	schweres Hw	katastrophales Hw	katastrophales Hw

3. Veränderungen in der Häufigkeit, der saisonalen und räumlichen Verteilung von Hochwassern 1500-1950

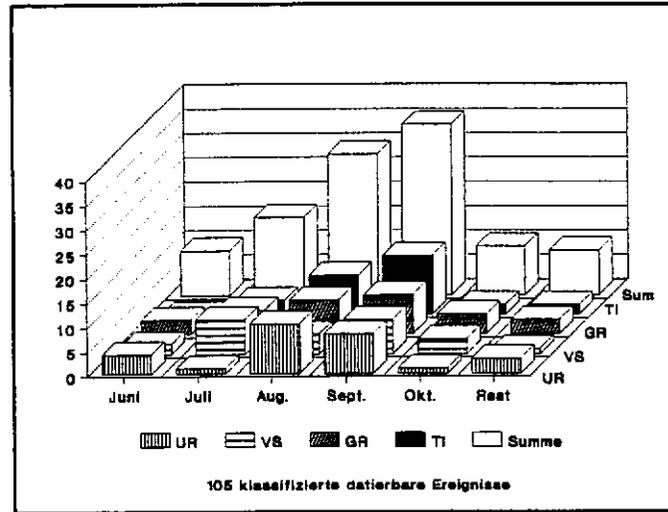
Bei kantonsweiser Betrachtung lässt sich folgendes feststellen:

Saisonalität: Am häufigsten traten mittlere bis katastrophale Ereignisse in allen untersuchten Kantonen im September auf, und zwar mehr oder weniger durchgehend vom 16. bis ins 20. Jahrhundert. Auch Augusthochwasser ereigneten sich häufig. Sie traten (ausser in Uri) erst vom 19. Jahrhundert an regelmässig in Erscheinung. Juliereignisse haben einzig im Wallis eine gewisse Bedeutung. Generell lässt sich feststellen, dass sich die Zahl der schadenaktiven Monate in der 1. Hälfte des 20. Jahrhunderts (ausser in Uri) von 3 auf 4 und mehr vergrössert hat (Fig. 2).

Vorwiegend betroffene Räume: In Uri (29 Ereignisse) wurden im Juli und August hauptsächlich der nördliche Kantonsteil, im September auch der südliche betroffen. Am wenigsten gefährdet waren die leeseitigen westlichen Seitentäler. Im Wallis (26 Ereignisse) konzentrierten sich die Überschwemmungen in den Monaten Juni und Juli auf das Unterwallis, im August und September auf die südlichen Seitentäler der Rhone und den mittleren Abschnitt des Haupttals. In Graubünden (30 Ereignisse) waren im Juni, Juli und August das Prättigau und das Rheintal am meisten gefährdet, Septemberhochwasser trafen vor allem das Engadin und die südlichen Täler. Im

Tessin (30 Ereignisse) trafen die Augustereignisse vorwiegend den westlichen, jene im September den östlichen Kantonsteil. Der südliche war am wenigsten gefährdet.

Fig.2: Saisonale Verteilung mittlerer bis katastrophaler Ereignisse in den einzelnen Kantonen 1500-1950

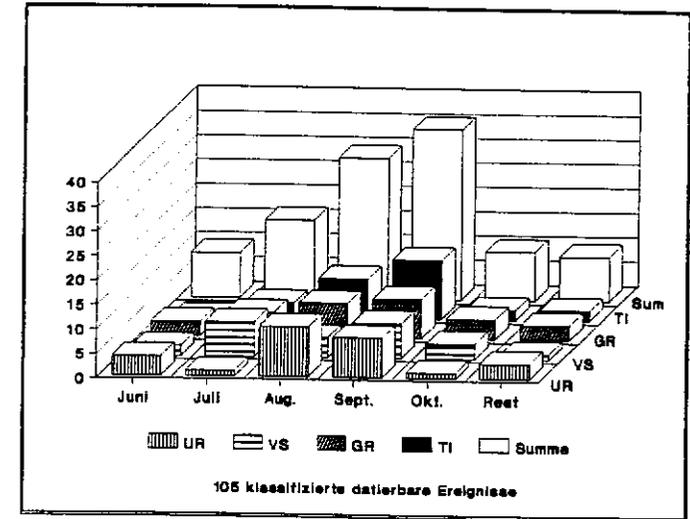


Häufigkeit: Gehäuft traten Überschwemmungen in allen Kantonen *in der zweiten Hälfte des 16. und des 19. Jahrhunderts sowie in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts* auf (vgl. Anlagen), wobei die letztgenannte Periode wegen des Ausbleibens von katastrophalen und der geringen Zahl von schweren Ereignissen weniger schadenintensiv war und zudem die Erfassungsgrundlagen für mittlere Ereignisse präziser waren (Fig.3). *Im Tessin häuften sich die schweren Ereignisse im 20. Jahrhundert!* Auffallend arm an Hochwassern war durchwegs die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts.

Die Häufigkeit mittelschwerer bis katastrophaler Hochwasser *im Alpenraum* kann aufgrund des heutigen Informationsstandes nicht mit Klimaveränderungen in Zusammenhang gebracht werden, da die drei erwähnten hochwasseraktiven Perioden klimageschichtlich sehr heterogen sind: Die zweite Hälfte des 16. Jahrhunderts zeichnet sich durch kühle und sehr feuchte Sommer sowie weitreichende Gletschervorstöße aus, in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts schmolzen die Gletscher-

zungen von ihren säkularen Hochständen rasch zurück. Die erste Hälfte des 20. Jahrhunderts stand im Zeichen der Erwärmung aller Jahreszeiten bei anhaltendem Gletscherschwund (Pfister 1984). Dieser Befund lässt sich dahingehend interpretieren, dass die meteorologischen Konstellationen, welche zu Hochwassern führen können, in der Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens nicht an die erwähnten Klimaschwankungen gebunden sind.

Fig.3: 50-Jahressummen mittlerer bis katastrophaler Ereignisse im gesamten Untersuchungsgebiet 1500-1950



4. Klimadisposition, Meteoumfeld und Eintretenswahrscheinlichkeit von katastrophalen Hochwassern

4.1. Typisierung

Innerhalb der Untersuchungsperiode haben die sechs Ereignisse von Ende August 1566, September 1570, September 1640, Ende August 1834, September 1839 und von September 1868 die Grössenordnung der Hochwasser von 1987 erreicht. Im 14. und 15. Jahrhundert lagen auch die Ueberschwemmungen von 1342 und 1480 im Bereich der Grössenordnung des 1987er-Ereignisses.

Die untersuchten zehn katastrophalen Hochwasser können auf bestimmte meteorologische Konstellationen zurückgeführt werden, welche im Verlaufe der Zeit immer wieder aufgetreten sind:

Bei der Klimadisposition schälen sich zwei Typen heraus:

1. Typ 1: Beträchtliches (Alt)schneepotential in Höhen von ca. 2500- 3000 m, sei es im Gefolge einer oder mehrerer kalter, niederschlagsreicher Frühjahrs- und Sommerperioden (1342?, 1480, 1511, 1570, 1839, 1640, 1987), sei es als Folge einer extrem mächtigen Schnee-Akkumulation im vorangehenden Winterhalbjahr (1566).

2. Typ 2: Extrem frühe und starke Ausaperung von Gletschern und Firnfeldern in sehr warmen Frühjahrs- und Sommerperioden: 1762, 1834, 1868.

Bei allen Hochwassern dürfte somit die Disposition für eine sekundäre Schneeschmelze oder eine Gletscherschmelze eine Rolle gespielt haben.

Die Meteoumfelder zeigen ein nahezu einheitliches Bild:

1. Ausgelöst wurden die katastrophalen Hochwasser durch tagelang anhaltende intensive Niederschläge: 1342, 1480, 1511, 1566, 1570, 1762, 1834, 1839, 1868, 1987. Die Schadenbilder sind dabei entscheidend von der Lage der Zone des intensivsten Niederschlags geprägt. Alle Ereignisse, von denen direkte Wetterbeobachtungen vorliegen - 1566, 1762, 1834, 1839, 1868, 1987 - scheinen von südlichen Winden begleitet worden zu sein, welche warm-feuchte, mediterrane Luftmassen von Süden gegen die Alpen führten. Dadurch regnete es bis in höchste Lagen, was einen raschen Abfluss beförderte, weil die obersten Bergregionen keine oder nur eine geringe Pflanzendecke tragen.

2. Aus der für die Schweiz verfügbaren klimageschichtlichen Information kann der Schluss gezogen werden, dass die Schneeschmelze allein - ohne dazutretende intensive Dauerregen - im Alpenraum keine mit 1987 vergleichbaren Hochwasser auszulösen vermag, nicht einmal dann, wenn die Schneemassen multisäkulare Spitzenwerte erreichen (z.B. 1817).

3. Ob intensive Starkregen allein - ohne dazutretende sekundäre Schneeschmelze oder extrem ausgeaperte, weit vorgestossene Gletscher - Hochwasserereignisse auslösen können, die mit jenen von 1987 vergleichbar sind, scheint auf Grund des klimageschichtlichen Befundes unwahrscheinlich, müsste durch eine Analyse meteorologischer Messreihen genauer abgeklärt werden.

Ein gehäuftes Auftreten von katastrophalen Hochwassern in den letzten Jahrhunderten im Zusammenhang mit bestimmten Klimaperioden kann nicht festgestellt werden. Von daher ist es auch noch kaum möglich, die Frage zu beantworten, ob im Zusammenhang mit der erwarteten globalen Erwärmung vermehrt mit solchen Katastrophen zu rechnen ist.

4.2. Eintretenswahrscheinlichkeit

Für die Projektierung von Ausbau- und Korrektionsmassnahmen muss abgeschätzt werden, wie oft mit einem Ereignis zu rechnen ist, das eine bestimmte Grössenordnung überschreitet. Um diese sogenannten Jährlichkeiten zu berechnen, werden die vorhandenen Messreihen des Abflusses mit Frequenzanalyse untersucht und logarithmisch extrapoliert, was mit erheblichen Problemen verknüpft ist, da gerade die Messung der grössten, seltensten und wichtigsten Spitzenwerte wegen des Ausfalls von Instrumenten oft unzulänglich ist.

Durch den Einbezug von Aufzeichnungen über historische Hochwasser lässt sich die Basis für die Extremwertstatistik sinnvoll erweitern. Freilich lassen sich solche Angaben nicht einfach in Abflussmengen und Kubikmeter pro Sekunde umrechnen. Die historische Analyse erlaubt es lediglich, Extremereignisse nach dem Prinzip der 'ungefähren Exaktheit' approximativ einzustufen. Dafür liefert sie reale Daten, nicht statistische Artefakte.

Von den insgesamt neun "katastrophalen" historischen Hochwassern aus den letzten 650 Jahren wurde das Urnerland als einziges jedesmal nachweislich heimgesucht. Nach der Analyse der Sedimente im Urnersee (Siegenthaler, Sturm 1990) wurden nur zwei Ereignisse (1342, 1868) gefunden, welche die Grösse der Hochwasser 1987 erreicht haben. Dem ist entgegenzuhalten, dass vor dem späten 19. Jahrhundert wirksame Hochwasser-Schutzmassnahmen kaum getroffen wurden, so dass sich

das Wasser leichter flächenhaft in der Reussebene ausbreiten konnte. Wieviele der zwischen 1342 und 1868 aufgeführten Hochwasser tatsächlich die Dimension von 1987 erreicht haben, kann somit nur approximativ abgeschätzt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Liste auf Grund der schlechten Quellenlage für die zweite Hälfte des 14. und für das 15. Jahrhundert unvollständig sein mag. Im weiteren dürfte das auf die Alpennordseite beschränkte Hochwasser von 1762 in Uri eine ähnliche Grössenordnung erreicht haben. Haltbar erscheint unter den erwähnten Einwänden die Aussage, dass auf Grund der historischen Analyse in den letzten 650 Jahren 7-9 Ereignisse - 1342, 1480, 1566, 1640, 1762, 1834 und 1868, möglicherweise auch 1511 und 1570 - in Uri die Grössenordnung des Hochwassers von 1987 erreicht oder übertroffen (1342) haben dürften. Diese Aussage stützt sich für die Zeit vor 1800 auf das Gesamtvolumen des Wassers aus dem Einzugsgebiet des Rheins bei Basel, welches für diese Ereignisse anhand der Quellen grössenmässig eingestuft werden kann (Pfister 1984), auf die auf Grund von Hochwassermarken oder Beschreibungen abzuschätzenden Seepegel (Bodensee, Lago Maggiore), sowie auf die Untersuchung der Meteoumfelder und der Schadenanalyse.

Im Durchschnitt der untersuchten Periode sind katastrophale Hochwasser im Untersuchungsraum somit alle 70-100 Jahre aufgetreten. Dieser Wert bewegt sich in der Grössenordnung der von Grebner und Richter (1990) errechneten Wiederkehrdauer des Gebietsniederschlags von 50 bis 70 Jahren für das Niederschlagsereignis vom 23.-25. August 1987. Nach Hochrechnungen der Versuchsanstalt für Wasserbau VAW (Hydrologie 1989) kann mit einem Spitzenabfluss der Reuss von ca. $800 \text{ m}^3/\text{sec}$, wie er 1987 ermittelt worden ist, alle 150-300 Jahre gerechnet werden. Für das Auftreten von Hochwasserkatastrophen sind indessen neben dem Spitzenabfluss noch andere Faktoren wie Abflussvolumen und Geschiebetransport von Bedeutung. Je nach den untersuchten Parametern können für dasselbe Ereignis durchaus verschiedene Eintrittswahrscheinlichkeiten errechnet werden. Was die statistische Aussage einer durchschnittlichen Wiederkehrdauer real bedeutet, kann anhand der Hochwasserchronik eindrücklich veranschaulicht werden: Katastrophale Ereignisse können sich durchaus innerhalb von vier oder fünf Jahren wiederholen (1566-1570, 1834-1839), andererseits können zwischen zwei Katastrophen weit über hundert Jahre verstreichen.

Für die übrigen drei Kantone ist eine Aussage schwierig: Tessin und vor allem Graubünden sind geographisch heterogen und für alle drei ist die Quellenlage vor

dem 18. Jahrhundert dürftig. Immerhin kann festgestellt werden, dass die überregionale Schadenkonstellation von 1987 in vier bis fünf Fällen - 1640, 1834, 1839, 1868, möglicherweise 1570 - nachgewiesen werden kann. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass die meteorologischen Konstellationen vom Typ 'Hochwasser 1987' mit einem Niederschlagszentrum im Raume Furka - Gotthard etwa in Abständen von 70 bis 80 Jahren auftreten.

5. Beispiele von katastrophalen Hochwassern

5. 1. Der hydrologische "GAU" von 1342

Hinweise auf die Grösse der maximal möglichen hydrologischen Belastung lassen sich aus der Hochwasserkatastrophe von 1342 gewinnen, die auf Grund der Untersuchung von Seesedimenten im Urnersee als die grösste der letzten 1000 Jahre bezeichnet worden ist (Siegenthaler/ Sturm 1990). Die Katastrophe vom Spätsommer 1342 ist in ganz Mitteleuropa nachgewiesen. Sie *"übertraf alle anderen Überschwemmungen des Mittelalters und der Neuzeit an Ausmass und Bedeutung"* (Bork/ Herrman 1988).

Ausgelöst wurde sie durch achttägige, wohl fast ununterbrochen anhaltende, zuweilen wolkenbruchartige Niederschläge. In Zürich reichte das Wasser bis zur Pforte des Fraumünsters, in der Luzerner Barfüsserkirche bis zum Hochaltar. Der Rhein riss in Laufenburg zwölf Häuser nebst den Brücken weg, er überströmte die Mauer in Säckingen, der Bodensee jene in Konstanz. In Strassburg fielen die Mauern ein. Die Stadt stand ganz im Wasser. Im Dom zu Mainz reichten die Fluten 3 m hoch. Unermessliche Schäden wurden aus dem gesamten Einzugsgebiet des Rheins und der Weser gemeldet.

Eine Interpretation von Bodenprofilen aus verschiedenen Teilen Deutschlands legt nahe, dass auf ackerbaulich genutzten Hängen bis zehn Meter tiefe Kerben einrissen, begleitet von intensiver flächenhafter Bodenerosion. Die Erosion war hinsichtlich ihres Ausmasses und ihrer Wirkung für die gesamte historische Zeit ohnegleichen. Ein erheblicher Teil der gesamten Bodenumlagerungen der vergangenen 10'000 Jahre muß sich im Gefolge dieses Extremereignisses in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts vollzogen haben (Bork/ Herrman (1988)!

Im folgenden werden je ein 'katastrophales Hochwasser' des Typs 1 und 2 näher vorgestellt.

5.2. Die Hochwasser des Sommers 1566 (Typ 1)

Klimatische Disposition: Schneereichster Winter seit 1500. Im Berggebiet konnte man dem Vieh keinen Weg von einem Heustall zum anderen mehr bahnen und auch kein Heu mit Schlitten hinzuführen. Weitere gewaltige Schneefälle im nasskalten April.

Meteoumfeld: Warme und sonnige letzte Maidekade, dann nach dreiwöchiger Schönwetterperiode im Juni kühle und sehr niederschlagsintensive Periode mit 3-4 m Neuschnee im Gebirge am Ende dieses Monats. Juli bis 10. August warm mit häufigen Gewittern, Ende August drei Tage anhaltende Regenfälle bei warmer Luft, wodurch der Niederschlag bis in die höchsten Berge als Regen fiel. Dadurch dürfte ein Teil der in dieser Höhe vermutlich immer noch weit überdurchschnittlichen Schneemengen zusammen mit dem Niederschlag in der sekundären Schneeschmelze freigesetzt worden sein.

Verbreitung und Schäden: Zu unterscheiden sind drei Hochwasserwellen mit unterschiedlichen räumlichen Schwerpunkten.

Ende Mai: Im Vorderrheintal wurden 14 Brücken, in Vals (Kanton Graubünden) etliche Häuser und der Friedhof samt der halben Kirche weggerissen, der Zürichsee trat als Folge der sehr ergiebigen Schneeschmelze in den Voralpen über die Ufer.

Juni/Juli: Schmelzung der ungeheuren Schneemengen im Hochgebirge: In exponierten Ortschaften am Ufer der Alpenrandseen verkehrten die Bewohner wochenlang per Schiff. Zahlreiche Brücken wurden zerstört oder beschädigt. In Kleinbasel floss der Rhein sechs Wochen lang knapp unterhalb des Jochs der Brücke dahin; mehrmals strömte das Wasser fast zwischen den Zinnen der Mauer durch. Die Hochwassermarken des Bodensees in Lindau erreichte annähernd dieselbe maximale Höhe wie 1817. Das gesamte Hochwasservolumen des Rheins von 1566 dürfte jenem von 1817, dem weitaus grössten mit Messungen dokumentierten, in etwa entsprechen haben.

Ende August: Im Engadin und den südlichen Alpentälern wurden als Folge des Starkregens von Ende August Brücken und Häuser zerstört sowie Kulturland überschottert. Zahlreiche Menschen ertranken. Betroffen von diesen Hochwassern waren in erster Linie der Raum Gotthard und die östlich angrenzenden Gebiete.

5.3. Das Hochwasser vom 25.-28. August 1834 (Typ 2)

Klimadisposition: Gletscherzungen nahe den Maximalständen der "Kleinen Eiszeit". Extrem warmer Winter, stark überdurchschnittliche Temperaturen von Mai bis September; Vegetation drei bis vier Wochen zu früh. Extrem frühe und starke Ausaperung: Der Gipfel des Säntis (2501 müM.) war schon anfangs Juni schneefrei.

Meteoumfeld: Am 26. und 27. August zog ein Gewitter mit anhaltenden Starkniederschlägen und heftigen Südwinden vom Grossen St. Bernhard den Alpen entlang gegen Osten. Zwischen St. Bernhard und Monte Rosa streifte es nur "die Alpenkrone", ohne ins Haupttal überzugreifen. Am nächsten Tag entluden sich auch in den südlichen Tälern heftige Gewitter bei intensiven Regenfällen. Die Beschreibungen erwähnen, dass "heisser" Südwind, Blitz, Donner und Finsternis die Unwetter begleiteten und dass sich uralte Schneefelder und "Urgletscher" unter dem Regen in stürzende Bäche auflösten. "Nicht bloss die uralten Schneelager, sondern auch die Eismassen geborstener Gletscher wälzten sich in den Fluten...daher." (Denkschrift, 1836; Balzer, 1934).

Verbreitung und Schäden: In Uri begann die Ueberschwemmung im südlichsten Kantonsteil, dem Urserental. Das Wasser zerstörte in Amsteg 5 Häuser und 2 Ställe, durchbrach gegenüber der Schächenmündung den Damm und floss gegen Seedorf. Im Wallis ging die Ueberschwemmung vom Gebiet des Rhonegletschers aus. Schäden an Häusern, Kulturen und Infrastruktur von 2 Mio Franken damaligen Wertes, vorwiegend im Haupttal und in den stark vergletscherten Seitentälern, wurden gemeldet.

Tessin: Alle weit nach Norden reichenden Täler wurden verheert, die Ueberschwemmungen nahmen im obersten Talabschnitt ihren Anfang. Graubünden wurde nur in den Südtälern tangiert. Die Zone des intensivsten Niederschlags lag wie 1987 im Raume Furka- Nufenen. Zürichsee und Bodensee traten bezeichnenderweise nicht

Abb.1: Schadenkarte 24.-30.8. 1566 (Daten für den Kanton Wallis fehlen)

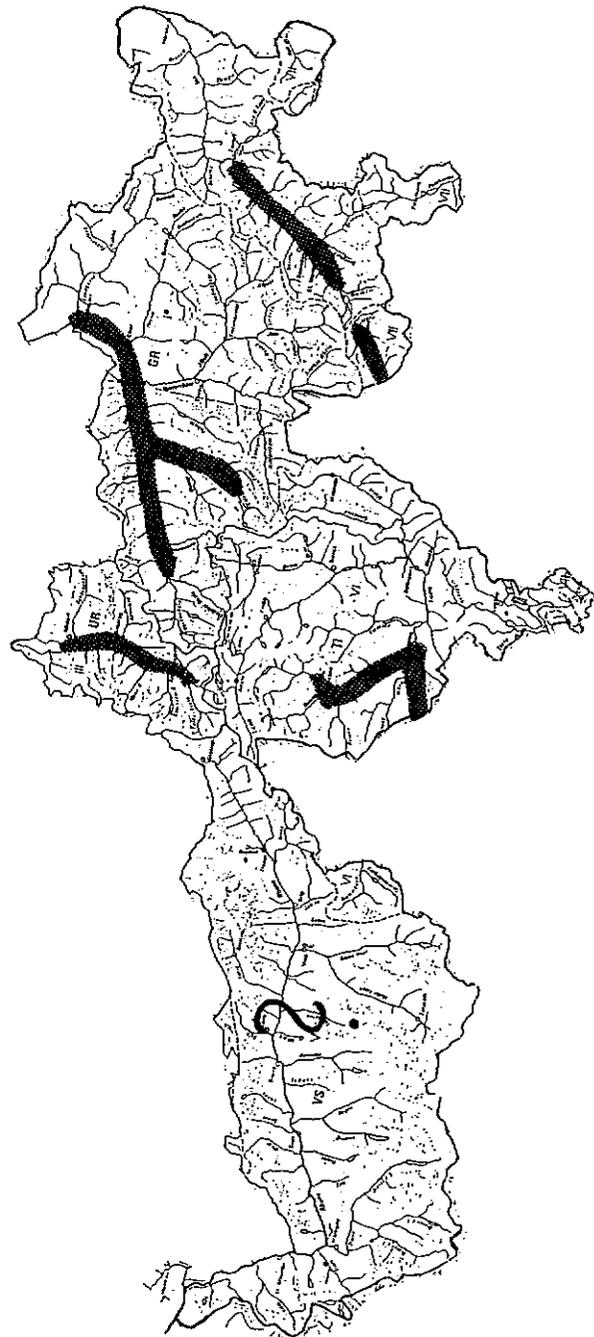
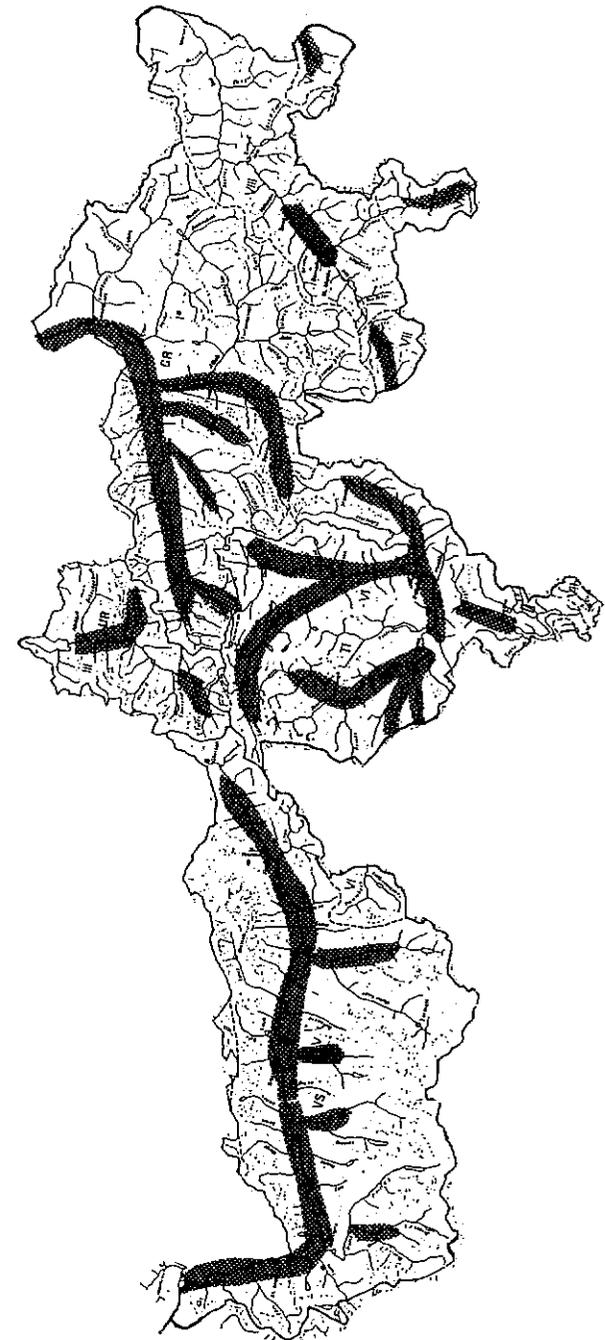


Abb.2: Schadenkarte 25.-28.8.1834



über die Ufer, wie dies bei schneesmelzbedingten Ereignissen der Fall zu sein pflegte.

6. Belastung und Belastbarkeit

Die Auswirkungen einer Naturkatastrophe ergeben sich aus dem Verhältnis von Belastung und Belastbarkeit.

Im Falle der Hochwasser 1987 legt der klimageschichtliche Befund nahe, dass vergleichbare meteorologische Belastungen in früheren Jahrhunderten immer wieder aufgetreten sind. Dagegen stellt sich die Frage nach Veränderungen in der Belastbarkeit. Sie ist in der Ökosystemanalyse in der Regel schwierig zu beantworten, weil sich die Charakteristik der Einzugsgebiete unter dem Einfluss der menschlichen Aktivität in einmaliger Weise verändert. Jedes Hochwasser trifft, etwas überspitzt gesagt, auf eine andere Landschaft. Eine für Umweltfragen sensibilisierte Öffentlichkeit hat im Gefolge der Unwetter 1987 den Begriff der "hausgemachten Hochwasser" geprägt.

Er ist unscharf, vielseitig interpretierbar und wohl deshalb so einprägsam, weil ihn jeder auf seine eigene Art auslegen kann:

- **Von den meteorologischen Ursachen her** impliziert er einen anthropogenen Einfluss auf den Witterungsverlauf. Diese Denkfigur ist in der Interpretation von Naturkatastrophen seit der Antike nachzuweisen. Bis zur Aufklärung wurden sie den Sünden der Menschen gegen Gott zugeschrieben - und zur Legitimation von sozialdisziplinierenden Massnahmen verwendet -, in den letzten Jahrzehnten zunehmend den zivilisatorischen Sünden wider die Natur. Dies ist, soweit es die meteorologischen Ursachen betrifft, im Lichte der vorliegenden Ergebnisse nicht haltbar.
- **Vom Schadenmuster her** impliziert er, dass zivilisatorische Eingriffe (Bodenversiegelung, Strassenbau etc.) Art und Grösse der Schäden (mit) verursacht haben. Das heisst: Dass sich die Belastbarkeit verkleinert hat. Für das Mittelland und die Alpentäler steht dies ausser Zweifel. Dagegen kann der menschliche Einfluss auf die hauptsächlichen Ursprungsgebiete der Hochwasser 1987 im

Hochgebirge oberhalb der Waldgrenze, soweit er abgeschätzt werden kann, als gering bezeichnet werden (Mani 1990).

Umweltgeschichtlich kann die These einer veränderten Belastbarkeit weder gestützt noch verworfen werden, und zwar aus mehreren Gründen:

1. Die vor der Mitte des 19. Jahrhunderts getroffenen Schutzmassnahmen boten vor schweren Hochwassern kaum Schutz. Seitdem systematisch grossräumige Flusskorrekturen vorgenommen und zahlreiche Rückhaltebecken gebaut worden sind, konnten Dammbüche und schwere Schäden besser vermieden werden. Immer mehr hängt das Risiko eines grossen Schadenereignisses von der Qualität der Schutzbauten und immer weniger von den naturräumlichen Parametern ab. Die Risikoabschätzung des Individuums, die auf eigenen und tradierten Erfahrungen beruht, ist also durch die wissenschaftlich-technische Risikoabschätzung abgelöst worden.
2. Das Schadenpotential ist um ein Mehrfaches angewachsen und hat sich in seiner Zusammensetzung verändert. Während Land- und Kulturschäden, die sich weitgehend auf Kosten Privater ereignen, tendenziell zurückgehen, haben die durch die öffentliche Hand erstellten Infrastrukturanlagen (Strasse, Bahn, Autobahn, Flussverbauungen) an den Schadenssummen wachsenden Anteil. Die auftretenden Schäden sind spektakulärer, medienwirksamer als jene bei früheren Ereignissen und betreffen in Form von Verkehrsbehinderungen eine weit grössere Zahl von Personen.
3. Die erwähnten zivilisatorischen Eingriffe in die Landschaft seit der Mitte unseres Jahrhunderts können sehr wohl das Abflussgeschehen in ungünstigem Sinne beeinflussen haben. Nur ist auf der anderen Seite auf die Belastung durch Überweidung und Abholzung im 19. Jahrhundert hinzuweisen. Sofern die für das Berner Oberland vorliegenden Ergebnisse gesamtschweizerisch schlüssig sind, muss angenommen werden, dass die für die Waldentwicklung äusserst schädlichen Bestände an frei weidenden Ziegenherden in den Kantonen Uri, Wallis, Graubünden und Tessin im späten 19. Jahrhundert ein Maximum erreichten. Im weiteren dürfte der Holzschlag, welcher vor dem Import von Brennstoffen mit der Eisenbahn eng an den Bedarf der lokalen Bevölkerung gebunden war, im gleichen Zeitraum kulminiert haben. Es fehlt das Datenmaterial, um diese beiden gegenläufigen Tendenzen gegeneinander aufzurechnen.

4. Die Überschwemmungen vor dem 18. Jahrhundert fanden in einer Zeit statt, in welcher der Nutzungsdruck im Berggebiet auf Grund der geringen Bevölkerungsdichte als unerheblich betrachtet werden kann. Es haben sich keine Hinweise gefunden, die auf eine veränderte Belastbarkeit in dieser Periode hindeuten. Es fragt sich, ob die Art der Bodennutzung in diesem Raum mit seinem grossen Anteil an Ödland im Verhältnis zur Grösse der meteorologischen Einwirkung überhaupt in entscheidender Weise zur Verschärfung der Hochwassersituation beitragen kann.

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass Diskussionen über das Zusammenspiel von Belastung und Belastbarkeit in der Risikogesellschaft immer eine zeitliche Komponente einschliessen. Jedes Ökosystem hat seine individuelle Geschichte, zu deren Rekonstruktion auf eine Vielzahl verschiedener Daten aus natürlichen und historischen Archiven zugegriffen werden muss. In diesem Sinne können auch Historiker ihren Beitrag zur Umweltforschung liefern.

Literatur

- ANNALEN (1864 ff): Annalen der schweiz. meteorolog. Central-Anstalt (ASZM; 1864-1886: Schweiz. Meteorologische Beobachtungen). Zürich.
- BALZER, H. (1934): Die Hochwasserkatastrophe von 1834. Bündner Monatsblatt Nov. 1934, 343-352.
- BORK, H.R. & HERRMAN, A. (1988): Bodenerosion und Umwelt. Verlauf, Ursachen und Folgen der mittelalterlichen und neuzeitlichen Bodenerosion; Bodenerosionsprozesse; Modelle und Simulationen. Braunschweig.
- BUNDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1991): Ursachenanalyse der Hochwasser 1987. Schlussbericht. Mitteilung des Bundesamtes für Wasserwirtschaft Nr.5. Bern (EDMZ).
- DELEMEAU, J. & LEQUIN Y. (HGG.) (1987): Les malheurs des temps: histoire des fléaux et des calamités en France. Paris.
- DENKSCHRIFT ÜBER DEN 27. UND 28. AUGUST 1834 (1836): Denkschrift über den 27. und 28. August 1834 (für den Canton Wallis), hrsg. von einem Mitglied der Central-Commission der Wohlthätigen im Canton Wallis. Sitten.
- DURY, C. (1984): Ecologie et paysage urbain: l'inondation dans les villes du Hainaut et Tournai (XIIe-XIVe siècles). Annales du Cercle Archéologique d'Enghien 21/2, S.181-296.
- GREBNER, D. & RICHTER, K.G. (1990): Gebietsniederschlag. Ereignisanalysen 1987 und Abhängigkeitscharakteristiken. Zusammenfassung des Berichts für das Programm "Ursachenanalyse der Hochwasser 1987", im Auftrag des BWW. Zürich.
- HÄRRY, A. (1910): Historisches über die Hochwasser der Schweiz. Jahrbuch des schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, 1. Jg. 1910, S. 55-69.
- HYDROLOGIE (1989): Hydrologie des Hochwassers vom 24./25. August 1987 im Urner Reusstal, i.A. des Kt. Uri. Zürich.
- JONES, P.D., OGILVIE, A.E.J. & WIGLEY, T.M.L. (1984): Riverflow data for the United Kingdom: reconstructed data back to 1844 and historical data back to 1556. Norwich.
- LIEBSCHER, H.J., KRAHE, P. & WITTE, W. (1988): Rekonstruktion der Witterungsverhältnisse im Mittelrheingebiet von 1000 n.Chr. bis heute anhand historischer hydrologischer Ereignisse. Abschlussbericht zum BMFT-Forschungsvorhaben LOF 10/85. Koblenz.
- MANI, P. (1990): Ueberblick über die Schadensgebiete. Zusammenfassung des Berichts für das Programm "Ursachenanalyse der Hochwasser 1987", im Auftrag des BWW. Bern.
- PETRASCHEK, A.W. (1989): Die Hochwasser 1868 und 1987. Ein Vergleich. *wel*, 81. Jg., Heft 1-3, S. 1-8.
- PFISTER, C. (1984a): Witterungsdatei CLIMHIST, Schweiz 1525-1863. Bern (METEOTEST, Fabrikstr. 29a, 3012 Bern).
- PFISTER, C. (1984b): Das Klima der Schweiz von 1525-1860 und seine Bedeutung in der Geschichte von Bevölkerung und Landwirtschaft. 2 Bde. Bern/Stuttgart.

PFISTER, C. & HÄCHLER, St. (1990): Hochwasserkatastrophen im Schweizerischen Alpenraum seit dem 14. Jahrhundert. Eine umweltgeschichtliche Untersuchung. Schlussbericht Projekt B1: Historische Hochwasser. Typoskript. Bundesamt für Wasserwirtschaft. Bern.

RÖTHLISBERGER, G. (in Vorbereitung): Chronik der Unwetterschäden in der Schweiz. Hg.: WSL, Forstliche Hydrologie; Birmensdorf.

SCHILLER, H. (1977): Hochwasseruntersuchung Inn. Hochwasser der Jahresreihe 1840-1975. München.

SCHILLER, H. (1987): Ermittlung von Hochwasserwahrscheinlichkeiten am schiffbaren Main und überregionaler Vergleich der Ergebnisse. Beiträge zur Hydrologie, (6), 79-101. Kirchzarten.

UNBEHAUEN, W. (1971): Die Hochwasserabflussverhältnisse der Bayerischen Donau. Hochwasser der Jahresreihe 1845/1965. Bes. Mitt. z. Dt. Gewässerkundl. Jb., Nr. 30. München.

SCHWARZ-ZANETTI, G. & W. (in Vorbereitung): EUROCLIM-MA. Historische Witterungsdatenbank für Mitteleuropa 1000-1525.

SIEGENTHALER, C. & STURM, M. (1990): Die Sedimentationsgeschichte im Urnersee seit dem Mittelalter: die Häufigkeit von Ablagerungen extremer Reuss-Hochwasser. Zusammenfassung des Berichts für das Programm "Ursachenanalyse der Hochwasser 1987", im Auftrag des BWV. Zürich.

Anschriften der Autoren: Prof. Dr. Christian Pfister & Stefan Hächler, Historisches Institut der Universität Bern, Engehaldenstr. 4, CH-3012 Bern.

Anlagen: Überschwemmungskatastrophen im Alpenraum in Bilddokumenten

Überschwemmung von Biasca von 1515 (aus: Schweizer Chronik des Johannes Stumpf 1548)



Der Aussagewert von historischen hydrologischen Daten im Vergleich zu meteorologischen und (para-)phänologischen Daten für die Rekonstruktion der Witterung im Mittelrheingebiet seit dem 14. Jahrhundert

WOLF WITTE, Koblenz

Summary: This study attempts to reconstruct the weather history of the Middle Rhine region using historical source material. With this object an extensive primary and secondary literature with historical texts and source collection was brought together and investigated for climatic and hydrological information. Following a critical appraisal of these sources an exhaustive chronological listing of sources with usable information was constructed, as far as possible the contemporary quotations were retained in order not to reduce the information content. This collection formed the basis for a derivation of meteorological and hydrological index series, in which individual months were classified according to thermal and humidity criteria; thus it was attempted, for example, to reconstruct the discharge of the Middle Rhine on a monthly basis. The periods of instrumental measurement served as calibration periods. While the index series of reconstructed temperature for the Middle Rhine region can be projected very well, the index series for precipitation involved some difficulties at the transformation stage. This series was derived from information that originated from different regions and thus it was only in part applicable to the Middle Rhine region. The meaning of the historical hydrological findings for climate reconstructions was investigated as a key point of the study. Because the catchment area of the Middle Rhine extends into the Alps and the discharge values are largely controlled by weather in the Alpine region, the hydrological findings for the Rhine are only partly of value in the reconstruction of the weather history of the Middle Rhine region, the runoff of Mittelgebirge rivers mirrors the climatic situation of the Middle Rhine area much better. Overall historical studies of hydrological events are considered very useful in weather reconstruction, but without a simultaneous assessment of sources in comparison with meteorological or phenological information they cannot fully explain the weather character of a period. It is rather different as regards ice relationships, because temperature is here the deciding factor. The phases with more frequent freezing of the Rhine correspond very well with cold or long winters. Simply through the existence of a thick ice cover with respect to the period in which the ice cover belongs, do the severe winters rate as being of the main phase of the Little Ice Age. The individual source quotations lie - in chronological order and stored on data loggers - in the "Bundesanstalt für Gewässerkunde" (Federal Institute of Hydrology), Koblenz.

Zusammenfassung: Die vorliegende Arbeit stellt einen Versuch dar, die Witterungsgeschichte der Mittelrheinregion anhand historischer Aufzeichnungen zu rekonstruieren. Zu diesem Zweck wurde eine umfangreiche Primär- und Sekundärliteratur mit historischen Texten und Quellsammlungen zusammengetragen und auf klimatologische und hydrologische Informationen hin untersucht.