Internationales Symposion
INTERPRAEVENT 1992 - BERN
Tagungspublikation, Band 6, Seite 41 - 52

Die Ursachenanalyse der Hochwasser 1987

Analysis of the causes of the 1987 flood events

A. Petrascheck

1. Zusammenfassung:

Wie immer bei komplexen Naturereignissen führte eine Kombination verschiedener Faktoren, jeder für sich gar nicht so selten, zu den ausserordentlichen Hochwassern des Jahres 1987. Im besonderen sind zu erwähnen: Hohe Temperaturen, grosse Niederschlagssummen, ungünstige Verteilung der Intensitäten und hohe Reliefenergie.

Zu den Lehren die aus dem Ereignis gezogen werden können, zählt: Die Bedeutung der Niederschlagsumme wird bei kleinen steilen Einzugsgebieten im Vergleich zur Niederschlagsintensität eher unterschätzt. Extreme Hochwasser sind in hochalpinen Lagen eher im Spätsommer zu erwarten, denn die winterliche Schneedecke muss durch längere Wärmezufuhr reif zur Schneeschmelze gemacht werden. Für Murgänge die den Talboden erreichen waren Niederschlagsummen von 150 bis 250 mm/Tag erforderlich.

Die grössten Schäden entstanden durch fluviatile Erosion und durch Murgänge. Die Schäden durch Überschwemmen war nur in der Urner Reussebene bedeutsam. Fast 50% der Gesamtschäden betrafen bauliche Schäden an der Infrastruktur (Strasse, Bahn, PTT). Schutzwasserbauten sind entsprechend den massgebenden Prozessen (Überschwemmen, Erosion, Ablagerung) zu bemessen und ihre Sicherheit ist dem Schadenpotential anzupassen. Bei hohen gefährdeten Werten ist vermehrt auf den Objektschutz zurückzugreifen.

Summary:

Causes of the 1987 flood events are manifold, as it is usual for complex natural events. The decesive factors were: High temperature, large sums of rainfall, adverse distribution of high rainfall intensities within the event, high relief energy. None of these factors, considered as single event, was very rare, but their combination lead to the disasterous floods.

Among the sientific findings it can be mentioned: For steep mountainous small watersheds the importance of total rainfall amount compared to rainfall intensity is frequently underestimated. Extreme floods in these areas are to be expected predominatly in late summer, since the mighty snow covers of the winter melt only after prolongated warm periods. Large debris flows, which caused dammage in the valley bottoms, occured in areas where the daily percipitation exceeded 150 to 250 mm.

Economic dammages were caused predominantly by debris flows and fluviatil sediment transport. Dammages caused by flooding have been important only in the lower Reuss valley in the Canton Uri. About 50% of the total dammage occured to infrastructures (Roads, railway, telecommunication). Protection measures have to cope with the decesive proceses (flooding, erosion and deposition) and the design must be adapted to the dammage potential. The posibilitiy to protect single structures independently should be used more frequent.

2 Einleitung

Unsere Kenntnisse über Hochwasser beruhen zum Grossteil auf der Analyse relativ häufiger, nicht allzu grosser Ereignisse. Letztere sind definitionsgemäss selten und eine höhere Macht sorgt dafür, dass, sobald Messstationen eingerichtet werden, Zeiten ohne nennenswerte Hochwasser folgen. Man wäre fast verleitet, Messkampagnen als Hochwasserschutzmassnahmen zu empfehlen, aber dies lässt unsere kausale Logik nicht zu.

Der Sommer 1987 war reich an Hochwasserkatastrophen, nicht nur in der Schweiz, sondern auch in Frankreich, Österreich und vor allem im Veltlin. Eine seltene Gelegenheit extreme Ereignisse zu untersuchen war gegeben.

Der schweizerische Bundesrat gab daher im Februar 1988 eine "Analyse der Ursachen der Hochwasserereignisse des Jahres 1987" in Auftrag und stellte einen Kredit von 2.5 Mio sFr. zur Verfügung. Die Arbeiten wurden im Mai 1991 termin- und kostengerecht abgeschlossen und die Abschlussberichte liegen in Form einer Zusammenfassung und eines detailierteren Berichtes über die einzelnen Projekte vor (BWW, 1991).

Hier soll auf die Ergebnisse eingegangen werden, indem ich versuche drei Fragen zu beantworten:

- **Was waren die Ursachen ?**

- **Was haben wir gelernt ?** Dies sowohl in Bezug auf die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse über den Ereignisablauf als auch über die Schadenstrukturen und die Reaktionen der Gesellschaft.

und schliesslich

- **Was ist zu tun ?**

Zuerst eine kurze Erinnerung an die Schadenereignisse

Abb.1 zeigt einen Überblick über die im Jahre 1987 von Hochwasser betroffenen Gebiete der Schweiz. Die Ereignisse können in 5 verschiedene Perioden gegliedert werden.

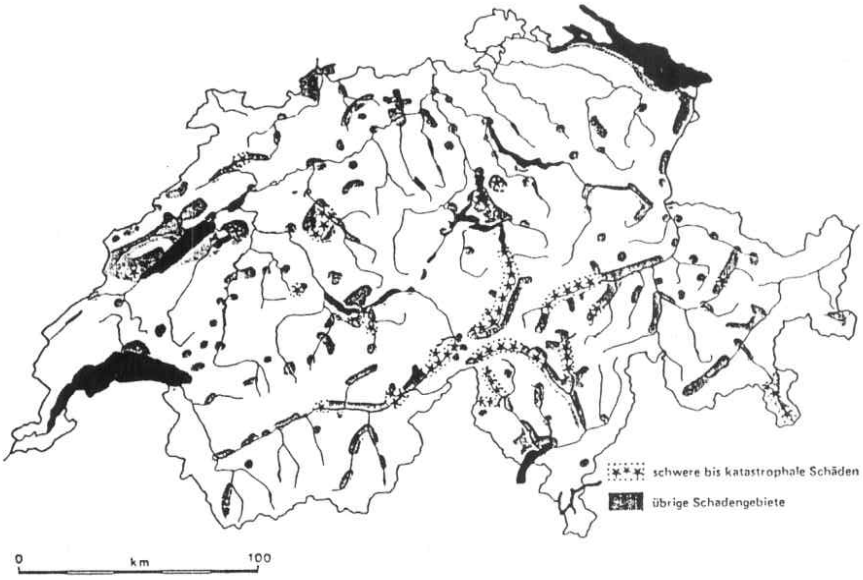


Abb.1 Überblick über die Schadengebiete des Jahres 1987.

1. Das Frühjahr 1987 war nass und kalt. Die Schneeschmelze erfolgte verspätet. Dies führte zu ungewöhnlich hohen Wasserständen in den Alpenrandseen und zu langdauernden hohen Abflüssen im Rhein. Zahlreiche Rutschungen wurden aktiviert. Meist handelte es sich um alte bekannte Sackungsgebiete.

2. Die Gewitterperiode vom 1. bis 10. Juli. Örtliche Schauerregen führten in den Kantonen Bern und Schwyz zu grossen Schäden.

3. Die Ereignisse vom 17./ 19. Juli mit Schadenschwerpunkten im Vorderrheintal, im Tessin und im Puschlav aber auch in Tirol und im Veltlin.

4. Die Ereignisse vom 24./25. August mit einem Schadenschwerpunkt um den Gotthard. Betroffen waren vor allem die Oberläufe von Ticino, Rhone und Reuss.

5. Am 25./27. September verursachten langdauernde Niederschläge im Jura nochmals Überschwemmungen, diesmal vor allem in den Kantonen Neuenburg, Fribourgh und dem Jura.

Aus wirtschaftlicher Sicht waren die Unwetter des 17./18. Juli und vom 24./25. August weitaus die folgenschwersten. Da auch die auslösende meteorologische Situation und die Eigenschaften der betroffenen Einzugsgebiete vergleichbar waren, konzentrierten sich die Untersuchungen auf diese beiden Ereignisse. Die Gültigkeit der folgenden Aussagen beschränkt sich daher auf hochalpine Einzugsgebiete.

3 Was waren die Ursachen

3.1 physikalisch

Eine Häufung verschiedenster Faktoren - jeder für sich allein betrachtet nicht ausserordentlich selten - muss als Ursache für die Hochwasser 1987 angegeben werden. Dies ist typisch für komplexe Naturereignisse, enttäuscht aber sicher jene die in einfachen schwarz - weiss Schemata über Schuld und Schuldigkeit denken.

Die Entstehungsgebiete der Hochwasser waren hochalpine kleine Einzugsgebiete. Voraussetzung für die Bildung von extremen Hochwassern in diesen Lagen sind:

- Der Niederschlag soll im ganzen Einzugsgebiet in der Form von Regen fallen, was eine entsprechend hohe Lage der Nullgrad Isotherme bedingt (Abb. 2).

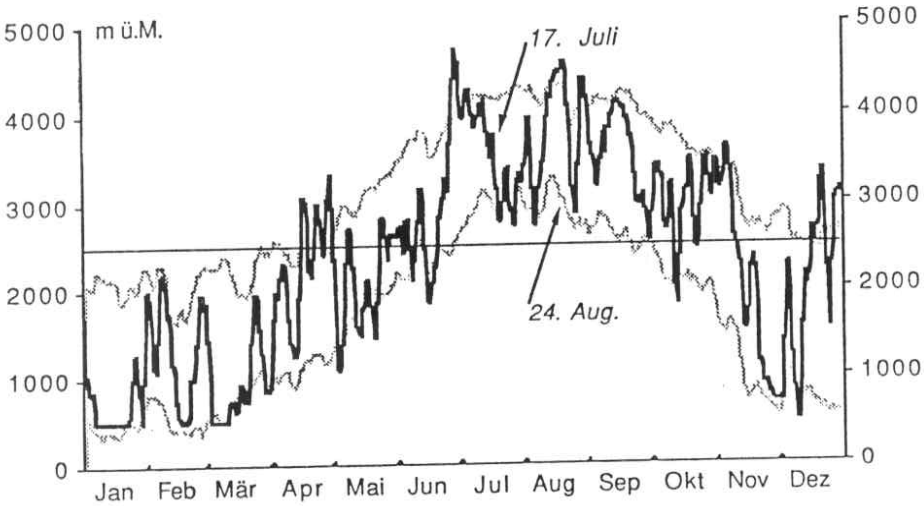


Abb. 2. Jahresgang der Null-Grad-Isotherme über Payern aus 3 tägigen gleitenden Mitteln gebildet. Die Randkurven zeigen die Standardabweichungen der 12 Uhr Messungen.

- Die winterlichen Schneemassen müssen durch ausreichende Wärmezufuhr reif zur Schmelze gemacht werden, oder bereits abgeschmolzen sein. Extreme Hochwasser sind daher in den Hochalpen erst im Spätsommer wahrscheinlich.
- Die Niederschlagsumme muss ausreichend gross sein um die Böden zu sättigen.
- Die Niederschlagsintensität soll ausreichend hoch sein um Spitzenabflüsse zu erzeugen. Sie ist dann besonders abflusswirksam, wenn Sie nach reichlichen Vorregen auf gesättigte Böden fallen (Abb. 3).

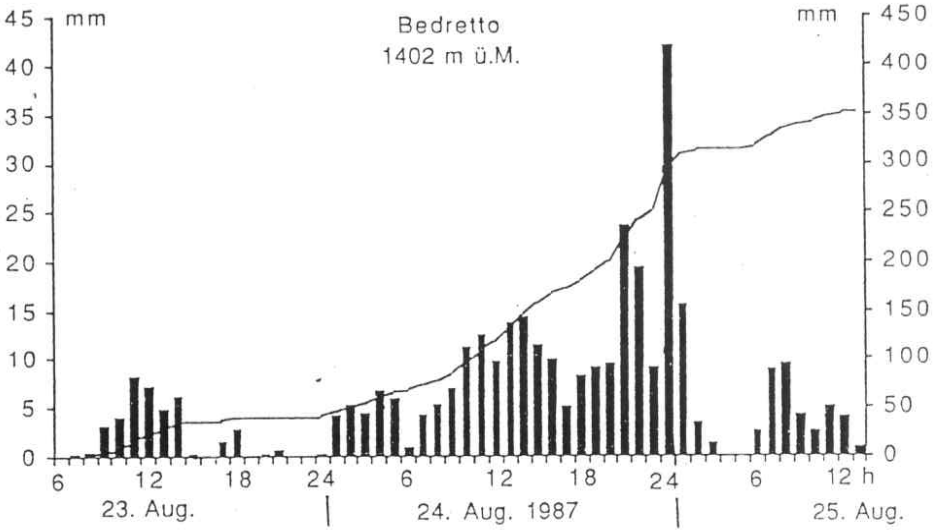


Abb. 3 Stündliche Niederschläge und ihre Summenkurve der Station Bedretto. Entscheidend für den Verlauf der Abflüsse war die erhöhte Intensität am 24. August 1987 kurz vor Mitternacht.

- Steile Hänge (hohe Reliefenergie) erleichtern die Feststoffmobilisierung. Bei entsprechenden Niederschlägen werden Geschiebemengen frei gesetzt, die ein Vielfaches des Wasserschadens verursachen.

4 Washaben wir gelernt

4.1 Naturwissenschaftlich Erkenntnisse

Betrachtet man die einzelnen Erkenntnisse, so ist vieles grundsätzlich Bekanntes dabei. Es wäre ja auch verdächtig, wenn in einer zwei- bis dreijährigen Arbeit, die Forschung von mehr als hundert Jahren umgestossen würde. Aber, vieles Richtige ist oft einfach, fast banal und dennoch müssen wir immer überzeugt werden um es zu glauben. Die Probleme liegen insbesonders in der quantitativen Beziehung und hierzu können auf Grund dieser Arbeit einige Aussagen gemacht werden. Deshalb sind die Untersuchungen wichtig, wenn auch nicht so sensationell, dass sie Stoff für die Tageszeitungen abgeben.

Abflussbildung:

Dass die Wiederkehrperiode des Niederschlagsereignisses nicht gleich der Wiederkehrperiode des durch sie verursachten Abflussereignisses ist, seit langen bekannt. Aber, dass in einem kleinen steilen Einzugsgebiet, wie jenem der Witenwasserenreuss, eine Niederschlagsintensität die in etwa alle 2 bis 5 Jahre auftritt, ein mehr als 100 jährliches

Hochwasser verursacht, entspricht schon nicht den gängigen Modellvorstellungen. Abb.4 zeigt den Verlauf von Niederschlag und Abfluss. 200 mm Niederschlag fielen in rund 20 Stunden und führten zu einer Sättigung des Bodens. Als sich dann die Niederschlagsintensität während einer Stunde auf 40 mm erhöhte, waren ideale Abflussbedingungen vorhanden und die Katastrophe konnte ihren Lauf nehmen.

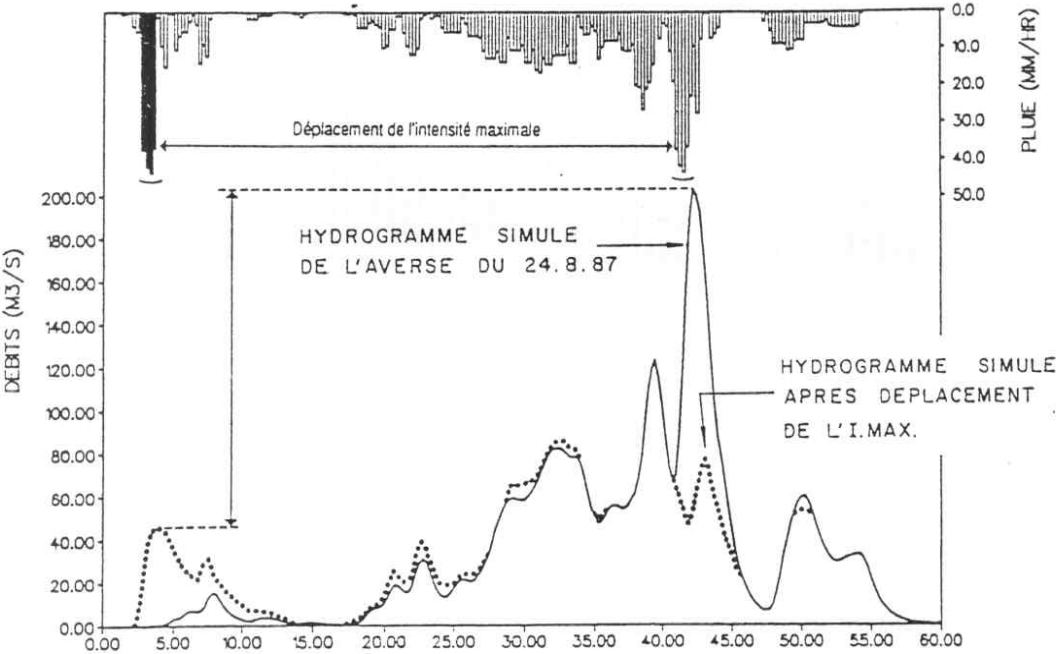


Abb. 4. Simulation des Ereignisses vom 24/25. August 1987 für das 30.7 km2 grosse Einzugsgebiet der Witenwasserenreuss. Wäre die grösste Niederschlagsintensität nicht am Ende, sondern am Anfang des Ereignisses gefallen, hätte sich der durch sie verursachte Spitzenabfluss von 200 m3/s auf 50 m3/s verringert.

Für mich bedeutet dies, dass wir der Niederschlagssumme zuwenig Bedeutung bei messen. Durch die Annahme einer ungünstigen Ausgangslage (Vorgeschichte) glauben wir, dies genügend zu berücksichtigen. Ereignisniederschlag, zeitliche Verteilung und maximale Intensität hängen aber von den athmosphärischen Prozessen
ab, sind also nicht unabhängig, wie dies in der getrennten Annahme der Vorgeschichte impliziert wird. Wahrscheinlich rechnen wir mit zu grossen Intensitäten und nehmen gleichzeitig zu hohe Abflussbeiwerte an. Das Ergebnis erscheint dann plausibel, da sich beide Fehler kompensieren.

Jahreszeitliches Auftreten extremer Hochwasser

An der Urner Reuss traten die vier grössten Hochwasser der letzten 200 Jahre zwischen dem 24. August und dem 10. Oktober auf. Ähnliche Häufungen der grossen Hochwasser zeigten sich im Wallis (Abb. 5). Zur Bildung der extremen Hochwasser ist es notwendig, dass die winterliche Schneedecke weitgehend abgeschmolzen ist, was in diesen Höhenlagen erst am Ende des Sommers der Fall ist. Diese Aussage muss angesichts der befürchteten Klimaerwärmung aber relativiert werden und ist einer der wesentlichen Gründe weshalb eine Vergrösserung der Hochwasserwahrscheinlichkeit befürchtet wird.

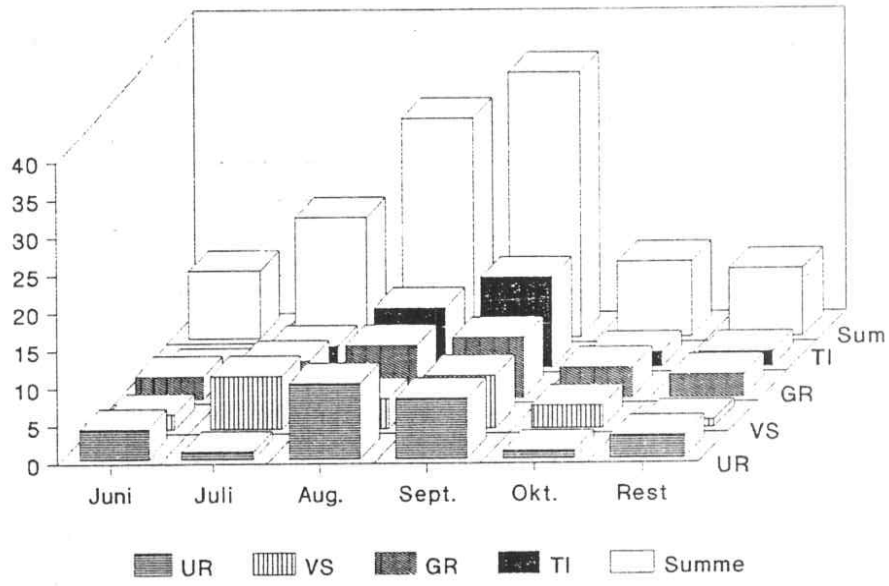


Abb. 5. Saisonale Verteilung der mittlerer und katastrophaler Hochwasser in den Kantonen Uri, Valais, Graubünden, Ticino im Zeitraum von 1500 bis 1950.

Feststoffe

Dass der Alpenabtrag von 0.5 bis 1.5 mm/Jahr nicht gleichförmig, sondern in für uns unliebsamen örtlich und zeitlich stark variablen Teilmengen erfolgt, ist bekannt. Aber, einem Wunschdenken folgend, verdrängen wir dieses Faktum gerne.

Murgänge

Die effektivste Form des Feststofftransportes sind Murgänge:
Das gehäufte Auftreten erlaubte Untersuchungen über die auslösenden Bedingungen, wobei die quantitativen Aussagen auf das Kristallin der Zentralalpen zu begrenzen ist, denn der Niederschlag begrenzte sich vor allem auf dieses Gebiet. Lockermaterial ist in den Hochlagen meist reichlich vorhanden und wird mit Hangneigungen, die nahe am inneren Reibungswinkel liegen, abgelagert. Wird nun die oberste Bodenschicht gesättigt, so kann sich ein Gemisch aus Wasser und Feststoffen als Murgang in Bewegung setzen.

Wie beim Abfluss ist eine Kombination von Niederschlagssumme und Niederschlagsintensität erforderlich. Der Einfluss der Summe ist offensichtlich, denn das Lockermaterial muss bis in eine gewisse Tiefe gesättigt werden. Ist die Intensität zu gering, versickert das Wasser in den Untergrund und es kommt zu keiner Sättigung der obersten Bodenschichten. Die massgebenden Niederschlagskombinationen, hängen daher von den Materialeigenschaften des betroffenen Schuttkörpers ab. Es zeigte sich das im Zentralalpengebiet Gesamtmengen von etwa 150 mm (+- 50 mm) und Intensitäten von 15 - 30mm/3h erforderlich waren um die Murgänge auszulösen. Dass relativ geringe Intensitäten erforderlich notwendig sind, zeigen die zahlreichen kleinen Murgangspuren in den Schuttkörpern des Hochgebirges. Um aber grössere Schichten zu sättigen, sind grosse Summen notwendig und diese sind in der Kombination mit erhöhten Niederschlagsintensität selten. Um die quantitativen Aussagen zu verbessern wird noch viel Arbeit notwendig sein, gilt es doch in einem variablen und dynamischen System Schwellwerte zu finden. Hier ist ein weites Forschungsgebiet offen.

Fluviatiler Festofftransport

Der Feststofftransport in den Gerinnen ist ein eher langsamer Prozess. So wurden in die Steilstrecke der Reuss zwischen Andermatt und Amsteg rund 400.000 m3 Geschiebe (Korndurchmesser > 5mm) eingebracht, aber nur höchstens 10% dieser Menge wurden, während der 30 Stunden der grössten Abflüsse, an den unterhalb liegenden Abschnitt der Reussebene abgegeben. In der Schluchtstrecke fanden gewaltige Umlagerungen statt. Lokal wurde erodiert, aber gesamthaft wurde in diesem Abschnitt abgelagert. Diese Aussage gilt nur für die Geschiebefraktion. 700,000 bis 1,000,000 m3 Feinmaterial wurden, teils auf den überschwemmten Feldern, teils im Delta abgelagert.
Das Phaenomen der Umlagerung wurde auch in den meisten der untersuchten Wildbäche beobachtet. Trotz der grossen am Schwemmkegel abgelagerten Mengen, fand sich in den Wildbächen auch nach den Unwettern 1987 noch genügend Lockermaterial um jederzeit wieder ein gleich grosses Ereignis zu erzeugen. Dies bedeutet, dass von der "Jack pot" Theorie, zumindest von der reinen bildlichen Form, Abschied genommen werden muss. Diese besagt, dass sich im Laufe der Zeit im Gerinne Material aus den Hängen ansammelt. Während der grossen Hochwasser würde dann das Gerinne geräumt. Die Beobachtungen deuten jedoch auf die erwähnten Umlagerungen. Das Hochwasser bringt reichlich Material aus den Hängen ins Gerinne und aus diesem wird Geschiebe auf den Schuttkegel transportiert.

Eines zeigten uns die Hochwasser 1987 deutlich. Auch der Fluss braucht Lebensraum. Wird er ihm nicht gewährt, sucht er sich einen und erodiert erbarmungslos die Ufer, was zu Einstürzen von Häusern führte. Es ist ein Fehler der klassischen Ingenieurbauweise, das Ziel in der möglichst raschen Ableitung des Wassers zu suchen. Dies führte zu den berüchtigten kanalisierten Gerinnen und hat seine Berechtigung in ebenen Gebieten zur Schaffung von Vorflut.

Im Berggebiet ist es die Energie des strömenden Wassers, die den Schaden verursacht. Diese muss vernichtet werden. Am besten durch Ausnützen der natürlichen Meandrierung, das Flussbett verbreitern statt vertiefen und so - in der Sprache der Hydrauliker - die Reibungsverluste zu maximieren statt zu minimieren. Dies bedingt aber Platz. Hier treffen sich die Anliegen des Hochwasserschutzes mit jenen des Naturschutzes. So kann sich im ungeschützten Vorland eine angepasste Fauna und Flora entwickeln, denn die grossen Hochwasser, in denen der Fluss die maximalen Breiten erreicht, sind selten. Damit sind wir auch schon langsam bei der Frage "Was ist zu tun ?" bzw. "Wie ist was zu schützen ?"

4.2 Schadensstrukturen

Auch in Bezug auf die Frage "Was ist zu schützen" kann man aus den Hochwassern 1987 einige Lehren ziehen. Vergleichen Sie in Abb. 6 die Schadenkategorien der Hochwasser 1868 und 1987, die in etwa das gleiche Gebiet betrafen. Sie sehen wie der Schadenanteil von Land und Kulturen von 56 % auf 9% zurückging und der Anteil der Infrastrukturen von 8% auf 50% anstieg, nimmt die Kategorien Strassen, Bahnen, PTT zusammen.

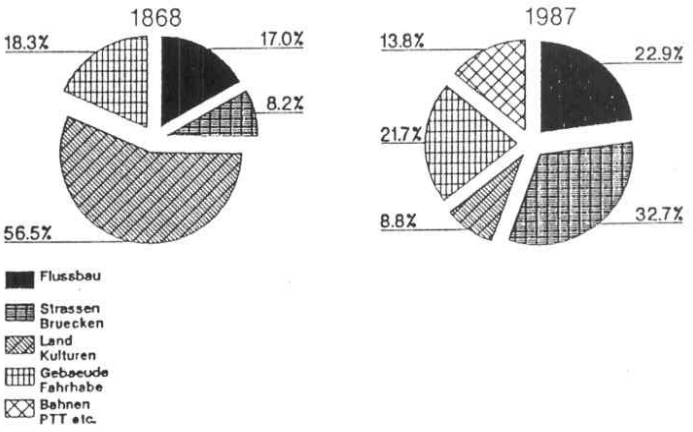


Abb. 6. Vergleich der Schadenkategorien zwischen den Hochwassern 1868 und 1987. Die Verschiebung der Schadenanteile wiederspiegelt die wirtschaftliche Entwicklung.

Dies entspricht der volkswirtschaftlichen Entwicklung. In einer Zeit, in der Lagerhaltung als unnötiger Kostenfaktor vermieden wird, sind wir auf sichere, rasche Verbindungen angewiesen. Auf diesem Sektor haben wir investiert und auf diesem Sektor wurden wir getroffen. Hier sind wir empfindlich, denn Linienelemente wie Strassen und Bahnen müssen auch gefährdete Räume durchqueren und dann ist deren vollständiger Schutz entweder unmöglich oder sehr teuer.

Sind wir dadurch verletzlicher geworden ? Sicher ist: Bei gleich bleibender Anzahl und Intensität von Naturereignissen steigt die Schadensumme. So verursachten die Hochwasser des Jahres 1868 einen Gesamtschaden von etwa 15 Mio Fr, bereinigt man den Geldwert so erhält man einen Summe von etwa 150 - 250 Mio Fr je nach angewandter Methode der Inflationsberechnung. Aber, in den vergangenenen 120 Jahren hat sich nicht nur die Bevölkerung verdoppelt. Die Schweizer Wirtschaft ist als gesamtes stärker geworden. Bedeutete 1868 der Verlust von Ernte und Kulturland unmittelbar Hunger und Not, so könnten heute Nahrungsmittel eingeflogen werden. Die Möglichkeiten die Schäden von Naturkatastrophen zu lindern sind gestiegen. So erklärt sich auch, dass 1987 die Folgen der Unwetter trotz der Vielfach grösseren Schadensumme (1300 Mio. sFr.) relativ rasch überwunden wurden. Setzt man die Schäden des Jahres in Relation zum damaligen Volkseinkommen so erhält man einen Verlust von mindestens 4 Arbeitstagen, während die Schäden des Jahres 1987 nur dem Verlust von etwa 2 Arbeitstagen entsprachen. Investitionen in Bauten, Infrastruktur und Wohnkomfort erhöhen Schadensumme, nicht aber unbedingt die Betroffenheit.

Aber nicht nur die wirtschaftliche Stärke des Landes hat die Schäden erträglicher gemacht. Mit Sicherheit haben die Schutzmassnahmen beitragen, dass 1987 deutlich weniger Todesopfer und zerstörte Gebäude als 1868 zu beklagen waren. Dass in der Nacht vom 24. auf den 25. August im Kanton Uri, bei 500 betroffenen Gebäuden, keine Todesopfer zu beklagen waren, ist sicher ein Verdienst der äusserst effektiven Rettungs- und Hilfsmassnahmen.

Ein immer wieder gehörter Vorwurf ist, dass wir mangels entsprechender Naturbeobachtung und/oder im blinden Vertrauen auf die Machbarkeit des technischen Schutzes immer wieder in gefährdeten Räumen Bauten errichten und so das Schadenpotential mutwillig erhöhen. Der Vorwurf trifft sicher in vielen Fällen zu. Aber 1987 waren nicht nur neue Gebäude betroffen. In Uri waren zwar mehr als 60% der betroffenen Gebäude nach 1970 erbaut. Dies darf nicht dahingehend interpretiert werden, dass neue Gebäude erhöht gefährdet sind, denn es gibt eben mehr neue Gebäude. Die Altersverteilung der geschädigten Gebäude entspricht ziemlich genau dem Gesamtdurchschnitt der vorhandenen Gebäude. Hier ist streng zwischen den häufigen Hochwassern, die vor allem leichtsinnig in Gefahrenzonen gebaute Gebäude betreffen, und den wirklichen seltenen Hochwassern, die immer wieder unseren Siedlungsraum verwüsteten, unterscheiden. Denn Hochwasserkatastrophen gab es immer, auch als der Bevölkerungsdruck noch nicht so stark war. Die Geschädigten des 19. oder des 16. Jahrhunderts lebten offensichtlich auch nicht an sicheren Orten. Dies soll keineswegs ein Freibrief für Bauten in hochwassergefährdeten Gebieten darstellen, sondern es soll nur darauf aufmerksam

machen, dass wir durch eine geordnete Raumnutzung viel, aber nicht alles erreichen können. Ein Restrisiko bleibt immer, oder nach Erich Kästner "Leben ist immer lebensgefährlich".

5 Was ist zu tun

So vielschichtig wie die Ursachen, so vielschichtig müssen die Massnahmen sein. In komplexen dynamischen Systeme gibt es keine eindeutigen Antworten und keine Allerweltsheilmittel.

Die Priorität der Massnahmen muss immer zuerst in der Schadenvermeidung liegen. Dies bedeutet in gefährdet Räume wertvolle Nutzungen zu vermeiden. Dies ist aber nicht immer möglich (z.B. Verkehrswege durch gefährdete Gebiete). Ferner leben wir nicht von der vermiedenen Schäden, sondern von den realisierten Gewinnen. Wir können es uns nicht leisten, Räume nicht zu nutzen nur weil einmal in 50 oder 100 Jahren ein Schaden auftreten könnte. Aber wir müssen Sorge tragen, dass diese eventuellen Schäden nicht tödlich sind. Das heisst eine Toleranz gegenüber kleineren, häufigeren Schäden, aber eine Schutz vor Katastrophen.

Wir müssen lernen einzusehen, dass Naturereignisse immer wieder unsere Vorstellungen übertreffen. Es gibt nur ein Mittel, der Gewalt der strömenden Wasser zu widerstehen und das heisst dem Gewässer genügend Raum lassen. Wasser kann gelenkt werden, aber es kann nicht durch ein enges Nadelöhr gezwängt werden.

Der klassische Wasserbau sieht eine Auslegung der Bauten auf das sogenannte "Bemessungshochwasser" vor. Dieses, meist ein Ereignis mit einer Wiederkehrperiode von 50 bis 100 Jahren, soll schadlos abgeleitet werden. Über das Verhalten des Gewässers bei grösseren Hochwassern machte man sich keine Gedanken. Die Hochwasser 1987 haben uns in Erinnerung gerufen, dass auch diese Bemessungshochwasser durchaus übertroffen werden können und dass gerade dann, der höchste Schutzbedarf besteht. Bei den ausserordentlichen Hochwassern geht es um die Existenz und nicht nur um die Vermeidung von Sachschäden. Deshalb dürfen unsere Überlegungen nicht beim Bemessungshochwasser aufhören. Wir müssen sicher stellen, dass auch bei grösseren Hochwassern keine lebenswichtigen Teile vernichtet werden. Keinenfalls darf aber gleichzeitig verlangt werden, dass auch diese Hochwasser schadensfrei abgeleitet werden. Dies würde zu starken Belastungen der Gewässer führen und lässt sich auch wirtschaftlich, wegen der Seltenheit der Ereignisse, nicht rechtfertigen.

6 Schlussfolgerungen

Die Hochwasser 1987 haben uns wieder gelernt, dass ein Bemessungshochwasser auch wenn es mit modernsten Methoden bestimmt wird, durchaus von den Naturereignissen übertroffen werden kann. Ein vollständiger Schutz war und wird nicht möglich sein. Wir müssen aber:

- Gefährdung von Menschleben auch bei Extremereignissen vermeiden.
- Lebenswichtige Objekte auch bei Extremereignissen durch gezielten Objektschutz funktionsfähig erhalten.

- Bauliche Massnahmen zur Lenkung des Wassers den Prozessen (Ausufern, Ufer- und Sohlerosion, Geschiebeablagerung, Murgänge) anpassen.
- Den Gewässern genügend Raum lassen, dass die zerstörerischen Kräfte abgebaut werden können. Im Gebirge ist nicht Abflussbeschleunigung, sondern die Energievernichtung das primäre Ziel der Schutzbauten.
- Wieder lernen mit dem Risiko zu leben, das heisst Schaden, wo er kalkulierbar ist zu akzeptieren aber auch sicher zu stellen, dass wir Katastrophen überleben. Denn in den Alpen ist der Prozess der Landschaftsbildung noch nicht abgeschlossen und so werden wir noch manche Veränderung erfahren müssen, die nicht mit unseren heutigen Nutzungen im Einklang ist.

Literaturverzeichnis:

BWW, 1991,Ursachenanalyse der Hochwasser 1987,Ergebnisse der Untersuchungen; Mitt. des Bundesamt für Wasserwirtschaft Nr.4, EDMZ Bern Nr804.304

BWW, 1991,Ursachenanalyse der Hochwasser 1987,Schlussbericht; Mitt. des Bundesamt für Wasserwirtschaft Nr 5, EDMZ Bern Nr804.305 (deutsch und französisch verfügbar)

Adresse des Autors

Dr. Armin Petrascheck
Bundesamt für Wasserwirtschaft
Effingerstrasse 77
Postfach
CH-3001 Bern
Schweiz