

# Entwicklung und Ursachen der Hochwasserkatastrophen in jüngster Zeit

Heinz Schiller

## 1. Vorbemerkung

Eingang ist es notwendig zu definieren – Was unter einer Hochwasserkatastrophe verstanden werden soll, und – wie dieses Thema im Zusammenhang mit dem übergeordneten Generalthema „Wasserbau – Entscheidung zwischen Natur und Korrektur“ zu sehen ist.

Als Katastrophe bezeichnen wir gemeinhin ein Ereignis, bei dem große Schäden an Sachwerten entstehen, bei denen Menschen verletzt oder gar getötet werden, z. B. Brandkatastrophe, Explosionskatastrophe, Schiffskatastrophe, Flugzeugkatastrophe usw. Eine Hochwasserkatastrophe ist demnach ein Hochwassereignis, bei dem es zu solchen Folgen kommt. Da eine große Zahl von Fluß- und Bachtälern sowie von Schuttkegeln, auf denen Wildbäche verlaufen, heutzutage dicht besiedelt sind, braucht es dazu manchmal gar keines sehr großen Hochwassers. Wäre unser Land nicht von Menschen bewohnt, so wäre es kaum berechtigt, die Folgen großer Naturereignisse als Katastrophen zu bezeichnen. Die Natur ist immer Veränderungen unterworfen, die sich vielfach nicht stetig, sondern in kleinen Sprüngen vollziehen. Ein Bergrutsch, die Verlegung eines Flußlaufes usw. gehören nun einmal zum Naturgeschehen, auch wenn dabei Pflanzen und Tiere beschädigt oder gar vernichtet werden.

Die Gewässerkunde ist eine Wissenschaft, die versucht, Naturvorgänge und – Zusammenhänge – zu beobachten und zu beschreiben. In der Gewässerkunde gibt es den Begriff eines Katastrophenhochwassers nicht. Hier versucht man den Zusammenhang zwischen der Größe und der Auftrenshäufigkeit von Hochwassern zu bilden und die Ursachen der Hochwasser zu ergründen. In die Sprache der Gewässerkunde übersetzt, sollen somit die Entwicklung und die Ursachen von großen und seltenen Hochwassern behandelt werden.

Auf der Einladung zu diesem Seminar werden gleich anschließend an das gestellte Thema die Ziele der Veranstaltung erläutert.

Darin wird die Frage gestellt, ob es Zusammenhänge gibt zwischen den Ursachen und dem Ablauf großer Hochwasser und dem menschlichen Wirken in Natur und Landschaft. Eventuell sollte diese Frage nicht nur auf die großen Hochwasser beschränkt, sondern auf das gesamte Hochwassergeschehen ausgedehnt werden, denn es könnte ja durchaus sein, daß die Auswirkungen menschlicher Eingriffe mit zunehmender Größe der Hochwasser abnehmen.

## 2. Eishochwasser

Die Natur hat ein umfangreiches Repertoire, um große und größte Überschwemmungen zu verursachen. Dazu ist es nicht einmal erforderlich, daß es regnet oder Schnee schmilzt. Der letzte Winter hat uns mit seinen Frostperioden wieder einmal vor Augen geführt, daß ein Flußbett nur so lange zuzufrieren braucht, bis sich das Wasser einen anderen Weg suchen muß, oder die angesammelten Eismassen das Wasser aufstauen. Wenn dazu noch ein kleineres oder gar größeres Hochwasser kommt, können solche Eisversetzungen katastrophal werden. Von einer durch Eis verursachten Überschwemmungskatastrophe ist mir aus den letzten Jahrzehnten in Mitteleuropa nichts bekannt. Es gab zwar zahlreiche kleinere und größere Schwierigkeiten mit Eis, z. B. im letzten Winter an der Sempt, einem kleinen Grundwasserfluß östlich von München, im langen Winter 1962/1963, bei den Hochwassern im März 1956 und im Januar 1979 sowie in den Wintern 1947/1948 und 1928/1929. (Abb. 1-3) Große Eishochwasser sind nur aus früheren Jahrhunderten bekannt. Wenn die Frage nach einer eventuellen menschlichen Beeinflussung von Hochwassern gestellt wird, dann soll dies auch für Eishochwasser geschehen.

## 3. Das Hochwasser am 21. Juni 1984 im Main-Tauber-Kreis

Das Hochwasser wurde durch ein Unwetter verursacht, in dessen Zentrum innerhalb von 2-3 Stunden bis zu rd. 200 mm Niederschlag fielen (Abb. 5). Die gesamte überregnete Fläche war mit rd. 200 qkm für ein Unwetter verhältnismäßig groß. Das dadurch ausgelöste Hochwasser verursachte große Zerstörungen mit einem Gesamtschaden von rd. 57 Mill. DM. Das Hochwasser begann mit einer etwa 1 m hohen Welle, die sich im Talgrund der Tauber und der betroffenen Nebenbäche hinabwälzte. Das Hochwasser begann so rasch, daß viele Menschen Mühe hatten, sich in obere Stockwerke oder auf Bäume zu retten. Es grenzt nahezu an ein Wunder, daß keine Menschenleben zu beklagen waren. Viele in den Ställen untergebrachte und angebundene Tiere ertranken. Eine große Menge von Treibzeug verklauerte Durchlässe und Brückenöffnungen, wodurch der ohnehin sehr hohe Wasserstand nochmals zum Teil erheblich gestaut wurde (Abb. 4). Dem Niederschlagsereignis wird – bezogen auf seinen Kernbereich – eine Häufigkeit von seltener als 100 Jahren zugeordnet. Im Hauptunwetterbereich von

rd. 3 qkm traten Hochwasserabflußspenden von 8-12 cbm/Sek. x qkm auf.

Der Taubergrund scheint eine gewisse Anziehungskraft für solche Unwetter zu haben. Vom 29. Mai 1911 ist aus Paimar ebenfalls eine solche Hochwasserkatastrophe bekannt. In der Zusammenstellung von Wundt aus dem Jahre 1949 über die größten Abflußspenden auf der Erde ist das Taubertal gleich dreimal mit außerordentlich hohen Abflußspenden vertreten. Diese Wundt'sche Zusammenstellung könnte durch weitere, bisher bekannt gewordene Beobachtungen in unserem Raum noch erweitert werden. Aus dem bayerischen Hügelland sind einige Beobachtungen vorhanden mit Abflüssen von 20-30 cbm/Sek. x qkm für Flächen unter 1 qkm. Einer der größten spezifischen Abflüsse wurde am 24. Mai 1975 in der Nähe von Donauwörth mit rd. 60 cbm/Sek. aus nur rd. 3 qkm beobachtet. Das sind Abflüsse wie im Hochgebirge.

Die verursachenden Niederschläge betragen meist um 100-200 mm in verhältnismäßig kurzer Zeit. Wenn man die Grenzkurve der großen Niederschläge betrachtet, die bisher auf der Erde beobachtet wurden, so muß man feststellen, daß bis zu einer Niederschlagsdauer von 3 Stunden auch aus unseren Breiten Beobachtungswerte enthalten sind. Es handelt sich dabei um Niederschläge von rd. 100 mm in 8 Minuten bis zu rd. 600 mm in 3 Stunden. Augenzeugenberichte über extreme Sturzregen besagen übereinstimmend, daß dabei das Wasser zentimeterhoch über das Gelände abläuft. Mit einem gewissen Staunen wird hinzugefügt, daß das Wasser sogar am Waldboden ebenso auf der Oberfläche abläuft wie im freien Gelände.

#### 4. Die Rheinhochwasser vom April und Mai 1983

Im Frühjahr 1983 liefen innerhalb kurzer Zeit zwei größere Hochwasser in Rhein und Mosel ab, und zwar vom 11. bis 15. April und vom 25. bis 31. Mai. Beide Hochwasser waren in etwa gleich groß (Abb. 6). Aufgrund langjähriger Statistik handelte es sich dabei um 20-30 jährliche Ereignisse. Damals wurde in weiten Kreisen der Bevölkerung die Frage nach den Ursachen aufgeworfen, so daß dieses Hochwasser hinsichtlich Entstehung und Ablauf besonders gründlich untersucht wurde. Besonders ungewöhnlich erschien die kurze Aufeinanderfolge von zwei solchen, verhältnismäßig großen Hochwassern. Es ergab sich, daß es nach ihrer Ursache typische Winterhochwasser waren, da in beiden Fällen vom Oberrhein so wenig Abfluß kam, daß er kaum die Bezeichnung „Hochwasser“ verdient. Beide Hochwasser entstanden wie ein schon zu Ende des vergangenen Dezembers abgeflossenes kleineres Ereignis durch kräftige Niederschläge im Schwarzwald, den Vogesen und im oberen Einzugsgebiet der Mosel. Durch die jeweils reichlichen vorangegangenen Niederschläge war der Boden so stark gesättigt, daß auch ohne eine Bodenversiegelung durch Frost oder durch tauende Schneedeck-

ken das Niederschlagswasser fast vollständig abließ. Daraus erklären sich auch die jeweils verhältnismäßig kurzen Konzentrations- bzw. Anlaufzeiten, vor allem an der Mosel.

Nachdem die Niederschläge im März 1983 bereits deutlich über dem langjährigen Mittel lagen, fielen in den 6 Tagen vom 4. bis 9. April in großen Gebieten des Schwarzwaldes zwischen 120 und 130 mm mit Spitzenwerten bis zu 180 mm und in den südlichen Vogesen am Oberlauf der Mosel bis zu 330 mm mit Tagesspitzenwerten bis zu 70 mm. Mit weiteren Niederschlägen bis zum 14. April ergaben sich für die erste Hälfte des April, Gesamtniederschläge im Main- und Neckargebiet von 75-150 mm, im Schwarzwald und in den Vogesen bis über 200 mm, im Einzugsgebiet der Saar rd. 100 mm und am Oberlauf der Mosel bis über 400 mm. Das sind 150 bis über 300 % der sonstigen im gesamten April fallenden Regenmenge (Abb. 7-8).

Weitere Niederschläge geringer Intensität ließen daran anschließend die hohe Wassersättigung des Bodens anhalten. Der 5. Mai war der einzige Tag dieses Monats, der überwiegend niederschlagsfrei war. Im Zeitraum vom 15. bis 19. Mai fielen im Mittel etwa 100 mm, am Oberlauf der Mosel sogar bis zu 200 mm Niederschlag. Statt der bisherigen Westwetterlage begann sich ab 23. Mai eine Vb-artige Süd-Ostwetterlage zu entwickeln. Die sogenannte Vb-Wetterlage, deren Bezeichnung aus einem früheren Versuch Wetterlagen zu klassifizieren noch erhalten geblieben ist, wird uns noch bei anderen Hochwassern beschäftigen. Im Warmsektor von Tiefdruckgebieten, die vom Golf von Genua aus in nördlicher Richtung über die Alpen ziehen, wird sehr warme – und wasserdampfreiche Luft aus dem Mittelmeerraum nordwärts geführt. Bei langsamer Wanderungsgeschwindigkeit können die Niederschläge tagelang anhalten und größere Hochwasser vom Alpenraum bis zum Einzugsgebiet der Oder verursachen. Am Alpenrand ist diese Wetterlage häufig mit aus westlicher und nordwestlicher Richtung kommenden Stauniederschlägen verbunden.

Diese Vb-artige Wetterlage verursachte damals im Rheingebiet kräftige Niederschläge mit größten Tageswerten von wiederum über 70 mm. Insgesamt fielen vom 20. bis 29. Mai 1983 im Mosel- und Rheingebiet bis Worms zwischen 75 und 100 mm, im Schwarzwald mehr als 100 mm und am Oberlauf der Saar mehr als 200 mm (Abb. 9). Da die Aufeinanderfolge von 2 größeren Hochwassern innerhalb von 6 Wochen als sehr ungewöhnlich erschien, wurde nach ähnlichem in der Vergangenheit geforscht. Es stellte sich heraus, daß eine solche Duplizität der Ereignisse in den vergangenen 100 Jahren noch weitere viermal auftrat:

Am 28. November 1882 und 31. Dezember 1882, am 31. Dezember 1919 und 16. Januar 1920, am 01. Januar 1948 und am 17. Januar 1948 sowie am 12. Februar 1958 und am 27. Februar 1958.

Wie wir an weiteren Beispielen sehen werden, gehört es zum Repertoire der Natur, daß oft lange Perioden ohne wesentliche Hochwasser sind und dann mehrere große Ereignisse hintereinander auftreten können.

### **5. Das Donauhochwasser Februar 1980 in Baden-Württemberg**

Das Hochwasser vom 4. bis 7. Februar 1980 ist das größte Winterhochwasser und mit Ausnahme einer kurzen Strecke das größte Hochwasser überhaupt, das seit Beginn der gewässerkundlichen Beobachtungen im Jahre 1922 in Baden-Württemberg aufgetreten ist. Es war über die gesamte Flußstrecke oberhalb von Ulm ein etwa 50jähriges Ereignis, das einen Gesamtschaden von rd. 30 Mill. DM verursachte.

Vor dem Hochwasser bestand im gesamten Donauebiet eine Schneedecke, deren Stärke von Westen, z. B. 60 cm bei Furtwangen, nach Osten hin, z. B. 20 cm bei Berg abnahm. Ende Januar waren etwa 2/3 des Einzugsgebietes von einer Schneedecke von im Mittel 30 cm und 1/3 des Einzugsgebietes von einer Schneedecke von im Mittel 10 cm bedeckt. Der Witterungsverlauf wurde vom 1. bis 7. Februar von einer Westwetterlage geprägt. In einer kräftigen Höhenströmung wurde feuchte Meeresluft herangeführt, die im Grenzbereich zu kalter Luft ausgiebige und langanhaltende Niederschläge verursachte. Die Schneefallgrenze stieg auf 1.000 m, so daß es bis in die Gipfellagen der Mittelgebirge regnete. Die höchsten Niederschläge gingen dort nieder, wo schon am meisten Schnee lag. Zu den 60 cm Schnee bei Furtwangen kamen noch 200 mm Regen. Die mittleren Niederschläge waren allerdings wesentlich geringer. Drei Viertel des Einzugsgebietes wurden mit 50-100 mm überregnet. Am 7. Februar, also nach Ende des Regens, war fast kein Schnee mehr vorhanden. Intensive Niederschläge und gleichzeitige Schneeschmelze waren die Ursache dieses Hochwassers, bei dem die obersten 500 qkm des Einzugsgebietes einen spezifischen Abfluß von rd. 0,5 cbm/Sek. x qkm hervorbrachten.

### **6. Winterhochwasser bei gefrorenem Boden**

Wenn bei einem Winterhochwasser zu Schneeschmelze und Regen noch ein weiterer ungünstiger Faktor hinzutritt, nämlich gefrorener Boden, so können spezifische Abflüsse aus Flächen von 500 qkm bis über 1 cbm/Sek. x qkm entstehen. Ein größeres Hochwasser, bei dem es auf gefrorenem Boden stark schneite und dann noch ergiebig regnete, ist bei uns in den letzten Jahrzehnten nicht mehr aufgetreten. Eine Erinnerung, daß solche Hochwasser immer noch möglich sind, brachte das Weihnachtshochwasser der Itz des Jahres 1967, das die Stadt Coburg unter Wasser setzte. Damals hatte in dem nur 365 qkm großen Einzugsgebiet eine derartige Kombination von gefrorenem Boden, einer Schneedecke von 20-30 cm mit etwa 40 mm Wassergehalt und nur etwa 55 mm Regen in 2 Tagen eine steile Hochwas-

serwelle ausgelöst. Es war das größte Hochwasser seit Beginn der gewässerkundlichen Beobachtungen im Jahr 1926. Ihm wird eine Häufigkeit von etwa 100 Jahren zugeordnet. Typische extreme Winterhochwasser mit gefrorenem Boden, viel Schnee und intensiven Niederschlägen waren das Hochwasser vom Februar 1909 und das von Ende März 1845. Beim Hochwasser 1909 war im Fränkischen Jura sogar der Karst zugefroren. Da in den Dolinen kein Wasser mehr in die Erde versinken konnte, wurde z. B. die Ortschaft Perletshofen fast 2 m hoch überschwemmt, wobei das Vieh in den Ställen zugrunde ging.

Am 24. März 1845, einem Ostersonntag, so berichtet die Chronik von Vilshofen an der Donau, feierte die Bevölkerung ein Fest auf der noch zugefrorenen Donau. Da sich nach einer längeren Frostperiode auf schneefreiem Boden und anschließenden starken Schneefällen das kommende Unheil bereits angekündigt hatte, waren z. B. auf Anordnung der Regierung der Oberpfalz die bedrohten Ortschaften in der Donauniederung vorsorglich mit Kähnen und Lebensmitteln versorgt worden. Das darauffolgende Hochwasser, so wird berichtet, war etwa ebenso groß wie das Eishochwasser des Jahres 1784. Es ist das größte Winterhochwasser an Main und Donau seit dieser Zeit geblieben.

### **7. Das Donauhochwasser vom Juni 1965**

Bei diesem Hochwasser hat die Vorgeschichte einen besonders großen Einfluß. Der Winter des Jahres 1964/1965 war sehr niederschlagsreich gewesen; und zwar mit bis zu 50 % über dem langjährigen Mittel. Wegen der dazu noch verhältnismäßig niedrigen Temperaturen hatte sich bis Ende April in den mittleren und hohen Gebirgslagen der Alpen eine außergewöhnlich hohe Schneedecke aufgebaut. Die kühle und niederschlagsreiche Witterung fand im Mai ihre Fortsetzung. Bevor es Ende Mai zu den ersten Hochwasserregen kam, waren örtlich die langjährigen Niederschlagssummen des Mai schon bis zum Doppelten überschritten worden. Der Boden war zu diesem Zeitpunkt mit Feuchtigkeit übersättigt und für die anschließenden großen Regenfälle nicht mehr aufnahmefähig. Dazu kamen noch die hohen Schneevorräte im Gebirge. Ende Mai entwickelte sich eine typische Vb-Wetterlage. Während in den unteren Luftschichten von Nordwesten einströmende kühle Meeresluft zu Stauniederschlägen am Gebirgsrand und im Alpenvorland führte, kam es in der Höhe zu einer Zufuhr feuchtwarmer Meeresluft aus südlicher Richtung. In der ersten sechstägigen Niederschlagsperiode vom 28. Mai bis 2. Juni wurde der bayerische Alpenrand mit 100 bis 150 mm und das Alpenvorland mit 50 bis 100 mm überregnet. Dies führte zu einer ersten kleinen Hochwasserwelle. Nach weiteren, meist schauerartigen Niederschlägen entwickelte sich am 8. Juni nochmals eine Vb-Wetterlage, die diesmal in nur 3 Tagen wesentlich höhere Regenfälle verursachte. In der Zeit vom 9. bis 11. Juni fielen am bayerischen Al-

penrand im Mittel 150-200 mm, mit einem Schwerpunkt im Chiemgau mit rd. 350 mm. Die zweite Hochwasserwelle war dementsprechend weit größer. Außer den intensiven Niederschlägen auf wiederum gesättigten Boden hat zu diesem Hochwasser auch noch die Schneeschmelze beigetragen.

Da das Einzugsgebiet der oberen Donau verhältnismäßig stark überregnet war und die Hochwasserscheitel von Donau und Lech aufeinander trafen, wurde in Ingolstadt ein außerordentlich hoher Scheitelabfluß von etwa 25-jährlicher Häufigkeit erreicht. Naab und Regen führten nur wenig Hochwasser. Deshalb flachte sich die Donauwelle in Regensburg auf etwa ein 7-jährliches Ereignis ab und stieg dann durch den Zufluß der Isar wieder auf ein 10-jährliches Ereignis an. Da ein 5-jährliches Hochwasserereignis des Inn auf eine verhältnismäßig hochgehende Donau traf, entwickelte sich unterhalb der Einmündung des Inn ein 20- bis 25-jährliches Hochwasser, das sich bis Wien auf ein 15-jährliches Ereignis wieder abflachte (Abb. 10). Durch die starke Schneeschmelze im Hochgebirge entwickelte sich ab dem 22. Juni im Inn, zwischen Innsbruck und Kufstein, eine dritte, größere Hochwasserwelle von etwa 20- bis 25-jährlicher Wiederkehr, die in diesem Talabschnitt weite Überschwemmungen verursachte. Diese dritte Hochwasserwelle des Inn erfuhr allerdings keine weiteren Verstärkungen beim Durchbruch durch den Alpenrand, so daß sie sich bis Passau zu einem 2-jährlichen Hochwasser abflachte.

Das herausragende Merkmal dieser langen Hochwasserperiode war die große Wasserfracht, bzw. Fülle, die bis über 50 % der mittleren Jahreswasserfracht erreichte.

Die vorhandenen natürlichen und künstlichen Speichermöglichkeiten waren so sehr in Anspruch genommen, daß sie eine hohe Grundlast abgeben mußten und die Zuflüsse nicht mehr so stark dämpfen konnten, wie bei anderen Ereignissen. Die Seen erreichten seit Jahrzehnten nicht mehr beobachtete Höchststände. Während aus der Ammer nur ein etwa 15- bis 20-jährlicher Hochwasserscheitel in den Ammersee einströmte, kam es an seinem Auslauf in der Amper wegen des hohen Seestandes zu einem bis zu 100-jährlichen Hochwasserscheitel.

### **8. Die Hochwasser der Jahre 1965 und 1966 an Drau, Mur und Raab**

In den nassen Jahren 1965 und 1966 traten nicht nur bei uns in Bayern, sondern auch in den angrenzenden Alpenländern, vor allem in Österreich, zahlreiche z. T. extreme Hochwasser auf. Die in diesen Jahren an Drau, Mur und Raab aufgetretenen Hochwasser sind ein Beispiel dafür, welche Häufung von Hochwasserereignissen innerhalb von kurzen Zeitperioden möglich ist. An der Raab hatte seit Ende April 1965 eine Folge von Vb-Wetterlagen drei größere und zwei kleinere Hochwasser ausgelöst (Abb. 10). Erst der sechste dieser Hochwasserregen am 31. Juli/1. August, bei dem Werte bis zu 165

mm Niederschlag in diesen zwei Tagen erreicht wurden, führte an der Raab und auch an der Mur zu den höchsten Hochwasserständen dieses Jahres. Außer großen Überflutungen traten noch Murgänge und Waldabbrüche auf. Die Häufigkeit dieser Ereignisse wird z. T. als 100-jährlich und seltener eingeschätzt. An der Drau verursachte dieses Niederschlagsereignis zunächst nur ein kleineres Hochwasser. Das Einzugsgebiet dieses Flusses lag dann aber im Zentrum der Niederschläge einer weiteren Vb-artigen Wetterlage am 1./2. September 1965, bei dem 2-Tageswerte bis zu 300 mm erreicht wurden. Hier war von Bedeutung, daß die Nullgradgrenze bei 3.000 m lag und es damit praktisch zu keinem Schneerückhalt kam. Die Tatsache, daß in diesem Gebiet bisher noch nie gemessene Niederschläge erreicht wurden, entsprach dem Abflußgeschehen, bei dem hier wie beim vorhergehenden Hochwasser an der Raab noch nie beobachtete Höchststände erreicht wurden. Ende September kam es nochmals zu einem kleineren, etwa 5-jährlichen Hochwasser an der Drau.

Im August und November 1966 traten in den Einzugsgebieten von Drau und Mur zwei weitere sehr große Hochwasser auf, die mit regionalen Unterschieden dieselbe Größenordnung wie das Hochwasser von Anfang September 1965 erreichten. Die Wetterlage vom 15. bis 18. August entsprach der von Anfang September 1965. Beide Male waren Höhentiefs maßgebend, wobei zunächst kalte Luft aus dem Norden einströmte und anschließend feuchte Warmluft aus dem Süden herangeführt wurde. Es wurden Tageswerte des Niederschlags von über 100 mm, 2-Tageswerte bis zu 220 mm und 4-Tageswerte bis nahe an 300 mm registriert. Das Hochwasser von Anfang November hingegen wurde durch eine reine Südwetterlage ausgelöst. Von einem Bodentief über dem westlichen Mittelmeer waren subtropische Luftmassen gegen die Alpen herangeführt worden, die dann im Wirkungsbereich einer in großen Höhen vorhandenen Strahlströmung mit Windgeschwindigkeiten bis etwa 200 km pro Stunde nach Norden weiter verfrachtet wurden. Im Hauptniederschlagsfeld wurden am 3./4. November zwei Tageswerte bis zu 300 mm erreicht. Bei dieser Wetterlage traten auch in Italien große Überschwemmungen auf, z. B. in Florenz durch den Arno, in dessen Einzugsgebiet 2-Tagesniederschläge bis über 400 mm niedergingen. Da die Temperatur im Gebirge Anfang November schon verhältnismäßig tief war, dämpfte diesmal der Schneerückhalt in den höheren Lagen das Hochwasser etwas.

Bei der Serie der Hochwasser in den Gebieten von Drau, Mur und Raab wurden an sehr vielen Stellen die seit 1893 bis dahin erreichten Hochwasserstände z. T. mehr als einmal erreicht oder überschritten. Wir können besonders an diesem Beispiel erkennen, wie sporadisch große Hochwasser in der Natur auftreten können.

Bei so großen Hochwassern treten im Gebirge nicht nur Überschwemmungen, sondern je nach örtlichen Verhältnissen mehr oder weniger zahlreiche und große Murgänge, Hangrutschungen und Waldabbrüche auf. Oftmals sind es gerade diese sekundären Vorgänge, die ein Hochwasser zu einer echten Katastrophe werden lassen.

### 9. Das Donauhochwasser vom Juli 1954

Bei diesem Hochwasser trat ebenfalls zunächst ein Vorregen auf, und zwar vom 27. Juni bis 6. Juli 1954. Er wurde bereits durch eine Vb-Wetterlage verursacht, die in diesem Zeitraum den Alpenrand mit 150-200 mm und das Alpenvorland sowie den Bayerischen Wald mit 50-100 mm überregnete. Er führte zu einem kleineren bis mittleren Hochwasser, das vom 2. bis 4. Juli ablief. Eine neuerliche Vb-Wetterlage verursachte ab 7. Juli einen fast 4 Tage anhaltenden Dauerregen, der ab 8. Juli durch ein Tief über Polen verstärkt wurde, das vor allem die starken Niederschläge im Bayerischen und Oberpfälzer Wald bewirkte. Der westliche Alpenrand mit den oberen Einzugsgebieten von Iller, Wertach, Lech und Ammer wurde mit 150-200 mm überregnet, also nicht höher als in der vorhergehenden Niederschlagsperiode. Der östlich daran anschließende Alpenrand erhielt dagegen 250-400 mm Niederschlag. Das Maximum wurde mit 488 mm im Priental gemessen. Der niederschlagsreichste Tag war der 8. Juli mit bis über 200 mm am Gebirgsrand und bis zu 140 mm im Bayerischen Wald. Entsprechend dieser Niederschlagsverteilung erreichte das Hochwasser in der Donau erst unterhalb der Einmündung von Naab und Regen eine außerordentliche Höhe. Es wuchs von einem 3-jährlichen Ereignis am Pegel Ingolstadt auf ein 15-jährliches Ereignis in Regensburg, steigerte sich auf ein über 50-jährliches Ereignis unterhalb der Einmündung der Isar und auf ein etwa 200-jährliches Ereignis nach der Einmündung des Inn.

Am Inn traf der Hochwasserscheitel wie meistens mit dem der Salzach zusammen. Die intensive Überregnung des unteren Einzugsgebietes ließ die Größe des Hochwassers weiter anwachsen, so daß es in Passau das Hochwasser von 1899 sogar knapp übertraf. Der Abflußscheitel des Inn wuchs von einem etwa mittleren Hochwasser in Reissach auf ein etwa 30-jährliches Ereignis vor Einmündung der Salzach und steigerte sich dann auf ein etwa 100-jährliches Ereignis in Passau. Die Hochwasserwelle des Inn läuft derjenigen der Donau meist um 2 bis 3 Tage voraus. Wegen der starken Überregnung des Bayerischen Waldes und des Niederbayerischen Hügellandes traf die Innwelle in Passau mit einer verhältnismäßig großen Hochwasserführung der Donau zusammen.

Der durch diese Überlagerung entstandene Hochwasserscheitel der Donau in Passau übertraf denjenigen des Hochwassers von 1899 und kam bis auf 60 cm an das bisher bekannte, größte historische, durch Hochwassermarken belegte Hochwasser vom August 1501 heran.

Bei diesem extremen Hochwasser, das sich in die Reihe der großen historischen Hochwasser einfügt, wurde allein in Bayern eine Fläche von rd. 150.000 ha überschwemmt. Außer einem Sachschaden von rd. 120 Mill. DM waren der Verlust von 12 Menschenleben zu beklagen.

### 10. Die großen Hochwasser der letzten Jahrzehnte im Vergleich mit historischen Hochwassern

Mit systematischen gewässerkundlichen Beobachtungen wurde in Europa Ende des 18. Anfang des 19. Jahrhunderts begonnen. Darüberhinaus gibt es an vielen Orten Berichte und Hochwassermarken über die großen Hochwasser vergangener Jahrhunderte. Verlässliche Hochwassermarken gehen bis etwa 500 Jahre zurück und Berichte bis etwa zum Jahre 1000 n. Chr.

Aus diesen Überlieferungen geht klar hervor, daß die zuvor beschriebenen Hochwasser zwar mehr oder weniger seltene Ereignisse sind, daß sie aber keineswegs abnormale Erscheinungen in der Geschichte der großen Hochwasser darstellen.

Wir sind hier an der Salzach, einem als sehr hochwassergefährlich bekannten Fluß. Im nahegelegenen Burghausen gibt es gut quantifizierbare Hochwassermarken und Berichte aus den vergangenen Jahrhunderten. Das größte Hochwasser seit Beginn der gewässerkundlichen Beobachtungen im Jahre 1826 war dort das bereits erwähnte Ereignis vom September 1899. Der damalige Höchstwasserstand stimmt mit der Oberkante der dortigen Hochwasserschutzmauer überein. Die Entstehung und der Ablauf dieses Hochwassers sind damals bereits gut beobachtet und dokumentiert worden. Der Schwerpunkt dieses Ereignisses lag etwas weiter im Osten als beim Hochwasser 1954. Es wurden damals Tagesniederschläge bis über 250 mm, 2-Tageswerte von über 400 mm, 3-Tageswerte bis 480 mm und 6-Tageswerte bis 650 mm gemessen. Dieses Hochwasser ist in Burghausen jedoch nur ein etwa 70-jährliches Ereignis. Es wurde in den vier vorhergehenden Jahrhunderten fünfmal überschritten. Der größte überlieferte Wasserstand aus dem Jahre 1598 lag um rd. 3,5 m höher als beim Hochwasser von 1899, also um 3,5 m über der Oberkante der dortigen Hochwasserschutzmauer.

Vom 21./22. Juli 1342 berichtet die Würzburger Chronik von einem außerordentlichen Wolkenbruch, welcher den Mainstrom so anschwellte, daß er unter anderem alle Brücken einschließlich der Steinernen Brücke in Würzburg fortriß. Das Wasser reichte damals bis an den Dom, also höher als bei allen anderen großen Hochwassern seit dem Jahre 1000, die fast alle Winterhochwasser waren.

In der Regensburger Chronik heißt es: „Vor St. Magdalena-Fest anno 1342 gab's ein so groß' Gewässer, daß man geglaubet, des wäre nach der Sündflut nie gewesen“

In den Chroniken von Passau und aus Kärnten ist es ebenfalls als katastrophales Hochwasser verzeichnet.

Vom Rhein wird berichtet, daß im Jahre 1342 im Mainzer Dom „Das Wasser einem Manne bis zum Gürtel stand“, daß fast die ganze Stadt Frankfurt überschwemmt war und man in Köln mit Booten über die Stadtmauer fahren konnte. In der „Chronologischen Geschichte der großen Wasserfluten des Elbstromes seit 1000 und mehr Jahren“ wird erwähnt, daß beim Juli-Hochwasser 1342 viele Moldau-Brücken zerbrachen, in der Stadt Pirna das Wasser bis an das Obertheil des Elbtores reichte und in Meissen ebenfalls die Brücke zerstört wurde.

Das große August-Hochwasser des Jahres 1501 wird am Inn, an der österreichischen Donau und wieder an der Elbe als extremes Ereignis beschrieben. Aus diesen Berichten läßt sich der Schluß ziehen, daß die Hochwasser vom Juli 1342 und August 1501 durch extreme großräumige Vb-Wetterlagen verursacht worden sind.

Die Chroniken sind auch voller Berichte über die Zerstörungen, die die großen Hochwasser der Vergangenheit angerichtet haben. Vor allem die Eishochwasser verursachten große Schäden. Bei einem solchen Hochwasser im Februar 1432 sollen an der österreichischen Donau 6000 Menschen ums Leben gekommen sein. Vom Eis-Hochwasser des Jahres 1879 wird berichtet, daß die Stadt Szegeed an der Theiß in wenigen Stunden buchstäblich vernichtet wurde. Von 5.585 Gebäuden bleiben nur 384 erhalten und 151 Menschen fanden den Tod. Hochwasserkatastrophen gab es also schon zu allen Zeiten. Nur ist das menschliche Gedächtnis so beschaffen, daß es die schlimmen Ereignisse gerne verdrängt.

Wie man sieht, hat die Natur ein reichhaltiges Repertoire an Möglichkeiten, um große Überschwemmungen zu erzeugen. Dabei ist kein Hochwasser genauso wie das andere. Man kann nach ihrer Entstehung nur gewisse Typen oder Strukturen unterscheiden. Die Ereignisse verteilen sich auch nicht annähernd gleichmäßig über Raum und Zeit, sondern es geht dabei sehr unstet zu. Es können 20, 30 ja 40 Jahre an einer Stelle vergehen, ohne daß ein auch nur annähernd größeres Hochwasser auftritt, das diesen Namen verdient, wie z. B. in der Zeit von 1900 bis 1939 am Pegel Wasserburg/Inn (Abb. 11). Und dann kommt es wieder zu einem gehäuften Auftreten großer Hochwasserereignisse, manchmal mehrerer Ereignisse in einem Jahr oder in zwei aufeinanderfolgenden Jahren.

Die Zeiträume, in denen größere Hochwasser eines bestimmten Typs nicht mehr auftreten, können sehr lange sein. Es ist z. B. seit 1909 kein größeres Schmelzhochwasser bei gefrorenem Boden mehr aufgetreten.

### **11. Anthropogene Einflüsse auf die Entstehung und den Ablauf großer Hochwasser**

Angesichts der gewaltigen Naturvorgänge, die zur Entstehung von großen Hochwasserereignissen führen, hat der Mensch kaum eine Chance, darauf einzuwirken. Anders

sieht es aus mit den vielen kleinen Hochwassern. Hier kann menschliches Wirken, z. B. durch Bodenversiegelung bei gleichzeitiger Entwässerung, durchaus einen größeren Einfluß haben. Dies gehört aber nicht zum heutigen Thema und es würde außerdem zu weit führen, genauer darauf einzugehen. Zwar hat der Mensch keine Möglichkeit, die Entstehung großer Hochwasser zu beeinflussen, wohl aber ihren Ablauf und zwar mit Ausbaumaßnahmen. Ob der Einfluß positiv oder negativ ist, läßt sich nicht grundsätzlich beantworten. Da der Mensch die meist sehr teuren Ausbauten ja nicht aus reiner Lust am Bauen durchführt, sondern damit stets einen bestimmten Zweck erreichen will, haben alle Ausbauten eine positive Wirkung in Richtung des angestrebten Zwecks. Ob dieser Zweck ganz oder nur teilweise erreicht wird, soll bei dieser Betrachtung außer Acht bleiben. Wie in der Medizin hat mancher Eingriff und mancher Wirkstoff eine oder sogar mehrere unliebsame Nebenwirkungen. Bevor man eine Maßnahme ergreift, wägt man normalerweise die positiven Wirkungen und die negativen Wirkungen gegeneinander ab. Bei vielen Wasserbauten ist es gar nicht möglich, von einer grundsätzlich positiven oder grundsätzlich negativen Nebenwirkung zu sprechen. Die Nebenwirkung kann bei dem einen Hochwasser positiv, bei einem anderen negativ sein. Die Hochwasserrückhaltung in einem natürlichen See ist für die unmittelbaren Unterlieger grundsätzlich positiv. Bei der Vereinigung von zwei Flüssen, dessen Hochwasserwellen normalerweise hintereinander ablaufen, wäre eine Verzögerung und Dämpfung der vorauslaufenden Welle für die Flußstrecke nach der Vereinigung von Nachteil; die nachfolgende Welle würde durch den später eintreffenden erhöhten Abfluß der gedämpften Welle vergrößert. Ein Flußausbau, insbesondere der Bau einer Staustufenkette, beschleunigt den Ablauf einer Hochwasserwelle. Eine solche Beschleunigung kann man mit Modellrechnungen, mit wasserbaulichen Modellen und Naturbeobachtungen beweisen. Als Beispiel hierfür wird die Beschleunigung der Hochwasserwellen am Inn seit dem Jahre 1900 angeführt. Hauptsächlich durch den Bau von Staustufen wurden die Laufzeiten der Hochwasserscheitel auf die Hälfte bis 1/3 der früheren Werte verkürzt (Abb. 12). Diese Verkürzung der Laufzeiten hat am Inn allerdings zwei Vorteile: Die früher sehr stark streuenden Laufzeiten wurden dadurch so vereinheitlicht, daß sich damit eine wesentlich genauere Hochwasservorhersage – bei allerdings im Durchschnitt kürzeren Warnzeiten – durchführen läßt. Da die Hochwasserscheitel des Inn denen der Donau im allgemeinen vorauslaufen, hat sich diese Beschleunigung, bezogen auf die Überlagerung mit den Donauhochwassern, günstig ausgewirkt. Mit der deutlichen Beschleunigung der Hochwasserwellen ist allerdings nur eine unerhebliche Vergrößerung der kleinen Hochwasser verbunden gewesen. Sie beschränkt sich auf die 1- bis 2-jährli-

chen Hochwasser und liegt mit etwa 10 % an der Grenze der Nachweisfähigkeit. Dieses Ergebnis ist allerdings auf den Inn beschränkt und läßt sich nicht, zumindest nicht ohne weiteres auf andere Flüsse übertragen.

Zum Hochwasserschutz von Talböden durch Flußausbau und Bedeichung läßt sich im allgemeinen feststellen: Je größer und je flacher ein Überschwemmungsgebiet ist, desto größer ist der Hochwasserrückhalt und die Dämpfung einer durchlaufenden Hochwasserwelle.

Als Beispiel wird die 175 km lange Donau-Strecke zwischen Preßburg und Nagymaros genannt, in der das Gefälle der Donau von 0,3 auf 0,1 o/oo abnimmt und noch weite Überschwemmungsflächen vorhanden sind. Der Scheitel des Hochwassers vom Juli 1954 verminderte sich in dieser Strecke von rd. 10.400 cbm/Sek. auf rd. 8.000 cbm/Sek., während der wesentlich langgestrecktere Scheitel des füllreichen Hochwassers 1965 nur von rd. 9.200 cbm/Sek. auf 8.200 cbm/Sek. vermindert wurde (Abb. 13). Welche Folgen der Ausbau von größeren Flüssen auf den Hochwasserabfluß hat, bzw. in der Vergangenheit hatte, insbesondere wenn größere Talebenen hochwasserfreigelegt werden, wird heute – man kann schon sagen – grundsätzlich untersucht. Als Beispiel

dafür wird der Oberrhein von Basel bis Karlsruhe angeführt (Abb. 14).

Mit einem Rechenprogramm wurde vor einigen Jahren eine allgemeine Untersuchung für Flüsse mittlerer Größe durchgeführt. Es wurde für unterschiedliche Talgefälle berechnet, wie stark sich eine Hochwasserwelle auf einer Laufstrecke von 25 km diese in einem Tal von 1.000 m Breite abflacht und wie stark sich diese Abflachung ändert, wenn der Abflußbereich auf 100 m eingengt wird (Abb. 15,16). Es zeigte sich, daß ein solcher Ausbau bei einem Gefälle größer als 1,5 o/oo keine Auswirkungen auf die Höhe des Scheitelabflusses von Hochwasserwellen hat. Bei kleiner werdendem Gefälle beginnt ein Ausbau, den Scheitelabfluß von kurzen, steilen Hochwasserwellen zu verändern, bis bei 1 o/oo eine merkliche Erhöhung erreicht ist. Bei langgestreckten Hochwasserwellen beginnt ein Einfluß erst bei einem Gefälle von 0,75 o/oo und erreicht bei 0,5 o/oo ein merkliches Ausmaß. In allen Fällen wird durch einen Ausbau der Ablauf von Hochwasserwellen deutlich beschleunigt. Eine Beseitigung von natürlichem Au- und Bruchwald im Flußtal und sein Ersatz durch Mähwiesen hat auch bei einem Gefälle von mehr als 1,5 o/oo auch ohne Ausbau eine deutliche Erhöhung der Scheitelabflüsse zur Folge.



**Abbildung 1**  
Von Eis freigebaggerter Flußlauf der Sempt, Januar 1985



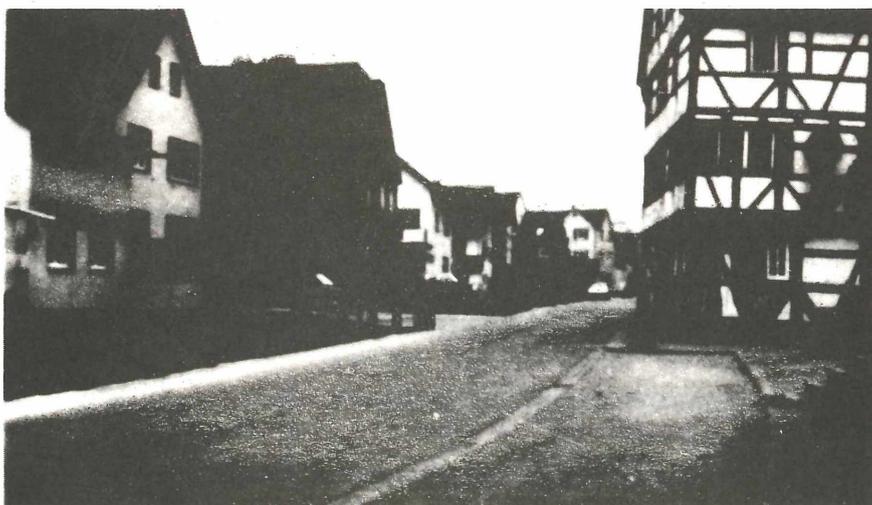
**Abbildung 2**  
Eisversetzung Donau beim Kloster Weltenburg, Februar 1963



*Sichtland der Donau bei Regensburg am 5. Februar 1893*

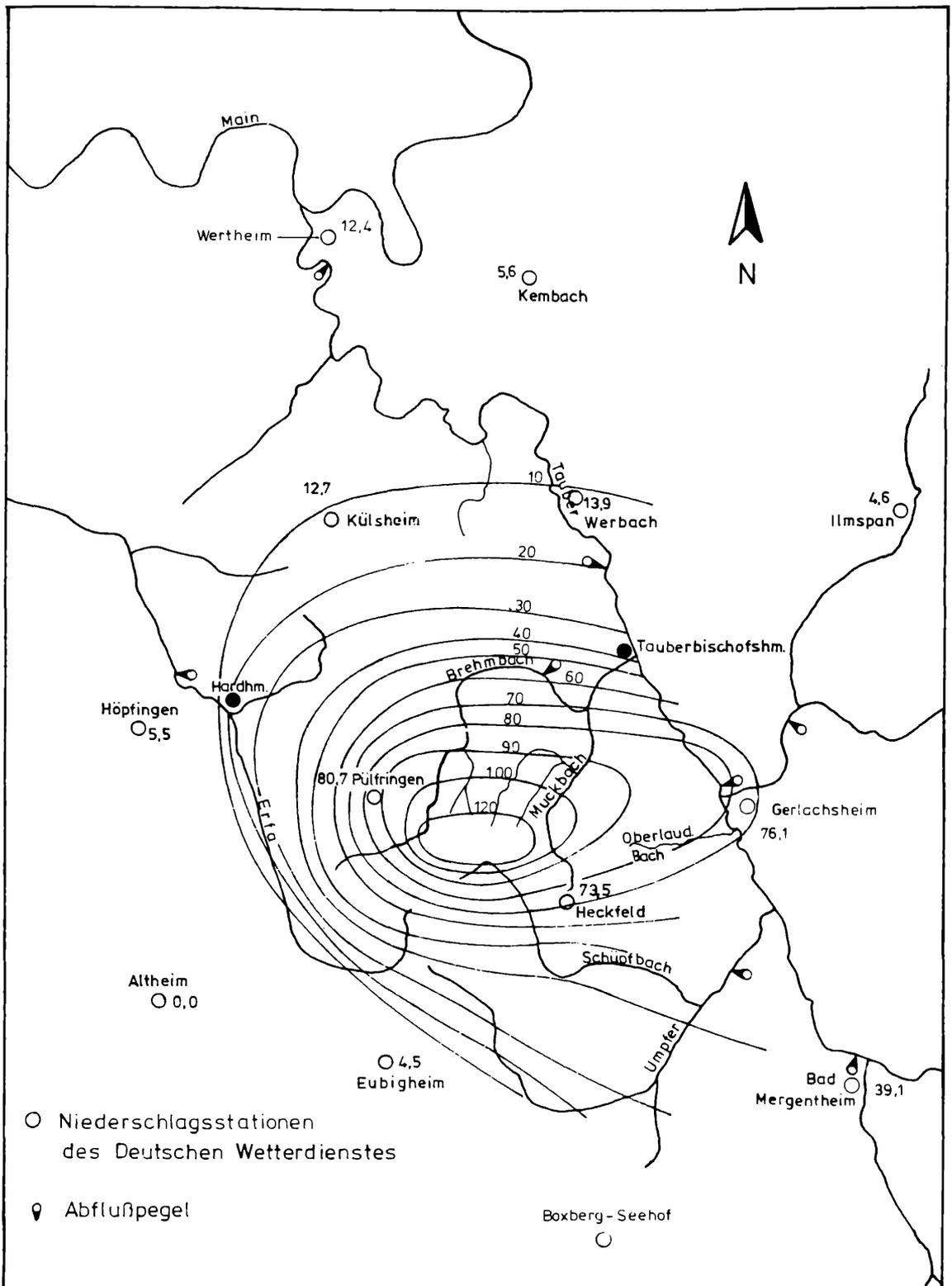
**Abbildung 3**

**Eishochwasser 1893 in Regensburg**



**Abbildung 4**

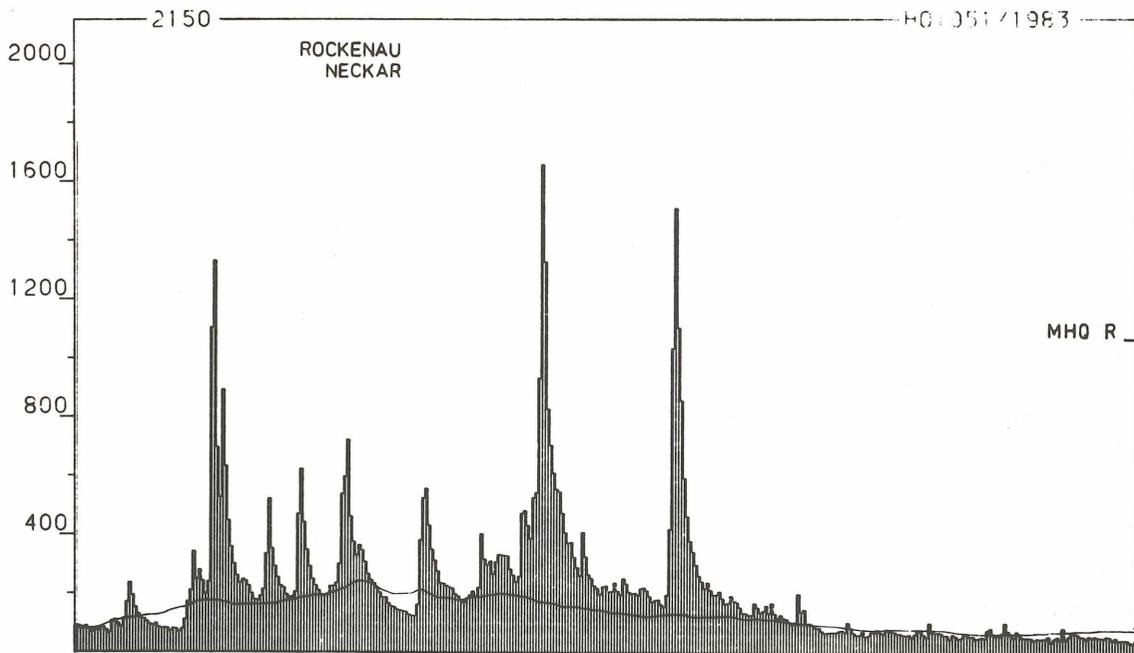
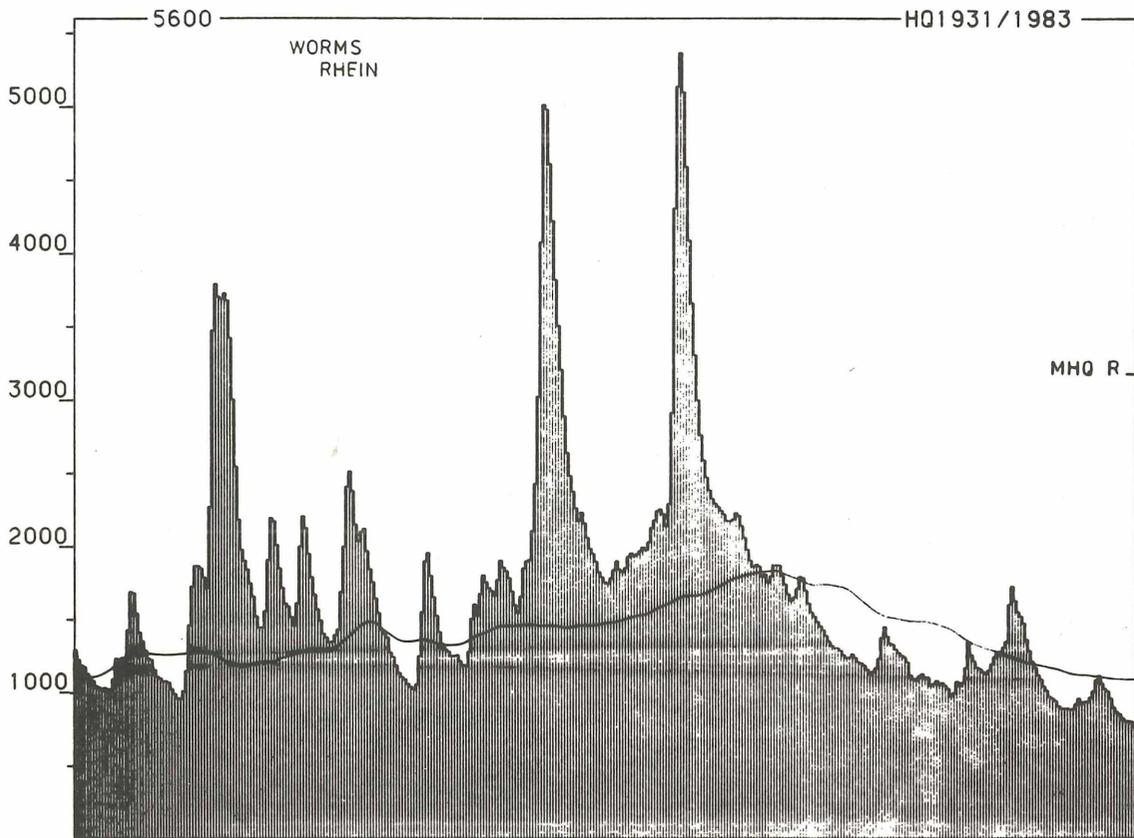
**Hochwasser am 21.6.1984 im Main-Tauber-Kreis Brehmbach in Königheim, am Rathaus bachaufwärts**



<p><b>Hochwasser am 21.6.84 im Main - Tauber - Kreis</b></p>	<p>Anlage: 2</p>
<p>Übersicht über die Lage der Meßstationen und die Verteilung der Tagesniederschlagshöhen (Werte in mm/Tag)</p>	<p>Maßstab 1 200 000</p>

**Abbildung 5**  
**Verteilung der Tagesniederschlagshöhen (aus Schreiber)**

I NOV I DEZ I JAN I FEB I MRZ I APR I MAI I JUN I JUL I AUG I SEP I OKT I NOV



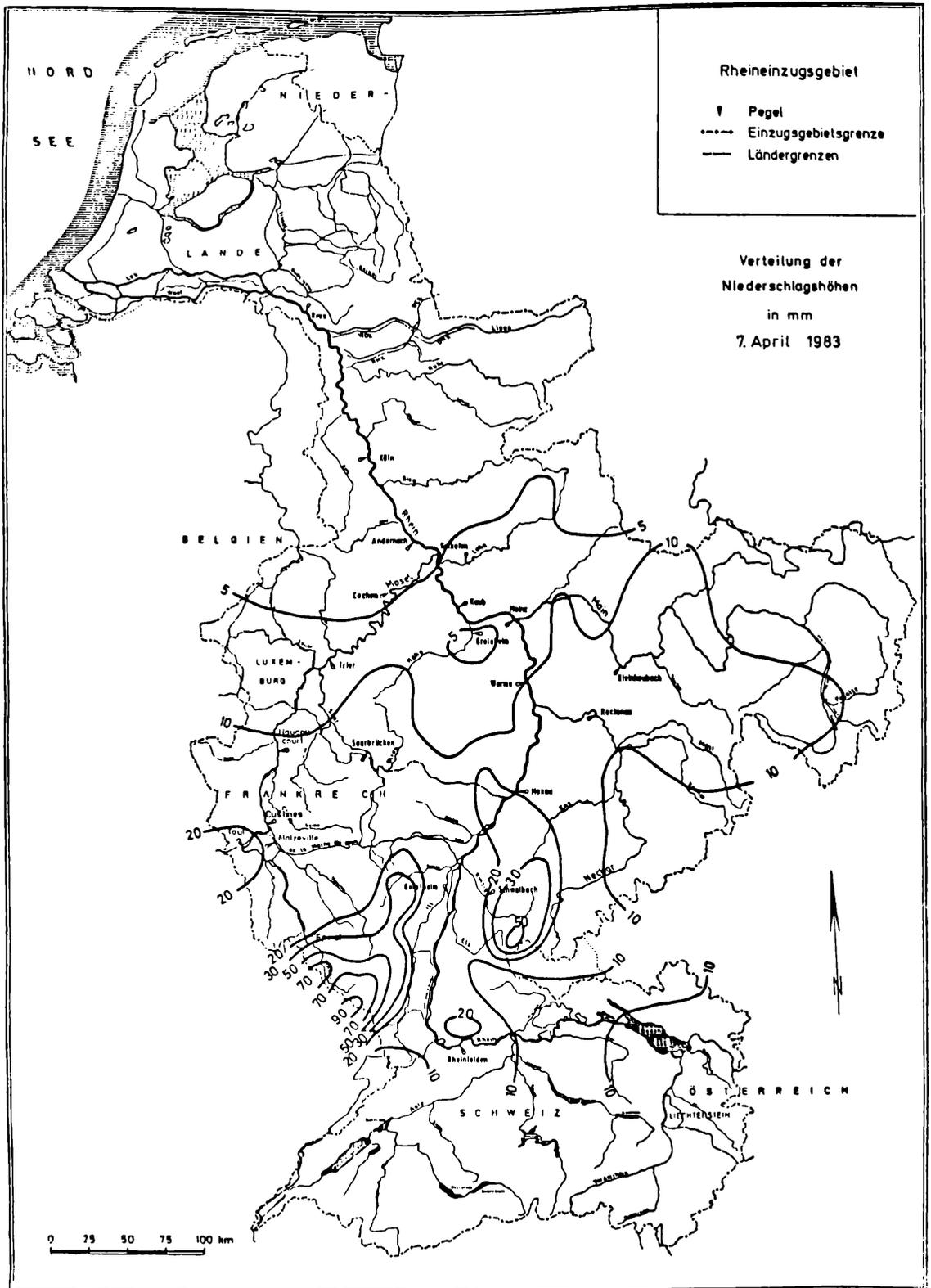
I NOV I DEZ I JAN I FEB I MRZ I APR I MAI I JUN I JUL I AUG I SEP I OKT I

1983

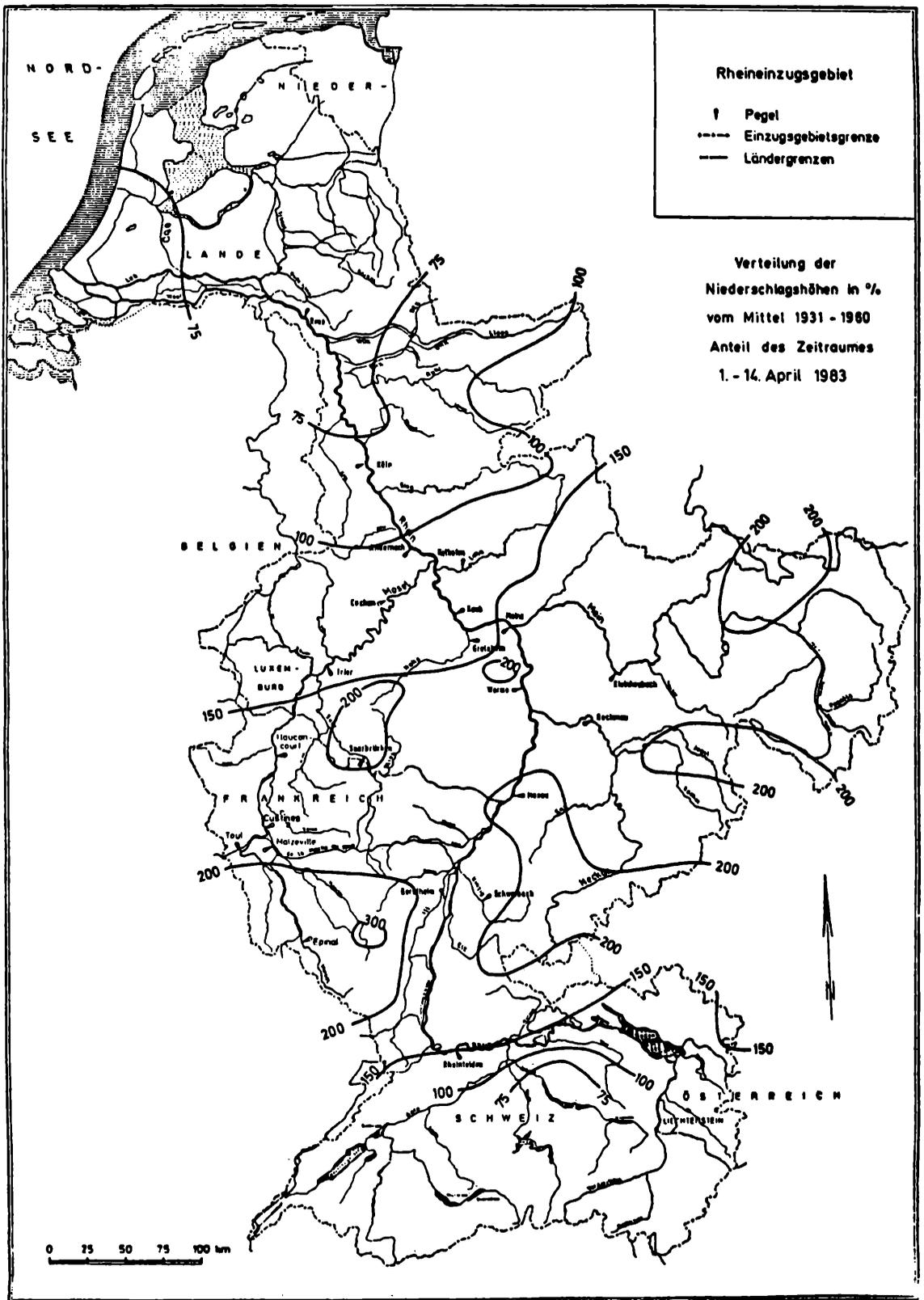
R = JAHRESREIHE WIE BEI HQ UND IV MO VERMERKT

**Abbildung 6**

**Mittlere Tagesabflüsse an den Pegeln Worms/Rhein und Rockenau/Neckar Nov. 1982 - Okt. 1983 im Vergleich zu den langjährigen mittleren Tagesabflüssen (aus Engel)**

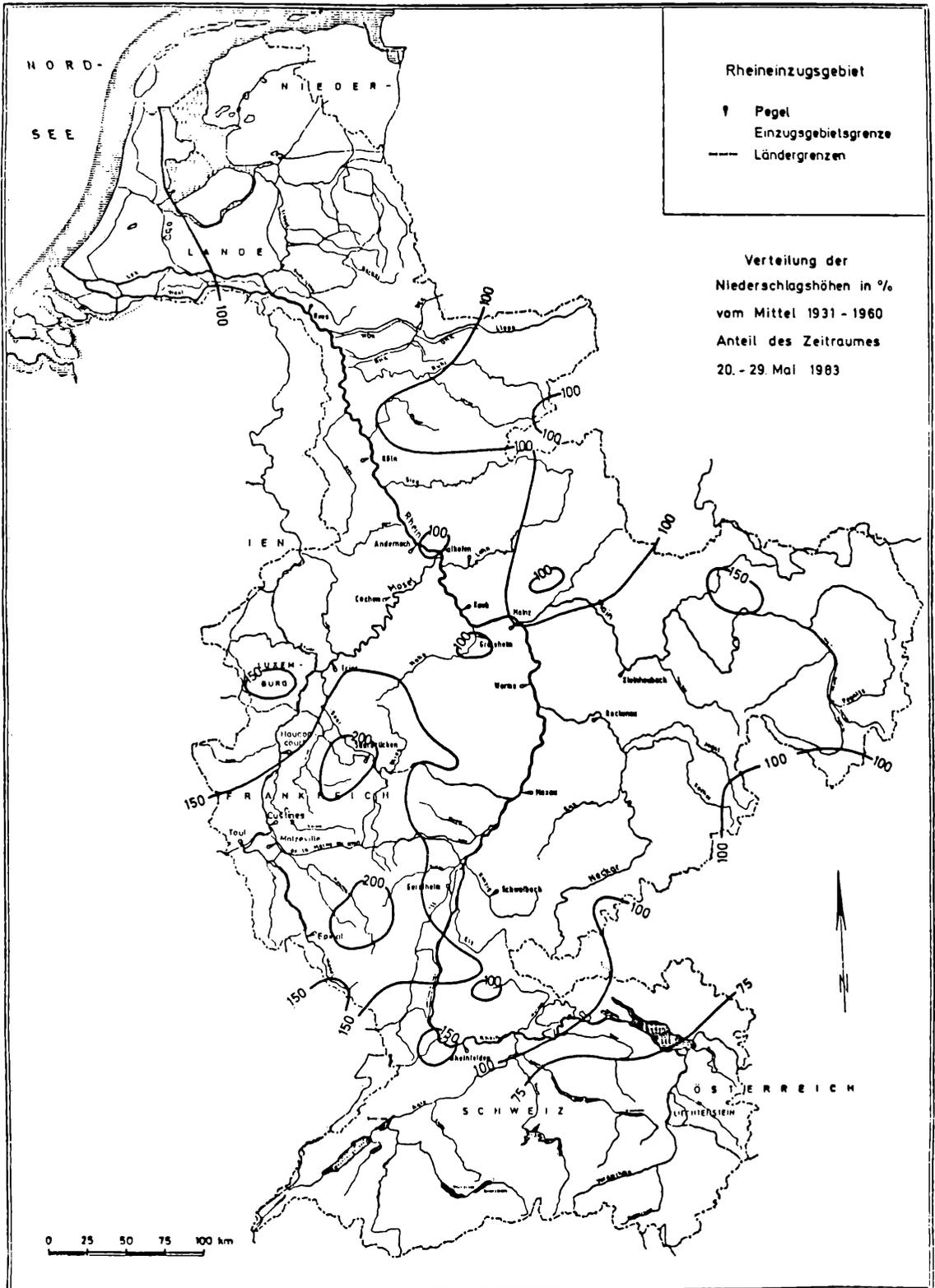


**Abbildung 7**  
**Verteilung der niederschlagshöhen in mm 7. April 1983 (aus Engel)**



**Abbildung 8**

**Verteilung der Niederschlagshöhen des Zeitraumes 1.-14. April 1983 in % vom Mittel des April 1931 - 60 (aus Engel)**



**Abbildung 9**

**Verteilung der Niederschlagshöhen vom 20.-29.5.1983 in % vom Mittel des Mai 1931 - 60 (aus Engel)**

Pegel / Gewässer

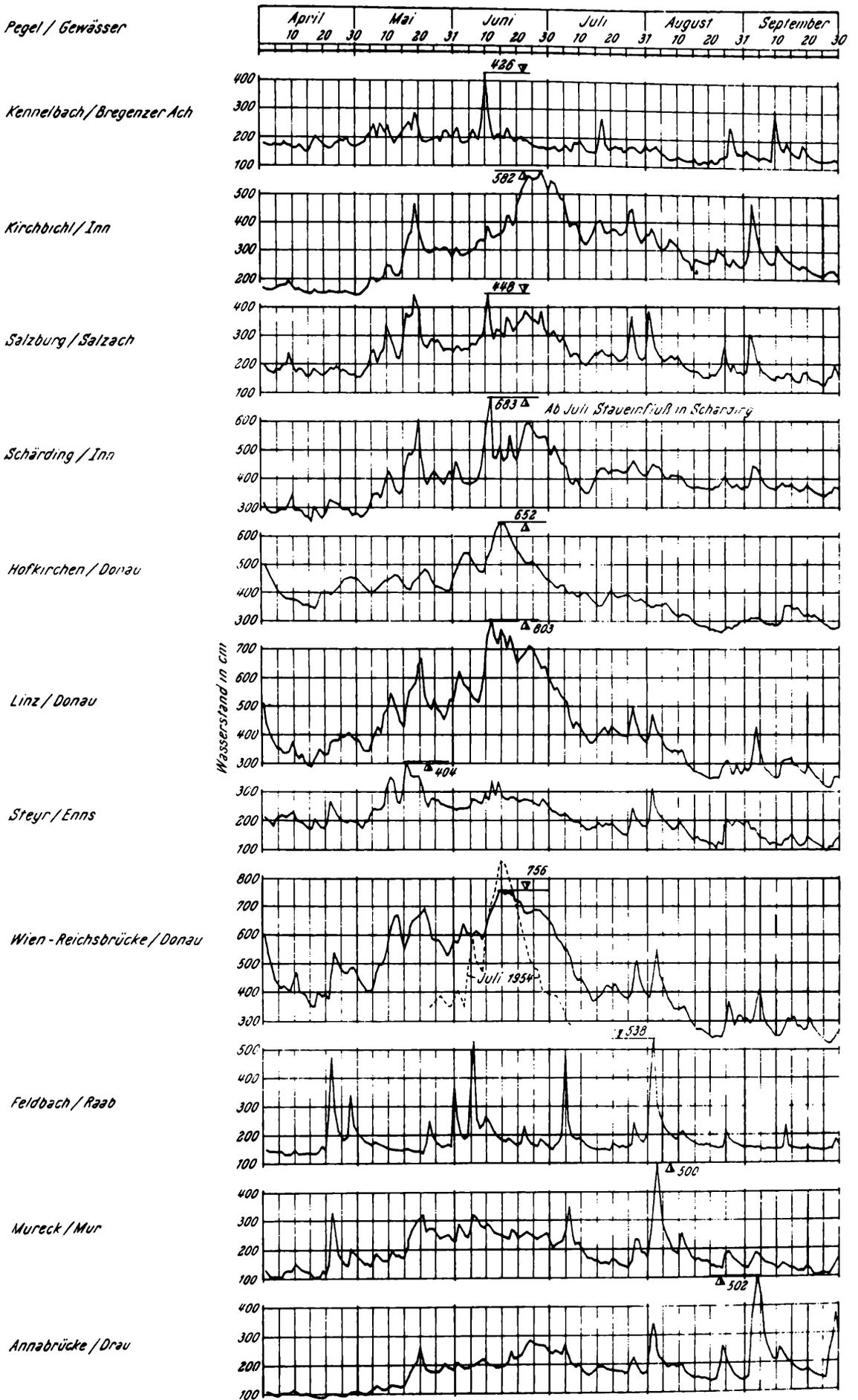
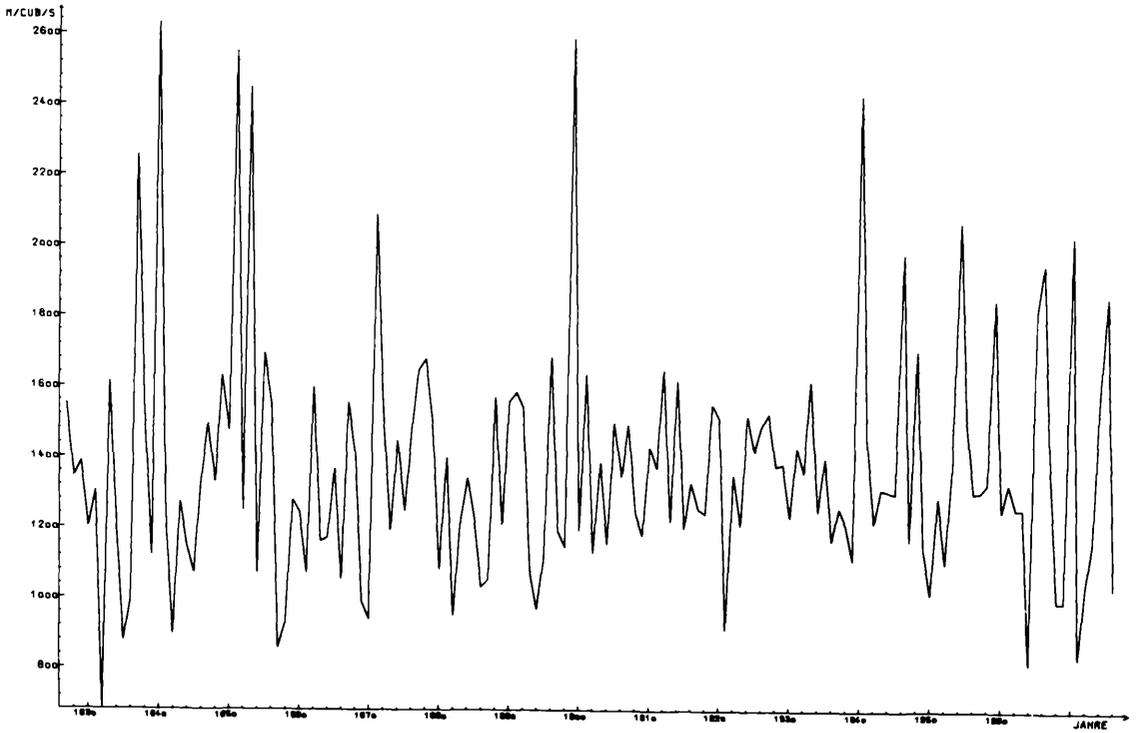


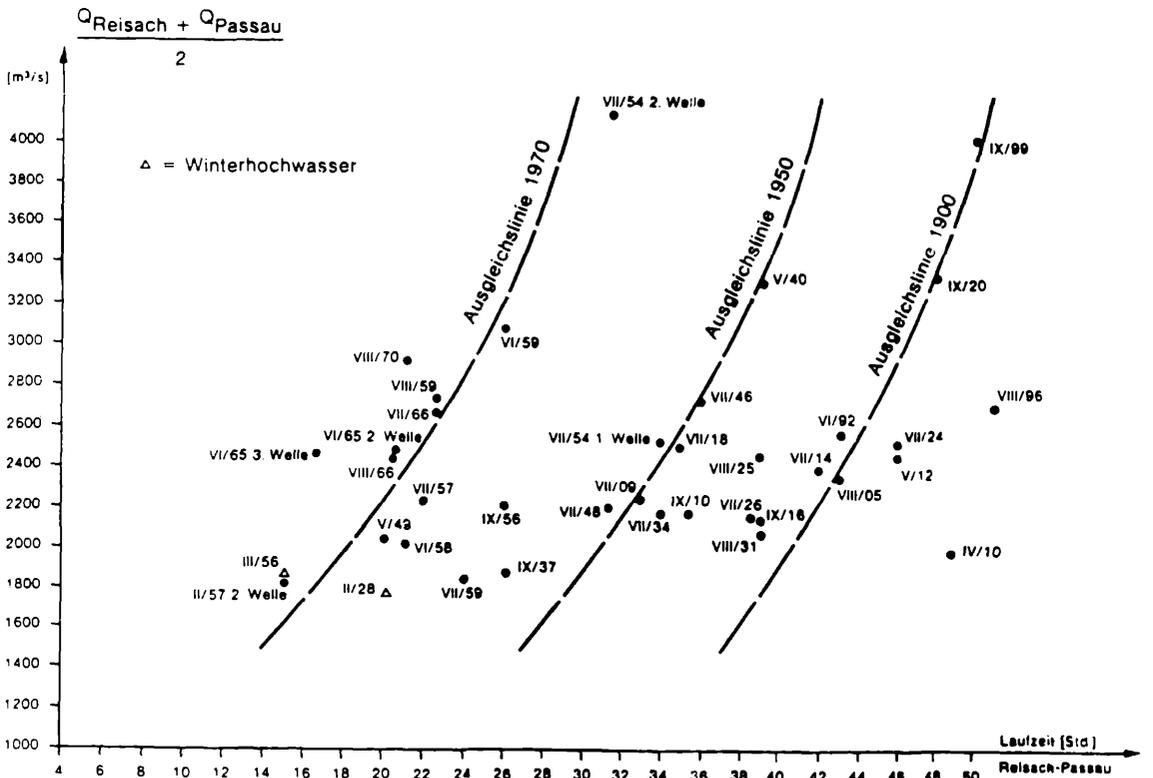
Abbildung 10

Ganglinien der Wasserstände an österreichischen Pegeln von April - September 1965  
(aus Zettl/Schreiber)



**Abbildung 11**  
**Jahreshochwasser Pegel Wasserburg/Inn 1827 - 1976**

**Innstrecke Reisach – Passau**



**Abbildung 12**  
**Laufzeiten der Hochwasserscheitel am Inn in Beziehung zum Mittelwert der Scheitelabflüsse (aus Schiller)**

DONAUHOCHWASSER 1954

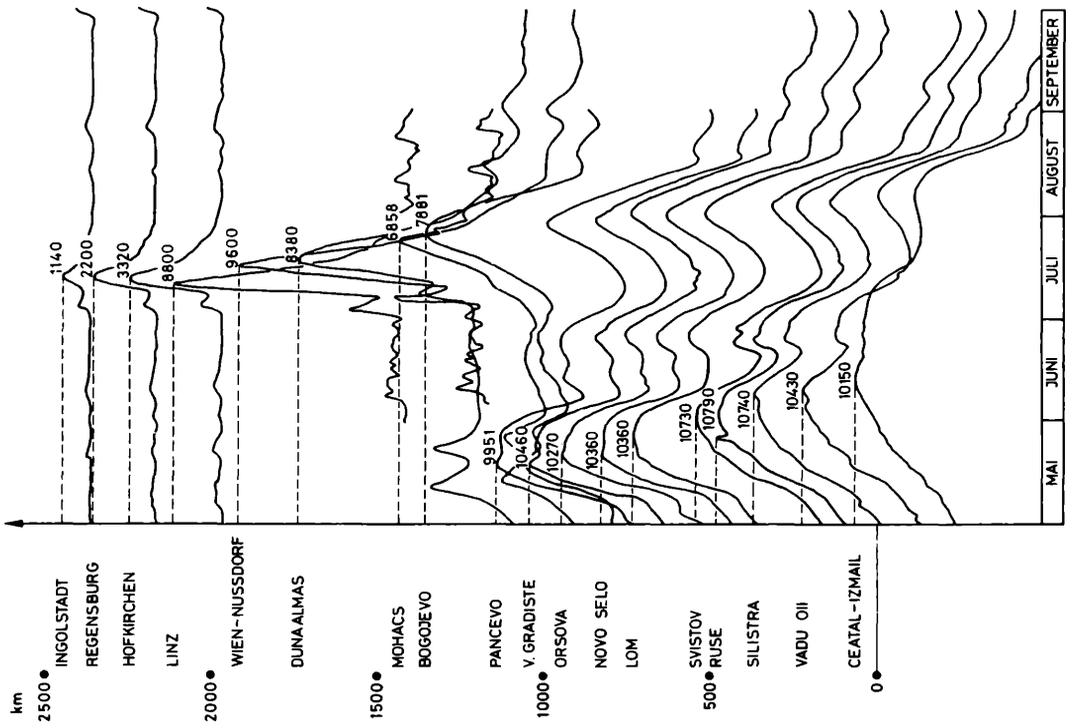


Abbildung 13

Abflachung des Hocheasserscheitels 1954 an der Donau zwischen Bratislava und Mohacs

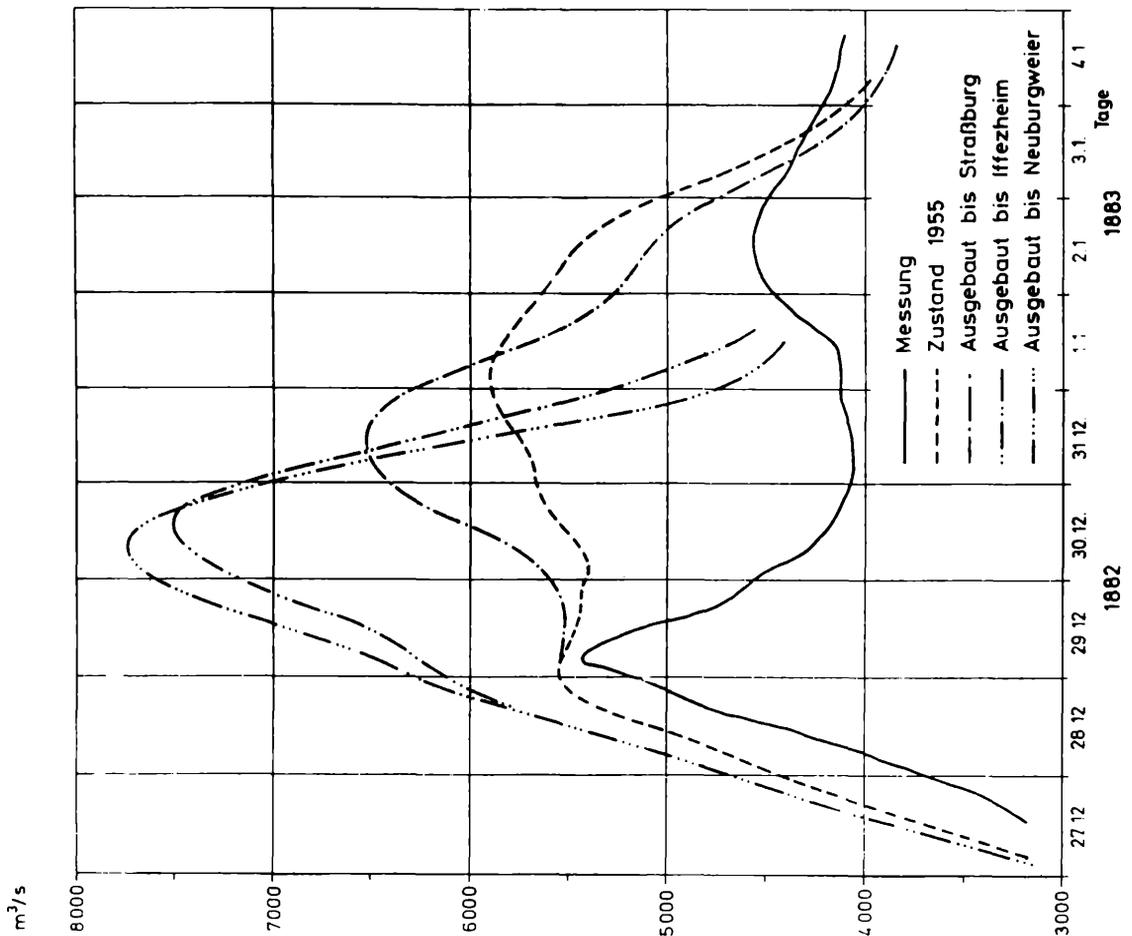
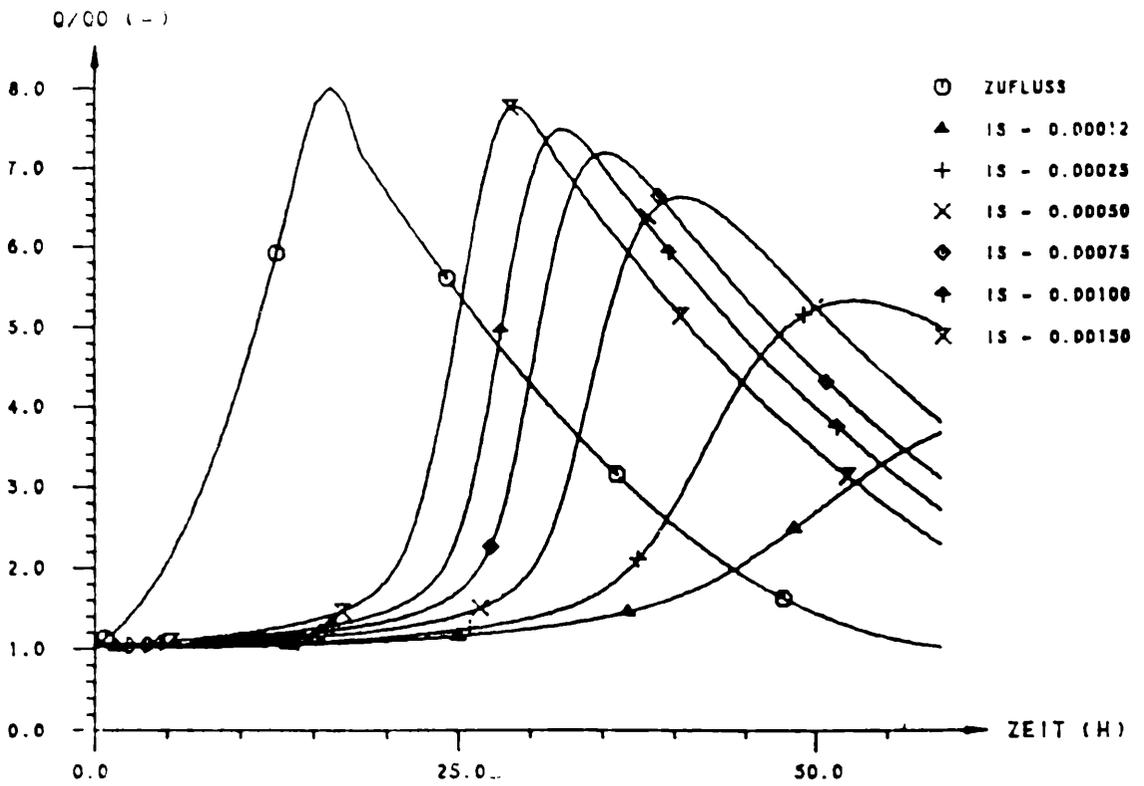
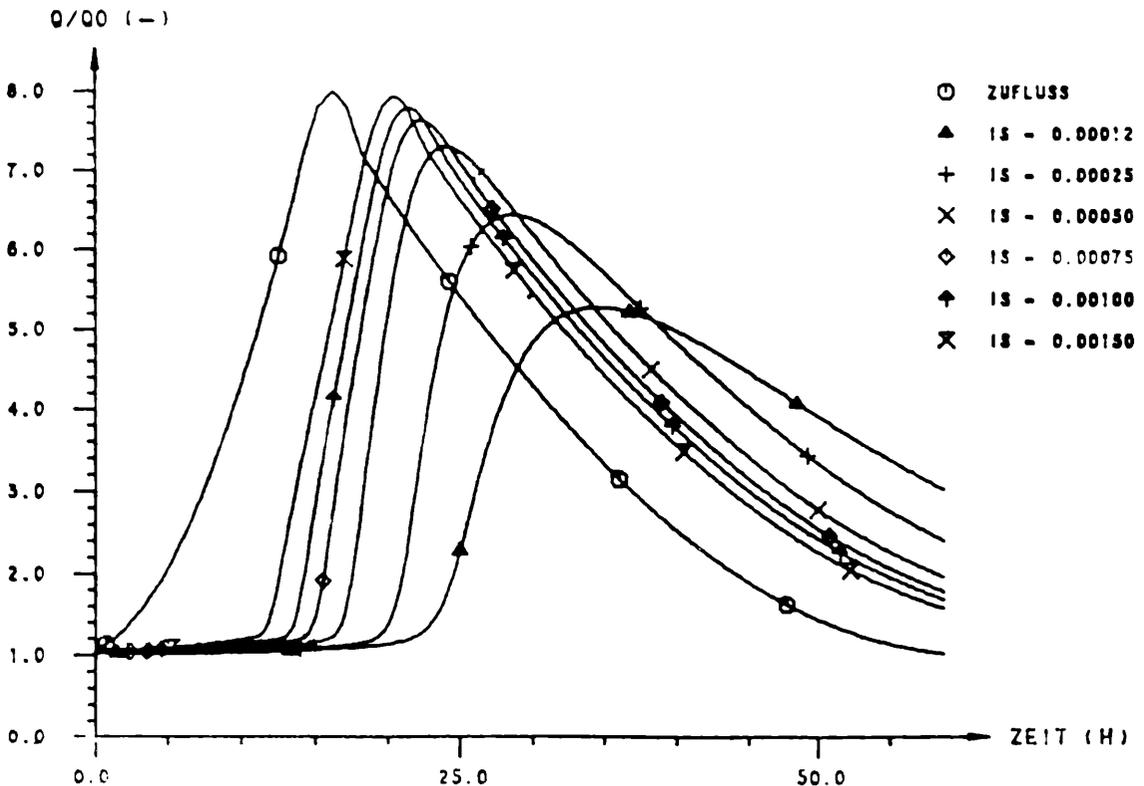


Abbildung 14

Ganglinien des Hochwassers 1982/83 am Pegel Worms bei verschiedenen Zuständen des Rheinausbaues mit Staustufen flußabwärts von Basel (aus Hydrolog. Atlas der Bundesrepublik Deutschland)



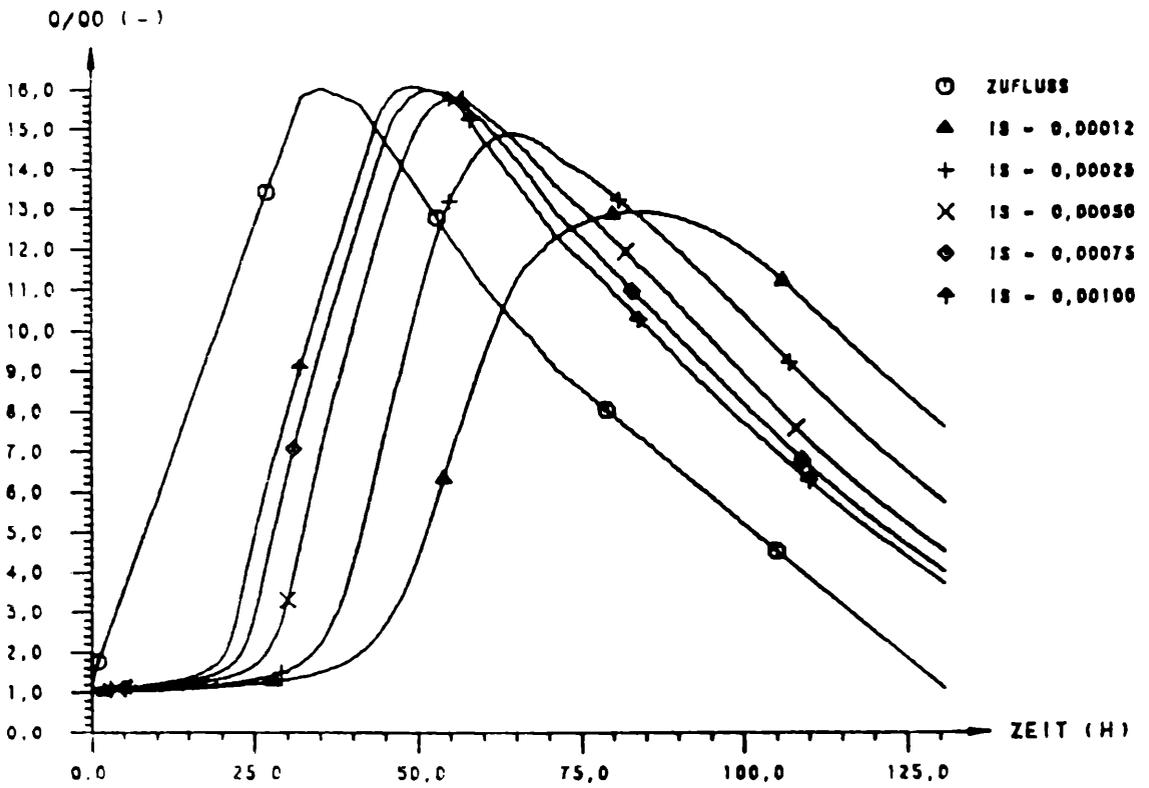
Profil 1 (Zustand 2) = 1000 m breites Vorland



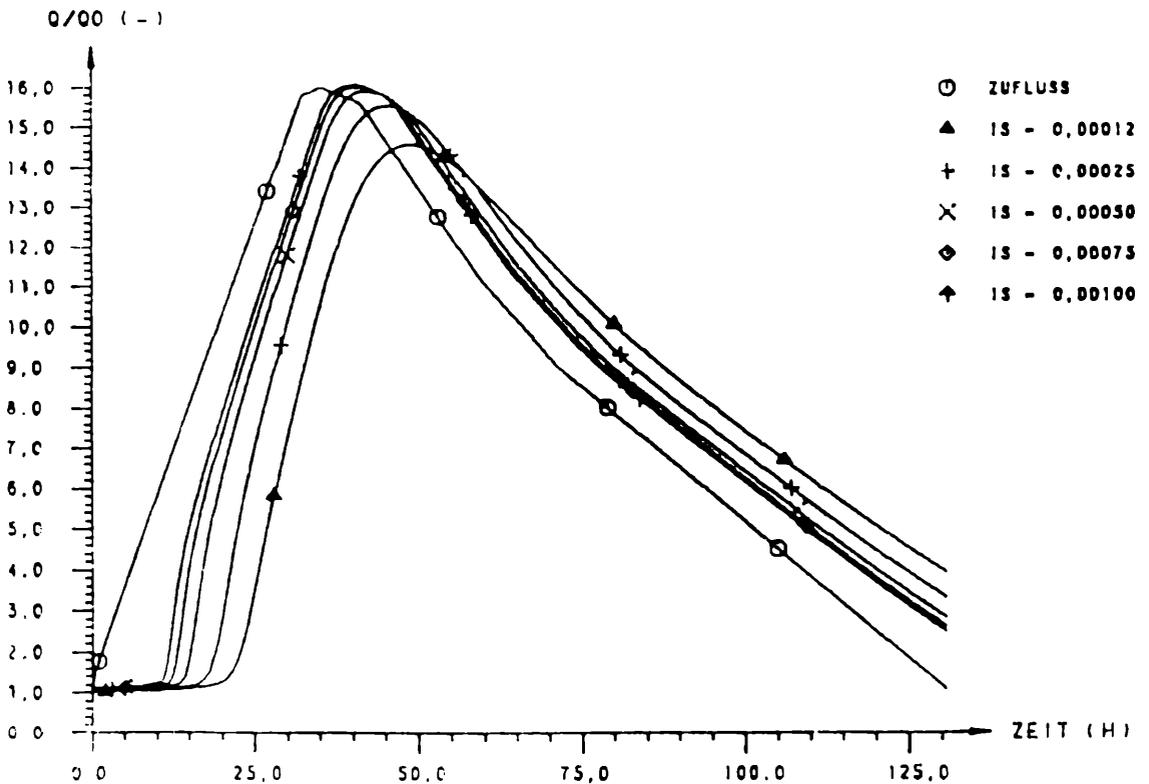
Profil 2 (Zustand 3) = Vorland auf 100 m eingengt

**Abbildung 15**

**Abflachung einer steilen Hochwasserwelle auf einer Länge von 25 km in einem Tal von 1 km Breite und nach Einengung auf 100 m Breite bei unterschiedlichen Gefällen (aus Handel)**



Profil 1 (Zustand 2) = 1000 m breites Vorland



Profil 2 (Zustand 3) = Vorland auf 100 m eingengt

**Abbildung 16**

**Abflachung einer langgestreckten Hochwasserwelle auf einer Länge von 25 km in einem Tal von 1 km Breite und nach Einengung auf 100 m Breite bei unterschiedlichem Gefälle (aus Handl)**

## Literatur

BENCSIK, B.:

„Das Theißhochwasser 1879 in Szeged und die maßgebenden Vorschriften zur Entwicklung des Hochwasserschutzes“

Vizügyi Közlemenyek 1979, Heft 2 (nach einer Notiz in der Österreichischen Wasserwirtschaft 1980, Heft 5/6).

ENGEL, H.:

„Die Rheinhochwasser 1983“ Manuskript eines Vortrages am Darmstädter Wasserbaulichen Kolloquium 26./27.11.1984.

FLÖGL, H., BLASCHKE, H.:

„Die Hochwasserretention der Salzkammertgutseen“ Interpraevent 1980

FÜGNER, D.:

„Über die chronologische Geschichte der großen Wasserfluten des Elbestroms seit tausend und mehr Jahren“ von Christian Gottlieb Pötzsch anlässlich seines 250. Geburtstages.

Wasserwirtschaft, Wassertechnik 1982, Heft 6.

HANDEL, P

„Modellrechnungen über den Einfluß von Regulierungsmaßnahmen auf den Hochwasserabfluß“

Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK), Heft 53, 1982

„Hochwasser und Raumplanung – Ursachen, Vorbeugung und Maßnahmen“ Schriftenreihe für Raumforschung und Raumplanung, 11. Band, Amt der Kärntner Landesregierung, Klagenfurt 1971.

KERN, H., VÖLK, J.:

„Das Hochwasser im bayerischen Donaugebiet im Juli 1954“

Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch Nr. 14, Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde, München 1955

KERN, H., STREIL, J.:

„Das Hochwasser im bayerischen Donaugebiet im Juni 1965“

Besondere Mitteilungen zum Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch Nr. 32, Bayer. Landesstelle für Gewässerkunde, München 1972

LAUDA, E.:

„Die Hochwasserkatastrophe des Jahres 1899“

Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft 4. Hydrographisches Zentralbüro, Wien 1900

SCHILLER, H.:

„Hochwasseruntersuchung Inn – Hochwasserreihe 1840-1975“

Schriftenreihe des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, Heft 6, München 1977

„Die Hochwasserkatastrophe des Jahres 1954 in Bayern“ Bayer. Staatsministerium des Innern.

SCHREIBER:

„Das Hochwasser am 21.06.1984 im Main-Tauber-Kreis“ (noch nicht veröffentlichtes Manuskript)

SCHRÖDER, U., ENGEL, H.:

„Die Rhein-Hochwasser vom April und Mai 1983“

Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 1983, Heft 5/6.

VIESER, H.-J.:

„Das Februar-Hochwasser 1980 im Donaugebiet des Landes Baden-Württemberg“ Manuskript (unveröffentlicht).

WUNDT, W

„Die größten Abflußspenden in Abhängigkeit von der Fläche“

Die Wasserwirtschaft 1949/50, Heft 2.

ZETTL, H., SCHREIBER, H.:

„Hydrographische Charakteristik der Hochwasserereignisse des Jahres 1965 in Österreich“ Österreichische Wasserwirtschaft 1966, Heft 3/4.

ZETTL, H., SCHREIBER, H.:

„Hydrographische Charakteristik der Hochwasserkatastrophen im August und November 1966 in Österreich.“

### Anschrift des Verfassers:

Baudirektor Heinz Schiller

Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft

Lazarettstr. 67

8000 München 19

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Laufener Spezialbeiträge und Laufener Seminarbeiträge \(LSB\)](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [2\\_1985](#)

Autor(en)/Author(s): Schiller Heinz

Artikel/Article: [Entwicklung und Ursachen der Hochwasserkatastrophen in jüngster Zeit 31-50](#)