

Zeitschrift: Jahrbuch Oberraargau : Menschen, Orte, Geschichten im Berner Mittelland
Herausgeber: Jahrbuch Oberraargau
Band: 36 (1993)

Artikel: Die Wirkung von Überschwemmungen auf die Hochwasser der Langete
Autor: Haider, Stefan
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1071418>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

DIE WIRKUNG VON ÜBERSCHWEMMUNGEN AUF DIE HOCHWASSER DER LANGETE

STEFAN HAIDER

Redaktionelle Vorbemerkung: Der vorliegende Beitrag reiht sich ein in eine Serie von Aufsätzen zum Thema Langeten, die im Jahrbuch des Oberaargaus erschienen sind. Dort werden Themenkreise wie Hochwasser, Nutzung von Bewässerungswasser, Speisung des Grundwassers und das Gewässer als Landschaftselement behandelt. Obwohl sich dieser Beitrag auf den Problemkreis Hochwasser konzentriert, ist er doch verknüpft mit den übrigen Themen. Zahlreiche Beiträge, auch im Jahrbuch des Oberaargaus, haben in den letzten Jahrzehnten versucht, die Ganzheitlichkeit des Wasserproblems im Langetental darzustellen und den Entscheidungsgremien nahezubringen. Einer der Vorschläge in der Diskussion war die Lösung des oder mindestens eines Teils des Hochwasserproblems mittels Rückhaltebecken im Langetental zu suchen (BINGGELI & LEIBUNDGUT «Zur Lösung wasserwirtschaftlicher Probleme in der Region Langenthal/Langetetal», in: Schweizerische Bauzeitung, 1974). Die Landwirtschaft wehrte sich vehement gegen diese Lösung, das Hochwasserproblem wurde grosstechnisch über den Entlastungsstollen zur Aare gelöst. Die Resultate der vorliegenden Studie können damit zwar nicht mehr für das Langetental selbst, aber – unser Trost sei's – zumindest für andere Flüsse genutzt werden.

1. Einleitung

Im Tal der Langete treten bei grösseren Hochwasserereignissen regelmässig grossflächige Überschwemmungen auf (Abb. 1). Besonders die Hochwasser vom November 1972 und vom August 1975 sind noch heute in Erinnerung, da damals auch die Siedlungen, besonders Langenthal, stark betroffen waren. Im langjährigen Durchschnitt tritt die Langete alle ein bis zwei Jahre einmal über ihre Ufer.

Im allgemeinen können Überflutungen für die Bewohner und die Eigentümer der betroffenen Gebiete unangenehm und gefährlich sein. Andererseits trug die Verbesserung des Hochwasserschutzes in den letzten Jahrzehnten zur Verknappung des Gutes intakte Natur- und Kulturlandschaft wesentlich bei. Häufig wird daher heute aus ökologischer und landschaftsplanerischer Sicht gefordert, dass wieder grössere Flächen in Auwäldern und Talsohlen regelmässig überflutet werden. Aus wasserbaulicher Sicht ist dabei interessant, dass in manchen Fällen grossflächige Überflutungen in einem Flussabschnitt die Überschwemmung von weiter flussab liegenden



Landschaften verhindern. Dies trifft besonders auf Hochwasserrückhaltebecken zu, wo durch Flutung eines begrenzten Gebietes andere hochwassergefährdete Gegenden geschützt werden.

Im Zuge der Erstellung flussbaulicher Projekte und bei der Auswertung von hydrologischen Daten taucht häufig die Frage auf, ob Überflutungen im zur Diskussion stehenden Talabschnitt die Hochwasserscheitel wesentlich dämpfen. Ist eine Verschärfung der Hochwasser durch die Beschränkung des Hochwasserabflusses auf ein reguliertes Bett zu erwarten? Können die Hochwasserscheitel durch die Renaturierung und Reaktivierung früherer Überflutungsräume reduziert werden? Wirken die Überflutungen bei extremen Ereignissen in gleicher Weise wie bei mittleren Hochwassern? Diese Fragen können nicht allgemein beantwortet werden, da die lokale Topographie im Talboden und die Eigenschaften der Zuflüsse zu berücksichtigen sind.

Im Rahmen eines vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützten Forschungsprojektes wurde an der Versuchsanstalt für Wasserbau der ETH Zürich der Beitrag von Vorlandüberflutungen zur Verformung von Hochwasserwellen untersucht. Der Abschnitt der Langete zwischen den Pegeln Huttwil und Lotzwil diente als Fallstudie, da in diesem Gebiet für den Zeitraum, in welchem grossflächige Überflutungen auftraten, auch Abflussmessungen der Landeshydrologie und -geologie vorliegen.

2. Untersuchungsgebiet

Das Einzugsgebiet der Langete liegt im Kanton Bern im Schweizerischen Mittelland. Die Langete entspringt in einer Höhe von über 1100 m ü. M. und hat eine Lauflänge von 30 km. Das Teileinzugsgebiet bis zum *Pegel Huttwil* umfasst vor allem die Quellgebiete im Nagelfluh-Bergland nordwestlich des Napf, wo die Täler zumeist als Kerbtäler ausgebildet sind (Abb. 2). Das Zwischeneinzugsgebiet bis zum *Pegel Lotzwil* gehört zum Grossteil zum oberaargauischen Hügelland, das aus Molasse aufgebaut ist. Hier besitzt das Haupttal die Form eines breiten Sohlentales, in welchem bei Hoch-

Abb. 1: Spuren des Hochwassers vom 22. November 1972 westlich von Kleindietwil: Die von den Überschwemmungen betroffenen Gebiete sind noch Tage später durch die Ablagerungen von Feinmaterial erkennbar. (Foto V. Binggeli)

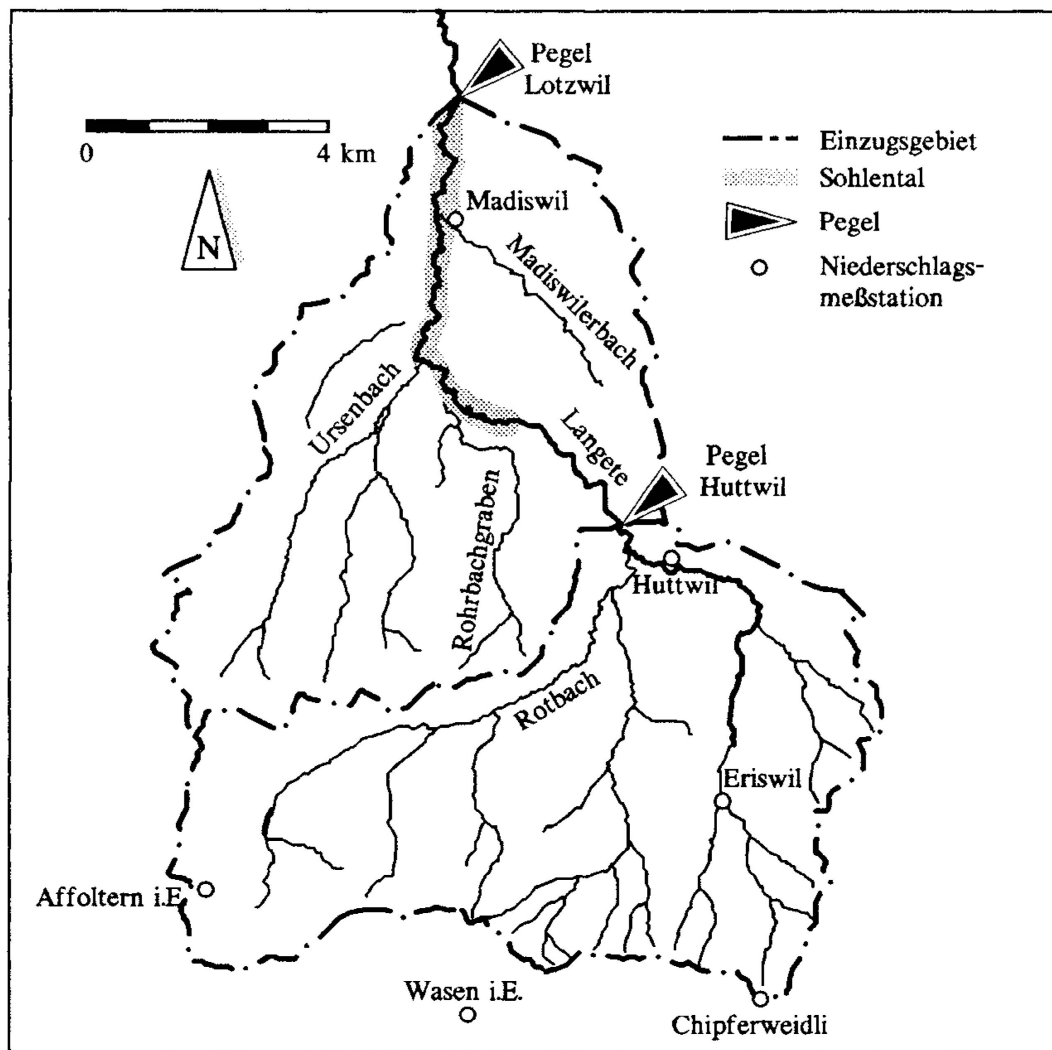


Abb. 2: Gewässernetz und Niederschlagsmessstellen im Einzugsgebiet der Langete bis zum Pegel Lotzwil.

wasser häufig grossflächige Überflutungen auftreten. Unterhalb von Langenthal, 3 km nördlich von Lotzwil gelegen, ändert sich der Charakter des Einzugsgebietes und des Flusstales nochmals. Die Langete fliesst auf ihren eigenen Schottern nach Nordosten und mündet, nach der Einmündung der Rot als Murg bezeichnet, bei Murgenthal in die Aare.

Die mittlere jährliche Niederschlagssumme im Einzugsgebiet der Langete beträgt rund 1250 mm, davon gelangen rund 580 mm oberirdisch zum Abfluss. Die langjährige Mittelwasserführung der Langete beträgt bei Huttwil 1,3 m³/s und bei Lotzwil 2,1 m³/s.

Wie in vielen anderen Tälern des Mittellandes besteht auch an der Langete seit dem Mittelalter ein weitverzweigtes System zur Bewässerung der Wiesen in den Talböden, welche «Wäsermatten» genannt werden (*Leibundgut* 1976, *Binggeli* 1983, *Leibundgut* 1987, *Binggeli* 1989). Mittels Schleuseneinrichtungen wird das «Wäserwasser» in ein Netz von Gräben geleitet und von dort aus zur Überrieselung der Wäsermatten verteilt. Das überschüssige Wasser sammelt sich in natürlichen Senken oder künstlich angelegten Gräben und fliesst in die Langete zurück. Die Wäserungen wurden früher bis zu viermal pro Jahr jeweils während mehrerer Tage durchgeführt und bewirken eine Steigerung des landwirtschaftlichen Ertrages durch die Befeuchtung und die Düngung. Zusätzlich kann die Wiesenwässerung wesentlich zur Grundwasserneubildung beitragen (*Leibundgut* 1976, VEWD 1991). Die Fläche der regelmässig bewässerten Wiesen wurde in den letzten Jahrzehnten stark reduziert (*Binggeli* 1989). Ursachen dafür sind die zunehmenden Verwendung von Kunstdünger, die Ausdehnung der Siedlungen und die Nutzungsänderung von Grün- zu Ackerland. *Leibundgut* (1987) diskutiert Massnahmen zur Erhaltung der Wiesenbewässerung und der damit verknüpften parkartigen Kulturlandschaft.

Bei grossen Hochwasserereignissen werden die tiefliegenden Teile des Talbodens regelmässig überflutet. Die Anwohner waren die Überflutungen gewohnt, und der Boden der Wäsermatten ist durch die Grasnarbe ausreichend vor Erosion geschützt. Somit bestand lange Zeit keine Notwendigkeit für eine Flusskorrektur zur Verhinderung von Überflutungen. Auch die Bewohner Langenthals waren mit der regelmässigen Überflutung der Marktgasse/Bahnhofstrasse durch Hochwasser bis vor kurzem sehr vertraut. Bereits 1613 wurde das Bachbett der Langete durch Häuser überdacht, so dass es grössere Hochwasser nicht mehr fassen konnte. Seither wurde das überschüssige Wasser im Mittel ein- bis zweimal pro Jahr durch eine Schleuse über die zur Hochwasserentlastung ausgebauten Strassen und einen anschliessenden Stollenkanal in den nahegelegenen Hardwald abgeleitet, wo es versickerte.

Heutzutage sind die regelmässigen Überflutungen des landwirtschaftlichen Gebietes und der Strassen einer Kleinstadt nicht mehr zumutbar, so dass in den letzten Jahren nach langen Diskussionen ein *Hochwasserschutzprojekt* zur Ausführung gelangte. Die Uferdämme entlang des Flusses wurden erhöht und ein Hochwasserentlastungsstollen zur Aare gebaut. Bei Hochwasser fällt der Abfluss, der die Gerinnekapazität in Langenthal über-

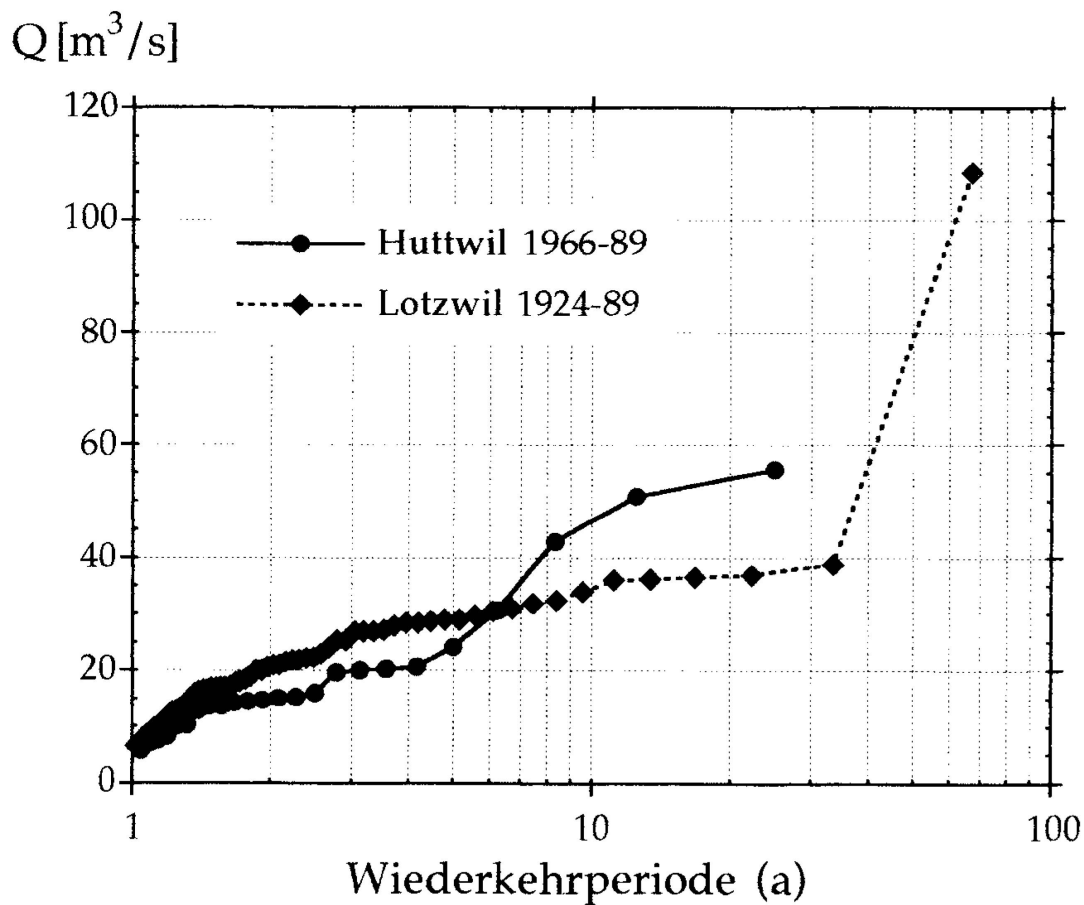


Abb. 3: Frequenzdiagramm der Jahresmaxima des Abflusses in den Pegeln Huttwil (Einzugsgebiet 60 km²) und Lotzwil (115 km²).

schreitet, südlich von Lotzwil in einem 70 m hohen Einlaufbauwerk in einen Stollen und fließt über 7 km unterirdisch zur Aare.

Damit ist das Problem der Überflutung von Langenthal und der landwirtschaftlichen Gebiete grosstechnisch gelöst, und es ist keine direkte Veranlassung zur Untersuchung der Überflutungen in diesem Gebiet mehr gegeben. Dennoch wurde dieser Flussabschnitt für die Fallstudie ausgewählt, da der Flussabschnitt der Langete zwischen Huttwil und Lotzwil ein hervorragendes Testgebiet für das Studium der Retentionsprozesse bei Überflutung der Vorländer darstellt. Die hier gewonnenen Erkenntnisse können dann auf andere Flussstrecken übertragen werden.

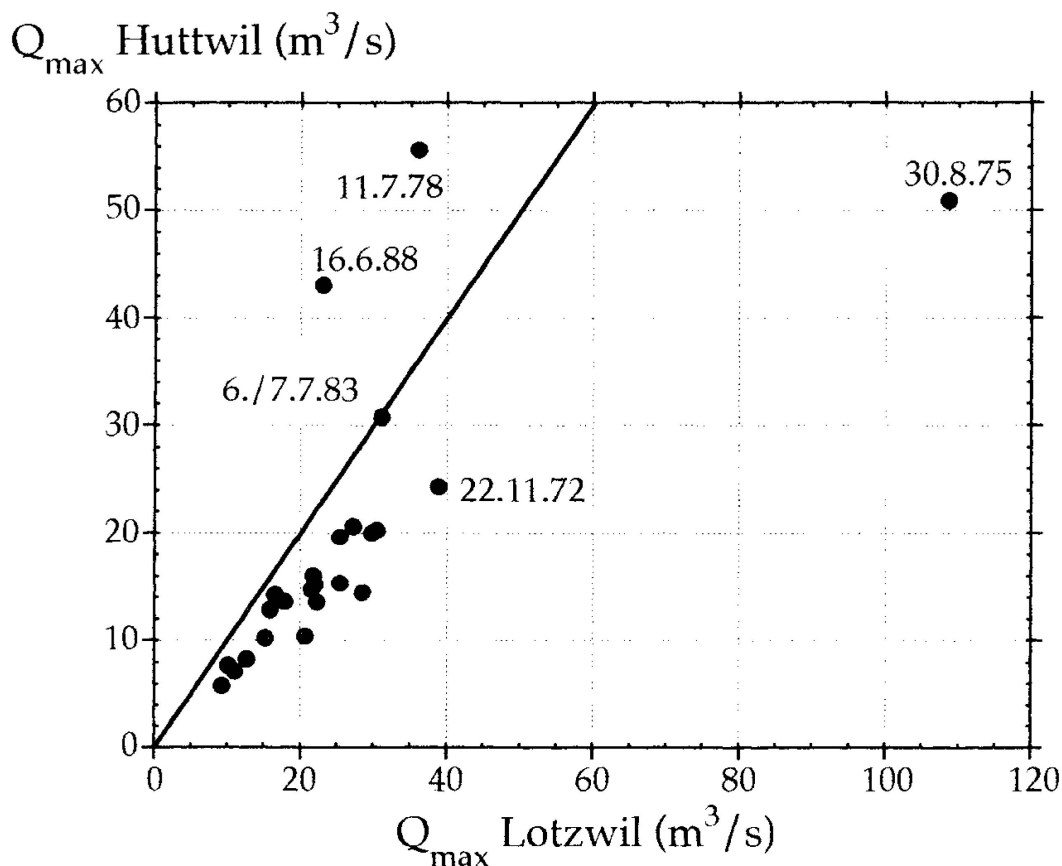


Abb. 4: Streudiagramm der Jahreshochwasser 1966 bis 1989 der Pegel Huttwil und Lotzwil: Die Linie gleicher Scheitelabflüsse ist durchgezogen dargestellt, bei den grossen Hochwassern ist das Auftrittsdatum angegeben.

3. Abflussdaten

Der Abfluss der Langete wird an zwei Pegelstellen kontinuierlich aufgezeichnet (vgl. Abb. 2). Der Pegel Huttwil besteht seit 1966 und erfasst ein Einzugsgebiet von 60 km^2 . Der Pegel Lotzwil mit einem Einzugsgebiet von 115 km^2 ist seit 1924 in Betrieb. Für die Zuflüsse, deren wichtigste der Rohrbachgraben, der Ursenbach und der Madiswilerbach sind, liegen keine Abflussdaten vor. Nur der Ursenbach mündet direkt in die Langete, die anderen durchfliessen über eine grössere Länge das Grabensystem der Wästermatten.

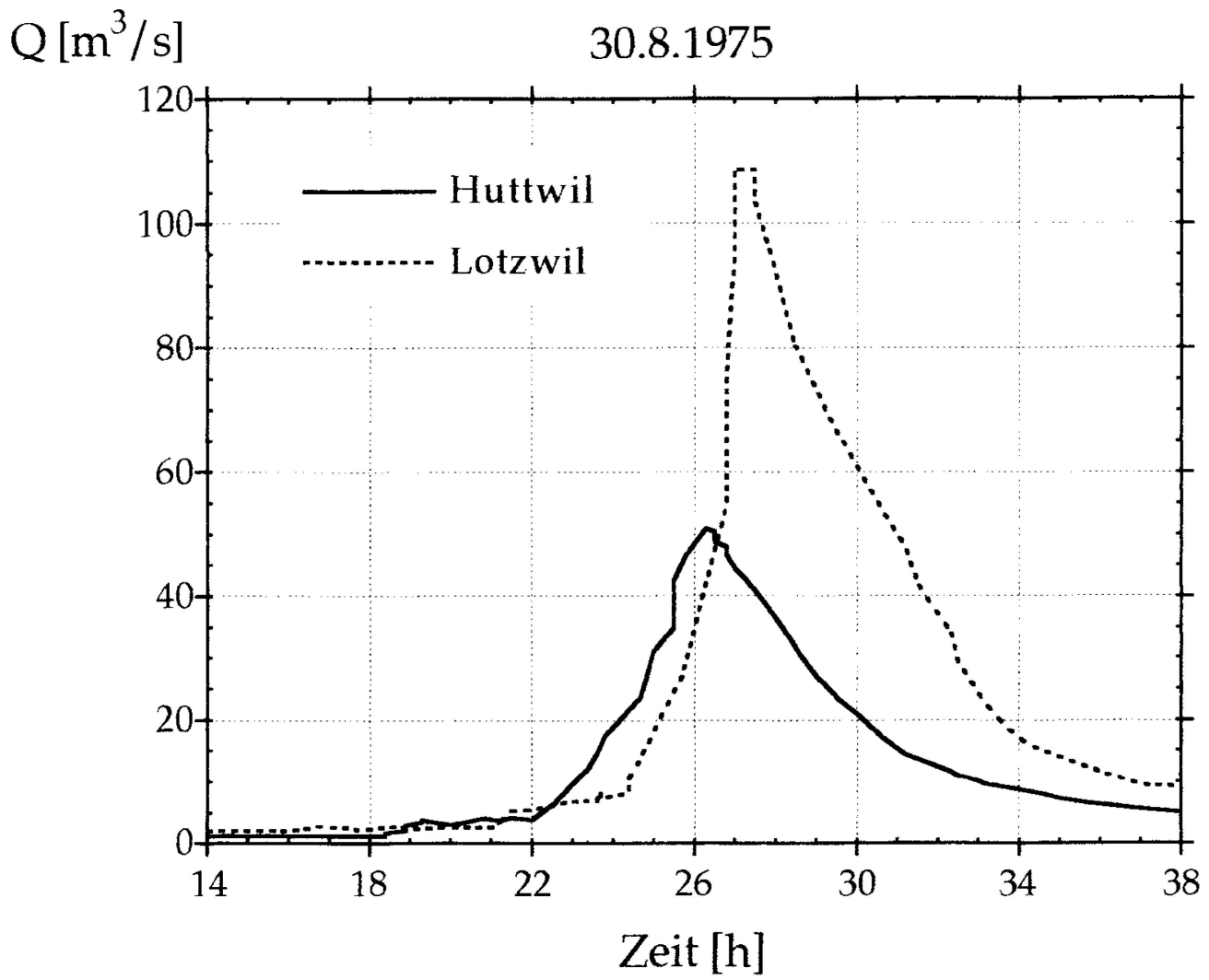
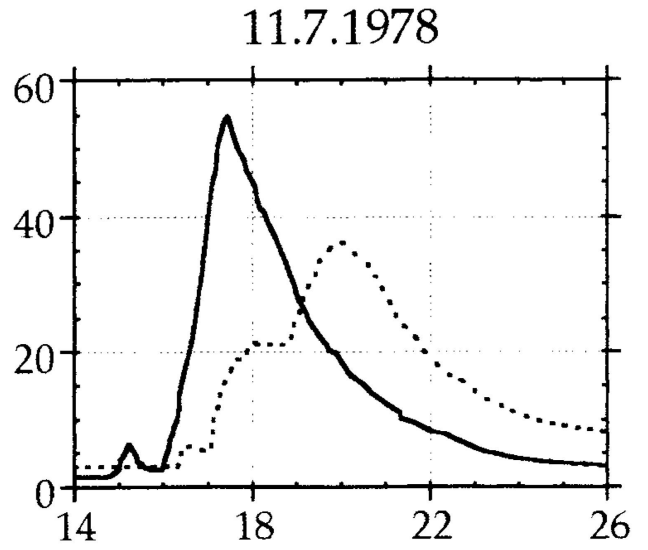
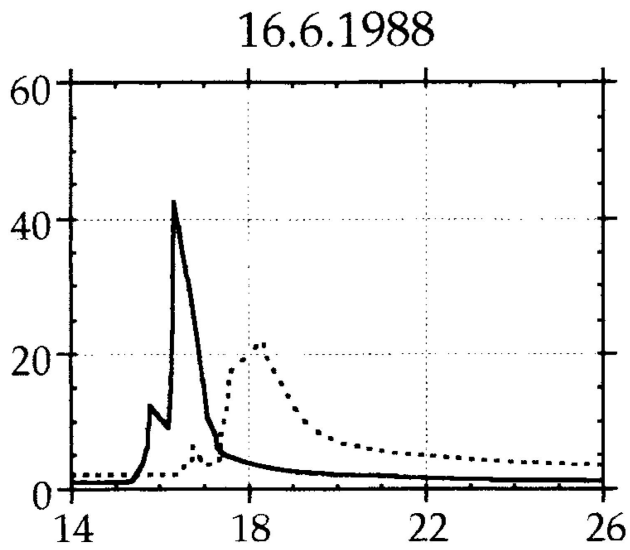
Einen Überblick über die Eigenschaften der Hochwasser in der Langete liefert das *Frequenzdiagramm der Jahreshochwasser* für die beiden Stationen (Abb. 3). Zur Erstellung dieses Diagrammes werden die höchsten Abflüsse der einzelnen Jahre der Grösse nach geordnet. Das grösste Hochwasser, d.h. der Abflusswert, der im Laufe der Beobachtungsjahre nur einmal erreicht wurde, erhält als Schätzwert für das Wiederkehrintervall die Beobachtungsdauer zugeordnet. Das Wiederkehrintervall des zweitgrössten Hochwassers, d.h. des Abflusswertes, der zweimal erreicht oder überschritten wurde, ist gleich der halben Beobachtungsdauer. Nach dem gleichen Verfahren werden alle Jahresmaxima der Abflüsse in das Frequenzdiagramm eingetragen.

Die häufigen, kleinen Hochwasser liegen in Lotzwil deutlich über den Werten des Teileinzugsgebietes Huttwil. Die selteneren Hochwasser mit Wiederkehrperioden zwischen 6 und 40 Jahren hingegen sind in Lotzwil mit 30 bis 40 m³/s kleiner als die Werte in Huttwil. Das grösste beobachtete Ereignis vom 30. August 1975 mit einem Scheitelabfluss von 52 m³/s in Huttwil und rund 100 m³/s in Lotzwil ist sowohl wegen seiner Grösse als auch wegen der Abflusszunahme zwischen den beiden Pegeln auffallend.

In der *Gegenüberstellung der Scheitelabflüsse* der Jahreshochwasser 1966 bis 1989 (Abb. 4) liegen die Werte für Lotzwil meist deutlich über den Werten von Huttwil. Einige Ereignisse mit Maxima über 20 m³/s weisen jedoch in Huttwil grössere Scheitelabflüsse auf als in Lotzwil. Diese sind ausschliesslich durch sommerliche Gewitterregen hervorgerufen. Hochwasser, bei welchen Schneeschmelze oder Niederschlag auf Schnee eine Rolle spielt, überschreiten in Huttwil 25 m³/s nicht und weisen keine Abminderung des Wellenscheitels in der Fliessstrecke zwischen den beiden Pegeln auf.

Abbildung 5 zeigt die *Abflussganglinien* der drei grössten in Huttwil gemessenen Hochwasser. Während der Ereignisse vom 11. Juli 1978 und vom 16. Juni 1988 fand auf der Teilstrecke zwischen den beiden Pegeln eine starke Verformung der Hochwasserwellen und eine deutliche *Abminderung* der Wellenscheitel statt. Im Gegensatz dazu wurde der Wellenscheitel vom 30. August 1975 im Verlauf der Fliessstrecke verdoppelt. Zwischen den beiden Ereignissen mit Scheitelreduktion und dem aussergewöhnlichen Hochwasser von 1975 bestehen folgende wesentliche Unterschiede:

Abb. 5: Ganglinien der Hochwasserereignisse vom 11. Juli 1978, vom 16. Juni 1988 und vom 30. August 1975 in der Langete.



- Das Hochwasser von 1975 besitzt eine deutlich höhere Dauer als die beiden Ereignisse mit starker Scheitelreduktion. Die Dauer des Abflusses über $20 \text{ m}^3/\text{s}$ in Huttwil beträgt für das Hochwasser 1975 sechs Stunden, für das Hochwasser 1978 drei Stunden und für das Hochwasser 1988 vierzig Minuten.
- Beim Hochwasser von 1975 lag der Schwerpunkt des Niederschlages eher im nördlichen Teil des Einzugsgebietes, während bei den beiden Ereignissen mit Scheitelreduktion die Starkniederschläge fast ausschließlich im Teileinzugsgebiet von Huttwil fielen.

Die Abbildungen 3 bis 5 zeigen, dass zwischen den Hochwasserscheiteln in Huttwil und Lotzwil *kein einfacher linearer Zusammenhang* besteht. Naef et al. (1986) vermuten, dass diese Eigenheiten der Hochwasser in Lotzwil mit der dämpfenden Wirkung der Vorlandüberflutungen zu erklären sind. Konkret sollen in diesem Artikel die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Ist in der Langete für die Reduktion der Scheitelabflüsse von Hochwassern kurzer Dauer die Retentionswirkung der Überflutungen massgebend?
- Beeinflusst die Retention auch Hochwasser der Grössenordnung des Ereignisses von 1975?
- Wie würde das Frequenzdiagramm der Jahreshochwasser in Lotzwil ohne Überflutungen aussehen?

4. Erstellung eines Simulationsmodelles

Der Hochwasserwellenablauf in der Langete zwischen den Pegeln Huttwil und Lotzwil wurde mit Hilfe eines *mathematischen Modelles* simuliert, welches speziell für Talabschnitte mit Überflutungen entwickelt wurde (Haider 1992). Vernetzte eindimensionale Teilmodelle bilden die Strömungsvorgänge im Fluss und in den Überflutungszonen des Talbodens nach. Im Modell sind rückstaufrei durchströmte und an Dämmen rückgestaute Vorlandbereiche zu unterscheiden, da diese auf die Verformung der Hochwasserwelle eine unterschiedliche Wirkung haben. In den rückstaufreien Vorländern stellt sich im Vergleich zum Fluss eine verlangsamte seichte Durchströmung ein, die rückgestauten Bereiche wirken durch die temporäre Wasserspeicherung bei vernachlässigbarer Fliessgeschwindigkeit.

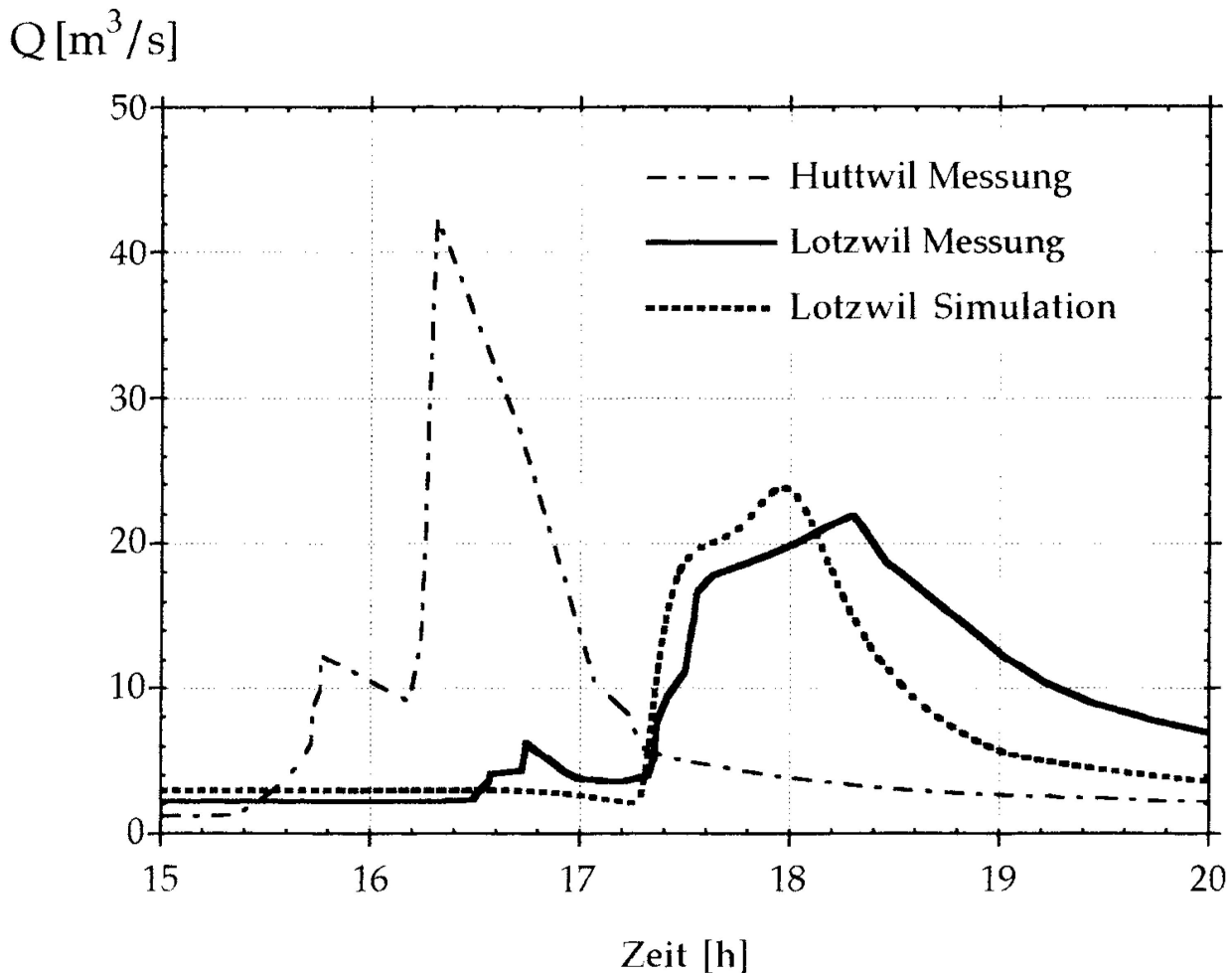


Abb. 6: Gemessene und simulierte Ganglinien für das Hochwasserereignis vom 16. Juni 1988.

Die Daten zur Topographie des Flusslaufes und des Talbodens müssen in vereinfachter Form dem Modell vorgegeben werden. Diese Daten sind aus diversen Regulierungsprojekten und aus der photogrammetrischen Auswertung von Luftbildern bekannt. Eine Sensitivitätsanalyse zeigt, dass die Höhen der Flussufer für die Genauigkeit der Berechnungsergebnisse von grösster Bedeutung sind, da sie die Wassermengen bestimmen, die aus dem Fluss in die Vorländer strömen können.

Die Eignung des Simulationsmodelles wird durch Nachrechnung der grossen Hochwasserwellen, für welche auch Messungen in den Pegelstationen vorliegen, nachgewiesen. Als Beispiel zeigt Abbildung 6 die in Huttwil und in Lotzwil beobachteten Abflussganglinien des Hochwassers vom 16. Juni 1988 und das Ergebnis der Simulationsrechnung. Die Verformung der Welle und der Scheitelabfluss in Lotzwil stimmen gut überein.

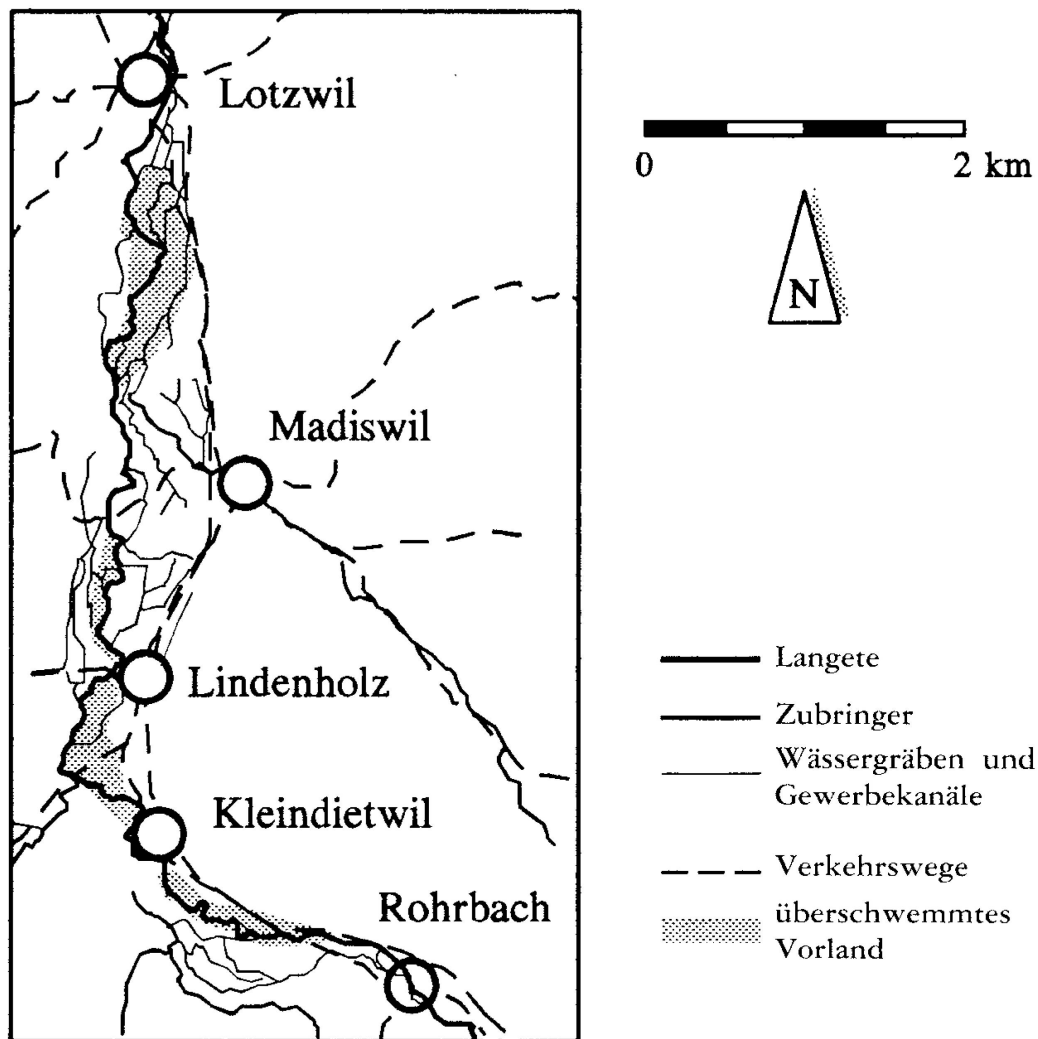


Abb. 7: Lage der überschwemmten Vorländer im Langetetal zwischen Rohrbach und Lotzwil.

5. Der Hochwasserwellenablauf zwischen Huttwil und Lotzwil

Die Bereiche der Talsohle zwischen Huttwil und Lotzwil, in welchen bei grossen Hochwasserereignissen grossflächige Überflutungen auftreten, sind in Abbildung 7 hervorgehoben. Verfolgt man die Bewegung einer Hochwasserwelle mit einem Scheitelabfluss über $20 \text{ m}^3/\text{s}$ talabwärts, so treten die ersten grossflächigen Überschwemmungen unterhalb von Rohrbach auf. Der Grossteil der Fläche wird rückstaufrei durchströmt, doch bilden sich hinter dem Strassen- und Eisenbahndamm auch rückgestaute Überflu-



Abb. 8: Luftbild des Sohlentales südlich von Lotzwil: Die Langete fliesst von Süden (unten) nach Norden und ist durch die baumbestandenen Ufer erkennbar. Im rechtsufrigen Vorland begrenzen ein Fahrweg (Bildmitte) und der hochliegende Mühlenkanal (oberer Bildrand) jeweils einen grossflächigen Retentionsraum (Befliegung 4. Dezember 1978, Geographisches Institut der Universität Bern).

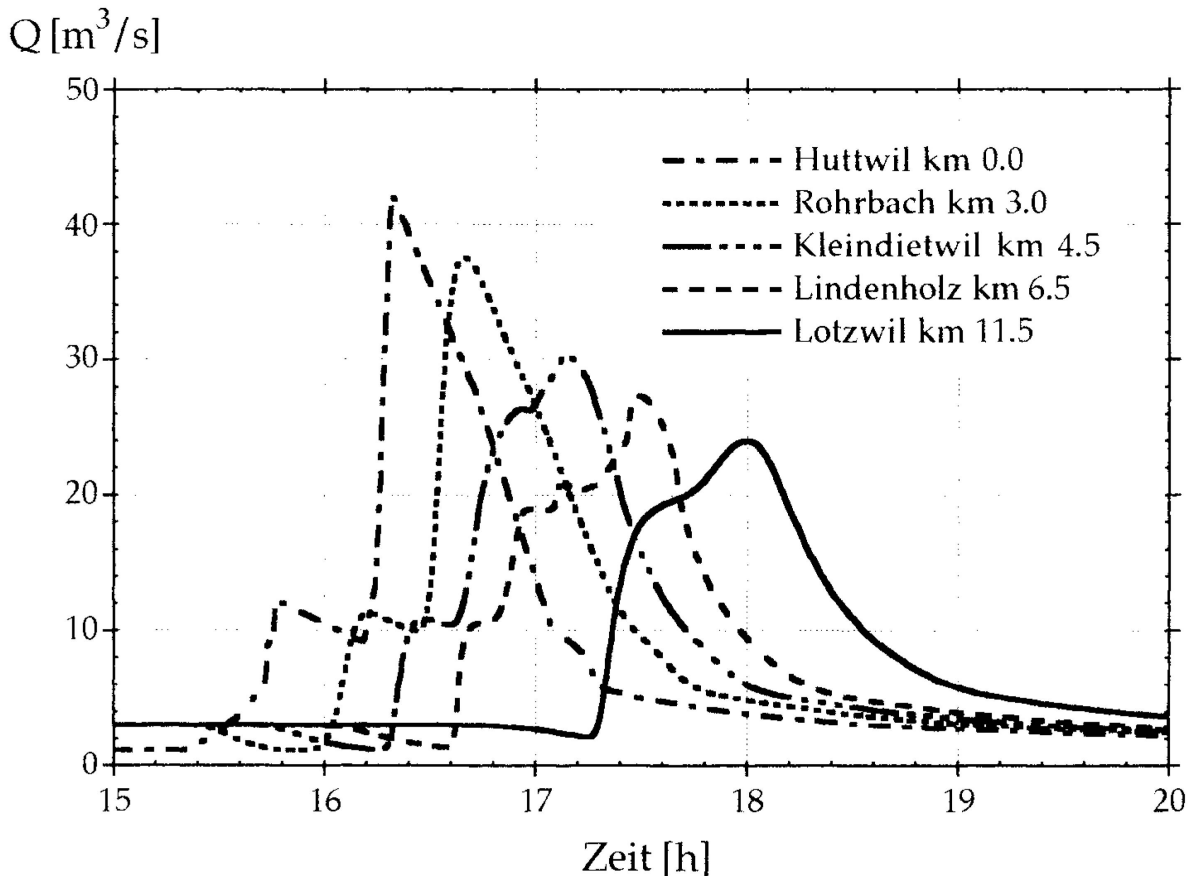


Abb. 9: Verformung der Hochwasserwelle vom 16. Juni 1988 zwischen Huttwil und Lotzwil (simuliert).

tungsbereiche. Zwischen Kleindietwil und Lindenholz wird das linksufrige Vorland ab $21 \text{ m}^3/\text{s}$, das rechtsufrige ab $25 \text{ m}^3/\text{s}$ überflutet. Rechtsufrig bildet sich durch den Strassendamm ein grossflächiger Rückstau, daran schliesst eine lange Vorlandfliessstrecke an. Oberhalb von Lindenholz strömt das gesamte Überflutungswasser in die Langete zurück. Zwischen Lindenholz und Madiswil verhindern hohe Ufer zumeist grossflächige Ausuferungen. Nur die linksufrigen Wässermatten werden ab $20 \text{ m}^3/\text{s}$ rückstaufrei überflutet. Zwischen Madiswil und Lotzwil treten ab $30 \text{ m}^3/\text{s}$ Ausuferungen auf. Rechtsufrig bilden der Damm eines Fahrweges und ein hochliegender Mühlenkanal jeweils einen Rückhalteraum mit grosser Speicherfläche und gedrosseltem Auslauf (Abb. 8). Diese Rückhalteräume werden durch Ausuferungen aus der Langete, aber auch durch den Madiswilerbach gefüllt.

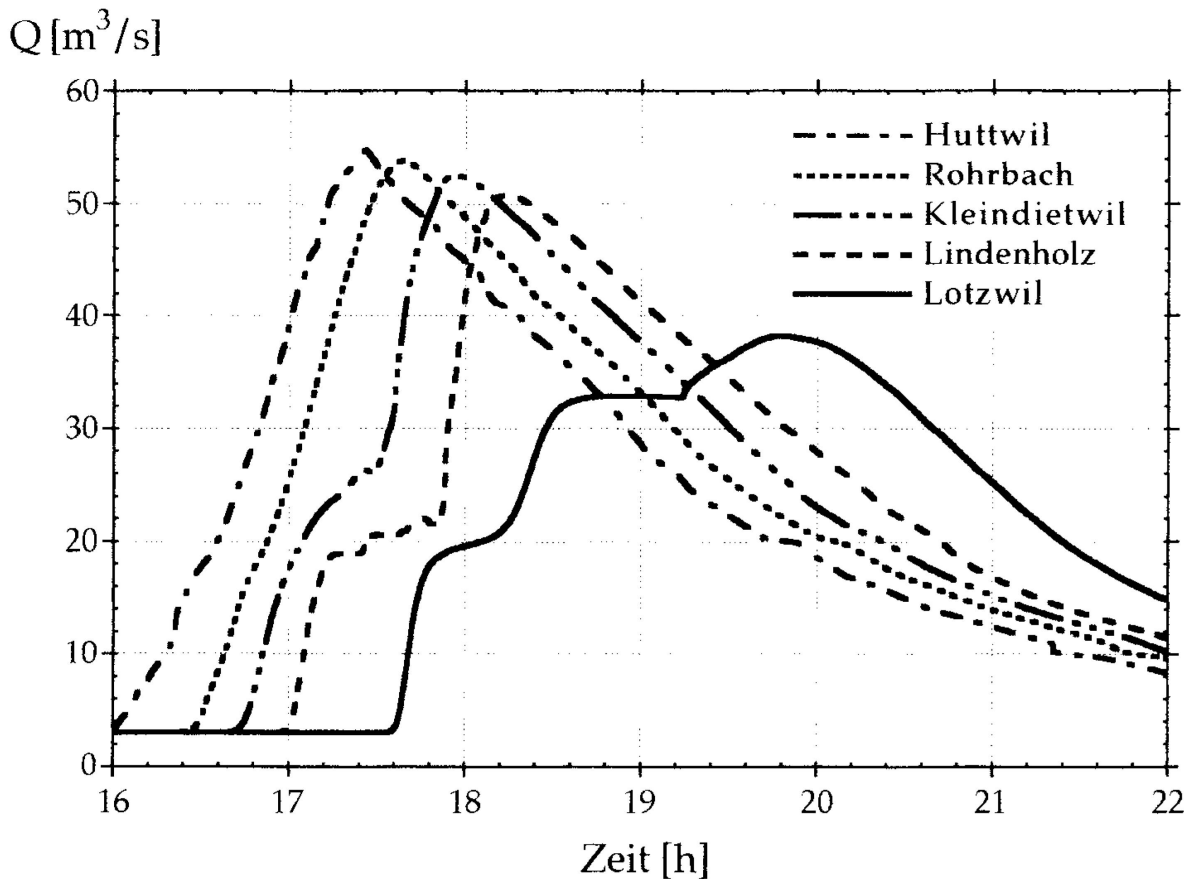


Abb. 10: Verformung der Hochwasserwelle vom 11. Juli 1978 zwischen Huttwil und Lotzwil (simuliert).

Beim extrem kurzdauernden Hochwasser 1988 wird der Hochwasserscheitel bereits im 3 km langen Flussabschnitt zwischen Huttwil und Rohrbach um rund $4 \text{ m}^3/\text{s}$ reduziert (Abb. 9), obwohl dort keine grossflächigen Überflutungen stattfinden. Zwischen Rohrbach und Lindenholz vermindern die Speicherung in den Rückhaltebecken und die Infiltration im überschwemmten Vorland sowohl den Abflussscheitel als auch das Wellenvolumen wesentlich. Die Welle bei Lindenholz weist einen verzögerten, aber steilen Scheitel auf. Zwischen Lindenholz und Lotzwil ist es vor allem die fließende Retention im Fluss, welche für eine weitere Abminderung des Abflussmaximums sorgt. Die grossflächigen Überschwemmungsgebiete zwischen Madiswil und Lotzwil werden bei diesem Ereignis nicht überflutet, die Scheitelabminderung tritt bereits zwischen Huttwil und Lindenholz ein.

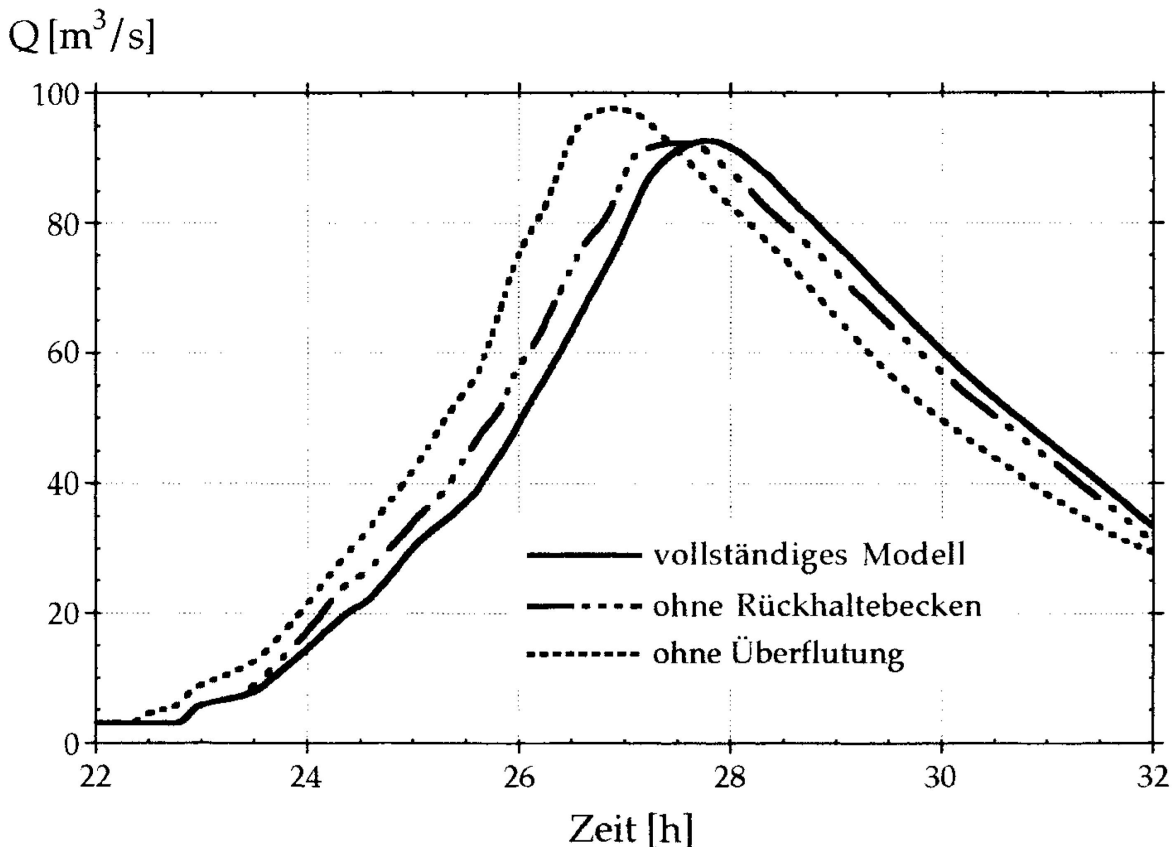


Abb. 11: Hochwasser vom 30. August 1975: Simulationsergebnis für verschiedene topographische Zustände.

Beim längerdauernden Hochwasser 1978 entwickelt sich die Scheitelabminderung anders (Abb. 10). Die fließende Retention im obersten Abschnitt zwischen Huttwil und Rohrbach ist vernachlässigbar. Die Rückhalteräume zwischen Rohrbach und Lindenholz können zwar das Wellenvolumen etwas vermindern, den Wellenscheitel aber nicht wesentlich reduzieren. Bei der im Vergleich zum Hochwasser 1988 grösseren Dauer der Vorlandüberflutungen werden die Rückhalteräume so stark durchströmt, dass sie kaum mehr Retentionswirkung haben. Erst unterhalb von Madiswil kommt es durch die grossflächigen Ausuferungen und besonders durch die Wirkung der beiden grossen Rückhalteräume mit gedrosseltem Auslauf zu einer deutlichen Reduktion des Abflussscheitels von rund $50 \text{ m}^3/\text{s}$ auf $38 \text{ m}^3/\text{s}$.

Vernachlässigt man bei der Modellierung des Hochwassers 1978 die gesamte Fließstrecke zwischen Huttwil und Madiswil, so ergibt sich eine Reduktion des Scheitelabflusses von 55 auf $43 \text{ m}^3/\text{s}$. Beim Hochwasser 1978 ist also die Retentionswirkung der flussauf von Madiswil liegenden Über-

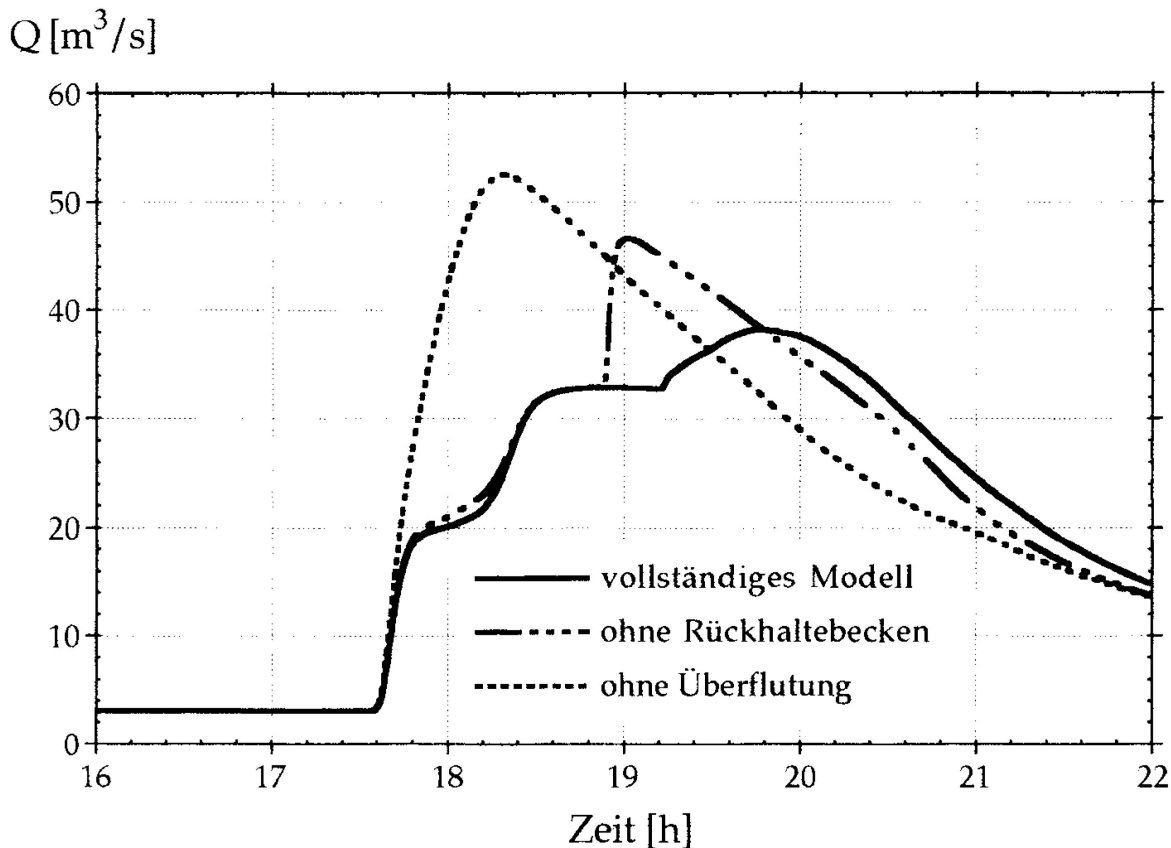


Abb. 12: Hochwasser vom 11. Juli 1978: Simulationsergebnis für verschiedene topographische Zustände.

flutungsräume nicht wesentlich. Die Rückhaltebecken in diesem Bereich werden schon lange Zeit vor dem Durchgang des Wellenscheitels gefüllt und können daher das Wellenvolumen verkleinern, den Wellenscheitel jedoch nicht bedeutend verringern.

Um die Retentionswirkung der rückgestauten und der frei fliessenden Überflutungsgebiete abschätzen zu können, werden die fünf grössten Hochwasserereignisse für zwei weitere topographische Zustände simuliert. Im Modell «ohne Rückhaltebecken» sind alle durch Dämme rückgestauten Vorlandbereiche durch ungestaute Vorlandabschnitte ersetzt. Dies entspricht annähernd dem Zustand des Talbodens vor Errichtung grösserer Verkehrswege und Wasserkraftanlagen. Die mit diesem Modell berechneten Ganglinien beinhalten nur die fliessende Retention in den überströmten Vorländern und im Hauptgerinne. Durch Vergleich mit den Ergebnissen des bisher verwendeten «vollständigen Modelles» wird der Effekt der rückgestauten Vorlandbereiche sichtbar. Im Modell «ohne Überflutungen» wird

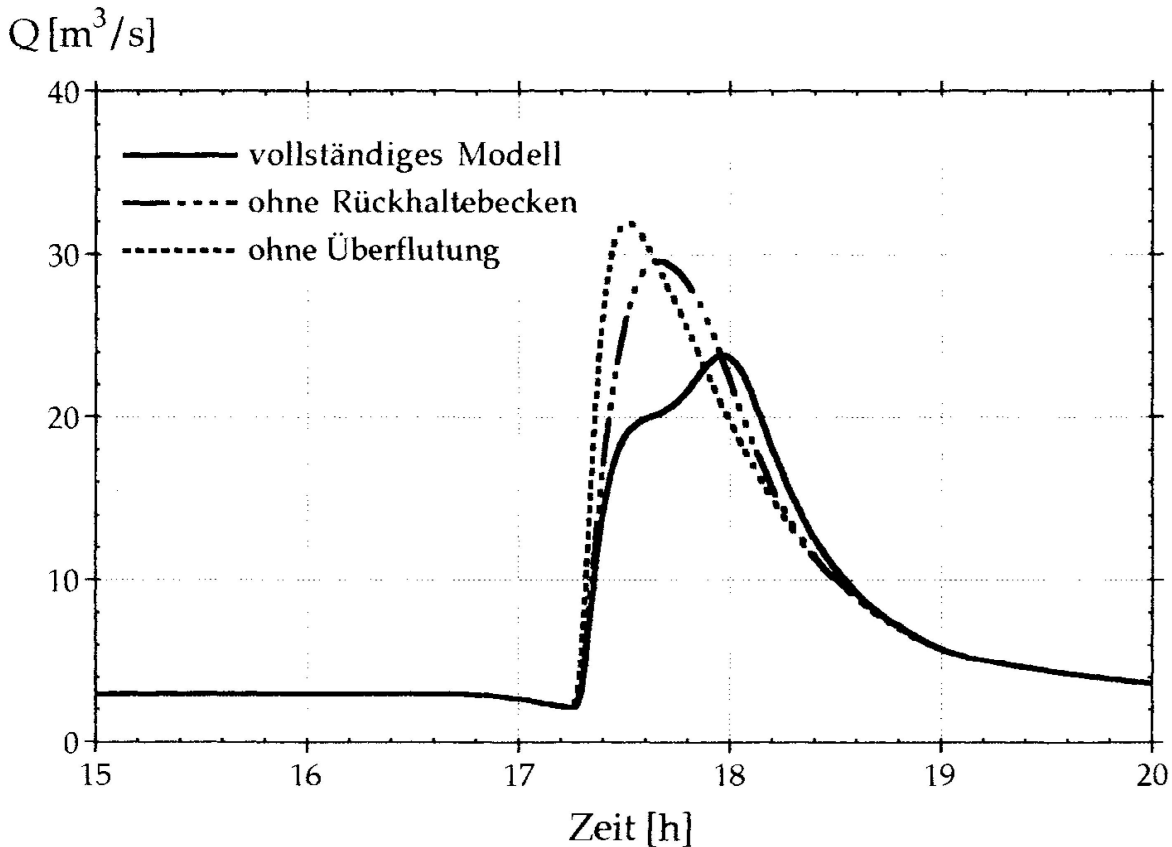


Abb. 13: Hochwasser vom 16. Juni 1988: Simulationsergebnis für verschiedene topographische Zustände.

angenommen, dass die Dämme der Langete ausreichend hoch sind, um Vorlandüberflutungen zu verhindern. In den so berechneten Ganglinien ist daher nur mehr die fließende Retention im Hauptgerinne enthalten.

Die Simulationsergebnisse für die Hochwasser 1975, 1978 und 1988 sind in den Abbildungen 11 bis 13 und in Tabelle 1 dargestellt. Bei der langdauernden Hochwasserwelle 1975 ist die Retentionswirkung der Vorlandüberflutungen gering. Im Modell ohne Rückhaltebecken erhöht sich der Scheitelabfluss nicht, im Modell ohne Überflutungen um rund 5%. Für die sehr steilen, kurzdauernden Hochwasserwellen von 1978 und 1988 ergibt die Simulation ohne Rückhaltebecken einen Anstieg des Hochwasserscheitels um über 20%. In der Simulation ohne Vorlandüberflutung erhöht sich der Scheitelabfluss um mehr als 35%.

Tab. 1: Simulierte Scheitelabflüsse in Lotzwil für verschiedene topographische Zustände (prozentuale Zunahme im Vergleich zum vollständigen Modell in Klammer)

Ereignis	Scheitel Huttwil (m ³ /s)	Scheitelabfluss Lotzwil (m ³ /s)		
		vollständiges Modell	ohne Rückhaltebecken	ohne Überflutung
1975	50	92,7	92,4 (+ 0%)	97,6 (+ 6%)
1978	55	38,2	46,7 (+22%)	52,5 (+37%)
1988	42	23,8	29,6 (+24%)	31,9 (+43%)

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die fließende Retention im Hauptgerinne in der Langete nur bei Ereignissen mit sehr kurzer Dauer, wie z.B. beim Hochwasser 1988, eine wesentlich Rolle spielt. Die meisten Hochwasserereignisse erfahren ohne Ausuferung keine Scheitelabminderung, da ihre Dauer zu gross ist. Etwas mehr als die Hälfte der Retentionswirkung der Überflutungen entsteht in den Rückstauräumen hinter den von Menschenhand angelegten Dämmen, der Rest ist auf die Verformung und Verzögerung der Hochwasserwelle und die Infiltration im ungestauten Vorland zurückzuführen. Die Retentionswirkung der Überflutung wäre also in einem natürlichen voralpinen Tal, in welchem vermutlich keine Querdämme existieren würden, wesentlich geringer. Andererseits ist festzuhalten, dass die Vorlandüberflutung eine Gruppe von kurzdauernden Hochwasserereignissen wesentlich beeinflusst. Das Hochwasser 1975 erfuhr keine starke Abminderung des Wellenscheitels durch die Vorlandüberflutungen. Bei Ereignissen dieser Grössenordnung darf nicht mit einer starken Retentionswirkung gerechnet werden.

6. Frequenzdiagramm der Scheitelabflüsse der Langete

Auf Grund der Simulationrechnungen kann nun das Frequenzdiagramm der Scheitelabflüsse in Lotzwil für den hypothetischen Fall der voll regulierten Langete ohne Überschwemmung der Vorländer erstellt werden (Abb. 14). Durch den Vergleich dieser simulierten Verteilung mit der beobachteten Verteilung wird der Einfluss der Vorlandüberflutungen auf die Grösse der Hochwasser bestimmter Wiederkehrperioden sichtbar. Die Jährlichkeit des Hochwassers 1975 muss auf Grund der Niederschlagsintensität

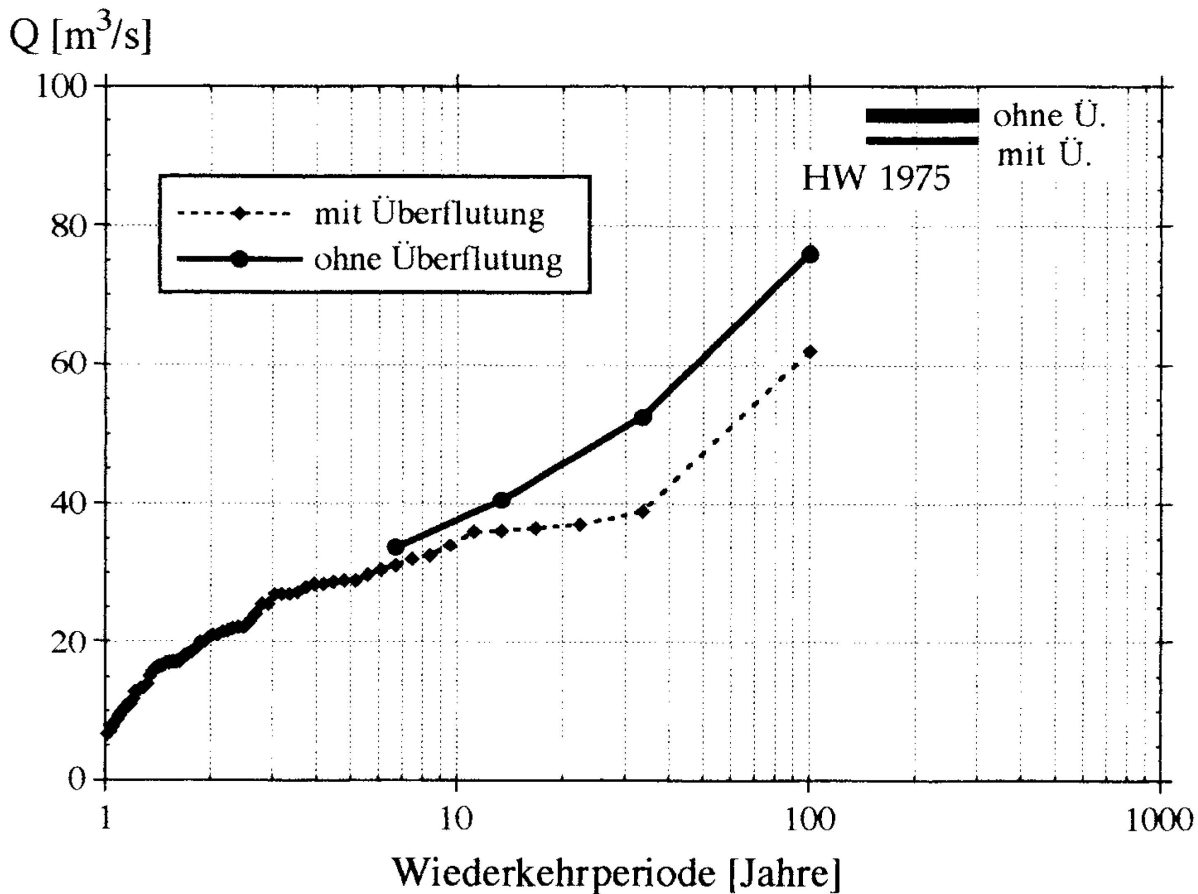


Abb. 14: Frequenzdiagramm der Scheitelabflüsse im Pegel Langete/Lotzwil mit Vorlandüberflutungen (beobachtet) und ohne Vorlandüberflutungen (simuliert).

ten, die es auslösten (Binggeli et al. 1976), grösser als die Beobachtungsdauer am Pegel Lotzwil angenommen werden. Da es nicht möglich ist, die Jährlichkeit eines solchen seltenen Ereignisses genau festzulegen, wird die Jährlichkeit auf Grund der regionalen Verteilung des Ereignisniederschlages und der Starkregenstatistik benachbarter Stationen auf 150 bis 300 Jahre geschätzt. Aus den Hochwassern 1978 und 1975 interpolierte 100jährige Ereignisse wurden auch ins Diagramm aufgenommen. Der Scheitel des 100jährigen Hochwassers liegt mit Überflutungen zwischen 60 und 70 m³/s, ohne Überflutungen zwischen 70 und 75 m³/s.

Das Diagramm zeigt, dass die Hochwasser mit einem Wiederkehrintervall kleiner als 10 Jahre durch die Überflutungen nicht wesentlich verändert werden. Die Hochwasserscheitel der 20- bis 50jährigen Ereignisse werden am stärksten verändert. Es sind die Ausuferungen im untersten Teil



Abb. 15: Langenthal, überschwemmte Schwäbematten. Aufnahme Christian Leibundgut 1968.

der untersuchten Fliessstrecke, zwischen Madiswil und Lotzwil, welche diese Hochwasser stark beeinflussen. Bei selteneren Ereignissen, wie z.B. beim 100jährigen Hochwasser und beim Hochwasser 1975, ist die Wirkung der Überflutungen wieder geringer.

7. Schlussfolgerungen

Durch die Simulation des Hochwasserwellenablaufes konnte gezeigt werden, dass die Überschwemmungen einen wesentlichen Einfluss auf einen Teil der Hochwasser der Langete haben. Dazu gehören Hochwasser mit hohem Scheitelabfluss, aber kurzer Dauer. Bei einer vollständigen Verhinderung der Ausuferungen durch Flussregulierungen würden die Scheitel-

abflüsse der Hochwasser mit einem Wiederkehrintervall zwischen 15 und 100 Jahren um 10 bis 15 m³/s erhöht. Etwa die Hälfte der Scheitelreduktion ist auf die Speicherung hinter Dämmen im Vorland zurückzuführen, die andere Hälfte auf den verzögerten Abfluss im bewachsenen Überschwemmungsgebiet. Ereignisse mit kleinen Scheitelabflüssen und Ereignisse mit grosser Dauer, wie z.B. Schneeschmelzereignisse, werden nicht wesentlich abgemindert. Ebenso findet bei seltenen Hochwassern mit starker Dotierung der Vorländer keine wesentliche Scheitelabminderung statt.

Im Rahmen dieser Fallstudie wurde ein Berechnungsmodell für den Hochwasserwellenablauf in Flussabschnitten mit Überflutungen erprobt und eine Analyse der Speicher- und Strömungsvorgänge im überfluteten Vorland durchgeführt. Mit diesem Modell können auch Berechnungen für andere Talabschnitte durchgeführt werden. Ein weiteres Ziel des Forschungsprojektes ist die Ableitung allgemein anwendbarer Abschätzmethoden für die Retentionswirkung von Überflutungen.

Literatur

- BINGGELI V., BITTERLI S., LEIBUNDGUT CH. (1976): Zur Hydrologie des Langete-Hochwassers vom 30. August 1975. *Jahrbuch des Oberaargaus* 1976, 87–101.
- BINGGELI V. (1983): *Geografie des Oberaargaus – Regionale Geografie einer bernischen Landschaft*. Verlag Jahrbuch des Oberaargaus, Langenthal.
- BINGGELI V. (1989): Kulturlandschaftswandel am Beispiel der Oberaargauer Wässermatten. *Jahrbuch des Oberaargaus*, 1989, 39–74.
- HAIDER S. (1992): Berücksichtigung grossflächiger Vorlandüberflutungen bei der Festlegung von Bemessungsabflussmengen. *Interprävent 1992 – Bern*, Band 1, 193–203.
- LEIBUNDGUT CH. (1976): Zum Wasserhaushalt des Oberaargaus und zur hydrologischen Bedeutung des landwirtschaftlichen Wiesenbewässerungssystems im Langetental. *Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie*, 23, Kümmerly + Frey, Bern.
- LEIBUNDGUT CH. (1987): Erhaltung und Wiederherstellung der Wässermatten-Kulturlandschaft im Langetental. *Jahrbuch des Oberaargaus*, 1987, 15–52.
- NAEF F., ZUIDEMA P., KÖLLA E. (1986): Abschätzung von Hochwassern in kleinen Einzugsgebieten. *Beiträge zur Geologie der Schweiz – Hydrologie*, 31, Kümmerly + Frey, Bern, 195–233.
- VEWD (1991): Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung der Grundwasser des Kantons Bern – Hydrogeologie Mittleres und Unteres Langetetal. Wasser- und Energiewirtschaftsamt, Direktion für Verkehr, Energie und Wasser des Kantons Bern, Bern.