

Tafel 5.6 Hochwasserabflüsse

Einleitung

Trotz ihrer zerstörerischen Wirkung üben Hochwasser auf uns Menschen eine Faszination aus, der man sich nur schwer entziehen kann. Es kommt daher nicht von ungefähr, dass sich die hydrologische Forschung lange Zeit schwerpunktmässig mit Fragen des Hochwasserabflussprozesses und des Hochwasserschutzes auseinandersetzte. Die Ausrichtung der Messnetze älteren Datums auf die Erfassung der Mittel- und Hochwasser unterstreicht die Bedeutung dieses Bereichs der Hydrologie. Tatsächlich bildet die Kenntnis über die Hochwasserabflüsse eine unentbehrliche Grundlage für die Planung von wasserbaulichen Massnahmen, die optimale Nutzung der Ressourcen, die Bewirtschaftung von Anlagen sowie für den Gewässerschutz.

Für viele Probleme der Wasserwirtschaft und des Gewässerschutzes sowie für die Eichung von Abflussmodellen werden hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Abflussdaten gestellt. Während Hochwasserabflüssen treten in unseren steilen Gewässern hohe Fliessgeschwindigkeiten auf. Daraus resultieren Gerinnebettveränderungen durch Erosion und Auflandung sowie hoher Feststoff- und Geschwemmeltransport im Gerinne. Die meisten der heute verwendeten Abflussmessmethoden verlangen die Anwesenheit von Messpersonal. Hochwasser treten aber vielfach in kurzen Zeiträumen von Minuten bis Stunden oder in der Nacht auf. Sie sind zudem schwierig vorherzusagen, was die Präsenz von Messpersonal erschwert oder verunmöglicht. Dadurch ist man manchmal gezwungen, die extremen Hochwasserabflüsse mittels hydraulischer Verfahren ausgehend von gemessenen Abflüssen zu extrapolieren. Dies führt zu zusätzlichen Ungenauigkeiten. Diesem Umstand ist bei der Interpretation von extremen Hochwasserabflüssen Rechnung zu tragen.

Hochwasserkenngrossen

Von Hochwasser spricht man, wenn der Basisabfluss während einer bestimmten Zeit deutlich überschritten wird. Wie hoch diese Überschreitung sein muss, ist von Fall zu Fall festzulegen. Öfters wird ein Schwellenwert als ein Vielfaches des Mittelwasserabflusses verwendet.

Zur Charakterisierung der Hochwasser werden folgende Kenngrossen verwendet: der Hochwasserstand, der Hochwasserspitzenabfluss, die Hochwasserfracht und die Hochwasserdauer. Die Hochwasserganglinie definiert den Zusammenhang zwischen Spitzenabfluss, Fracht und Dauer. Sie ist zusammen mit Angaben zur Häufigkeit von Hochwasserereignissen für die Bemessungspraxis sehr wichtig. Als Bemessungshochwasser bezeichnet man dasjenige Hochwasser, welches zur Planung und Dimensionierung von Hochwasserschutzmassnahmen verwendet wird. In der Schweiz war es bisher üblich, Flüsse auf ein sogenanntes 100jähriges Hochwasser auszubauen. Beim Talsperrenbau legte man ein Dimensionierungshochwasser mit einer zehnmal kleineren Auftretenswahrscheinlichkeit zugrunde. Heute verwendet man hierzu differenziertere Methoden.

Für Dimensionierungen ist die Kenntnis von Abflüssen bestimmter Wiederkehrperioden von grundlegender Wichtigkeit. Die Bestimmung der Jährlichkeit ist problematisch (zu kurze Messreihen, Hochwasserereignisse mit unterschiedlicher Entstehungsgeschichte, Messfehler, Inhomogenitäten, Unsicherheit in der Festlegung der Pegelschlüssel-Kurven). Trotzdem ist die Hochwasserstatistik ein wichtiges Hilfsmittel für die Planung und Dimensionierung wasserwirtschaftlicher Massnahmen.

Analyse von Hochwassermessreihen

Die Landeshydrologie und -geologie hat in den letzten Jahren ihre Abflussmessreihen mit einer minimalen Beobachtungsdauer von 10 Jahren und zusätzlich die entsprechenden Messreihen der Kantone, Hochschulen und privater Institutionen analysiert und die Resultate veröffentlicht [4,5].

Dabei wurden folgende Ziele verfolgt: Kontrolle und Bereinigung der Hochwasserbeobachtungen, graphische Darstellung des Datenmaterials, Angaben zur Häufigkeit von Hochwassern, Analyse der Veränderungen der Hochwasserabflüsse im Laufe der Messperiode sowie Abschätzung anthropogen bedingter Veränderungen. Mit dieser Untersuchung konnte umfangreiches Grundlagenmaterial bereitgestellt werden, das sich zur Lösung von mannigfaltigen Problemen verwenden lässt.

Die statistische Analyse erfasste die monatlichen Maxima der Hochwasser. Hochwasserwahrscheinlichkeiten wurden für die jährlich höchsten Hochwasserabflüsse sowie für die grössten Sommer- und Winterabflussspitzen berechnet. Die Berechnung erfolgte aufgrund der Empfehlungen zur Berechnung der Hochwasserwahrscheinlichkeit nach [3]. Als Verteilungsfunktionen wurden die log-Pearson-III-, die Pearson-III- und die Gammaverteilung verwendet.

Inhalt der Tafel

Das vorliegende Atlasblatt gibt einen gesamtschweizerischen Überblick über beobachtete Hochwasserspitzenabflüsse, statistische Kennwerte und die Häufigkeit von Hochwasserereignissen in ausgewählten Einzugsgebieten. In der Karte sind alle untersuchten Messstationen eingetragen. Die Signatur der Messstation verweist auf die Beobachtungsdauer der dargestellten Zeitperiode, die Farbe auf den Grad der anthropogenen Beeinflussung des Hochwasserregimes. Es wird unterschieden zwischen Stationen mit keiner bis geringer Beeinflussung, solchen mit mittlerer sowie denjenigen mit grosser Beeinflussung. Die Messstationsnummer bezieht sich auf die Tabelle, in der weitere Hochwasserkennwerte dargestellt sind, und auf das Atlasblatt 5.1, welches allgemeine Stationsangaben beinhaltet. Die fett gedruckte Zahl in der Karte entspricht dem Mittelwert der Jahreshochwasserspitzen über die jeweils aktuellste, homogene Zeitperiode. Je nach Betriebsdauer der Messstation basieren diese Mittelwerte auf unterschiedlichen Zeitperioden. Aus diesem Grunde wurden zu Vergleichszwecken für geeignete Messstationen (Fläche < 200 km², keine bis geringe Beeinflussung des Hochwasserregimes) Mittelwerte und Variationskoeffizienten über eine einheitliche Periode (1971–1990) berechnet. Die Resultate wurden klassiert und sind in der Karte flächenhaft dargestellt. Die Farbe entspricht der Abflussspende der mittleren Jahreshochwasserspitze, die Schraffur dem Variationskoeffizienten (Quotient aus Standardabweichung und Mittelwert).

Die Tabelle «Verzeichnis der Kennwerte» beinhaltet neben allgemeinen Stationsangaben die folgenden statistischen Kennwerte: mittlerer Jahresabfluss, Mittelwert, Standardabweichung und Schiefe der Jahreshochwasserspitzen, die grösste beobachtete Hochwasserspitze sowie den 50- und den 100jährigen Hochwasserspitzenwert. Unter den letzteren versteht man Hochwasser, die im statistischen Mittel nur einmal alle 50 bzw. 100 Jahre auftreten. Wo es wegen Inhomogenitäten (z. B. Bau von alpinen Speicherseen) erforderlich war, wurden für eine Messstelle mehrere Messreihen ausgewertet.

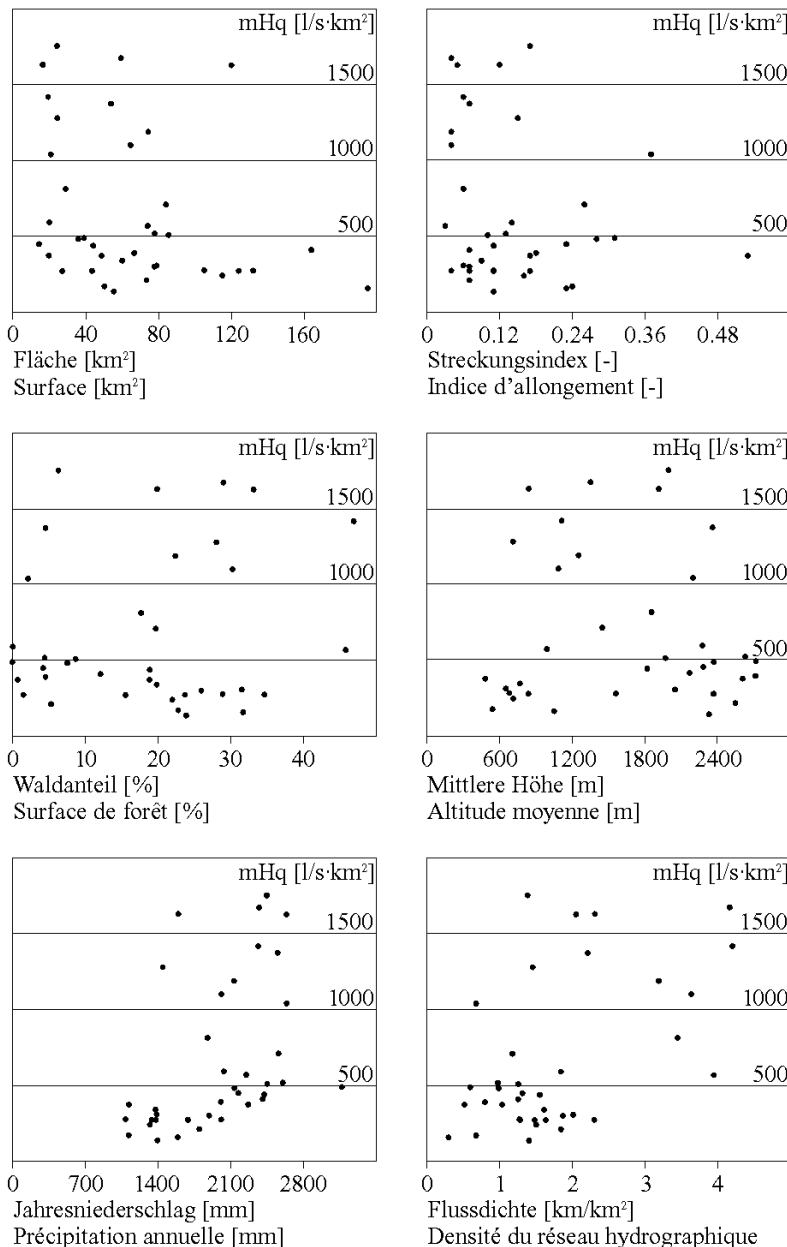
Auf der Graphikseite werden für ausgesuchte Messstationen die Zeitreihen 1921–1990 bzw. 1961–1990 der Hochwasserspitzen differenziert nach ihrem Auftreten im Sommer- oder Winterhalbjahr dargestellt. Mit einer Strichsignatur sind alle Hochwasserspitzen über einem bestimmten Schwellenwert eingetragen. Üblicherweise wird als Schwellenwert die kleinste jährliche Hochwasserspitze der Messreihe verwendet. In unserem Falle musste einige wenige Male davon abgewichen werden, da dies zu einer unübersichtlichen Häufung der kleineren Hochwasser in der Nähe des Schwellenwertes geführt hätte. Aufgrund dieser Darstellungen lässt sich ermitteln, ob sich die Häufigkeit des Auftretens von Hochwasserereignissen verändert hat.

Ausblick

In der Schweiz wurden in den letzten Jahren als Folge einer Häufung von schweren Hochwasserereignissen viele interessante Arbeiten zum Thema Hochwasser durchgeführt. Ein Überblick über den aktuellen Stand findet sich in [6]. Trotz der intensiven Forschung bleiben aber offene Fragen zurück. Viele davon hat die Ursachenanalyse der Hochwasser von 1987 aufgezeigt

[1]. Einen Einblick in die Problematik vermitteln die Figuren auf dieser Seite. Sie zeigen den Zusammenhang zwischen verschiedenen Einzugsgebietskenngrößen und der Abflussspende der mittleren Jahreshochwasserspitze der Zeitperiode 1971–1990. Es ist zu erkennen, dass es schwierig ist, auch nur Trends auszumachen. Der Hochwasserabfluss aus einem Gebiet resultiert aus einem sehr komplexen Zusammenspiel des verursachenden Niederschlages mit der Gebietscharakteristik. Es erstaunt deshalb nicht, dass eine neue Studie zu diesem Thema in der Schweiz trotz stark verbesserter Datengrundlage und trotz Einsatz eines Geographischen Informationssystems zum Schluss gelangt, eine Regionalisierung von Hochwasserabflüssen sei nicht möglich [2]. Es müssen deshalb auf dem Gebiet der Hochwasserhydrologie, insbesondere bei der Messung, in der Prozessforschung und bei der Modellierung alle Anstrengungen unternommen werden, damit – nicht zuletzt unter dem Eindruck eines sich ändernden Klimas – auch zukünftig die Grundlagen zur Verfügung stehen, um den Menschen zuverlässig vor Hochwassern zu schützen.

Zusammenhang einzelner Einzugsgebietsgrößen mit der Abflussspende der mittleren Jahreshochwasserspitze (mHq)
Corrélation entre quelques caractéristiques des bassins et le débit spécifique de la pointe de crue annuelle moyenne (mHq)



Literatur

- [1] **Bundesamt für Wasserwirtschaft, Landeshydrologie und -geologie (1991):** Ursachenanalyse der Hochwasser 1987. Mitteilung der Landeshydrologie und -geologie Nr. 14, Bern.
- [2] **Düster, H. (1994):** Modellierung der räumlichen Variabilität seltener Hochwasser in der Schweiz. Geographica Bernensia G44, Bern.
- [3] **DVWK (1979):** Empfehlungen zur Berechnung der Hochwasserwahrscheinlichkeit. DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, Nr. 101, Hamburg.
- [4] **Spreafico, M., Aschwanden, H. (1991):** Hochwasserabflüsse in schweizerischen Gewässern. Mitteilungen der Landeshydrologie und -geologie Nrn. 16 und 17, Bern.
- [5] **Spreafico, M. Stadler, K. (1986):** Hochwasserabflüsse in schweizerischen Gewässern. Mitteilungen der Landeshydrologie und -geologie Nrn. 7 und 8, Bern.
- [6] **Weingartner, R., Spreafico, M. (1990):** Analyse und Abschätzung von Hochwasserabflüssen – Eine Übersicht über neuere schweizerische Arbeiten. In: Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, 34. Jg., Heft 1/2:42–45, Koblenz.