

Tafel 5.8 Grundlagen zur Bestimmung der Abflussmenge Q_{347}

Einleitung

Während langer Zeit war Niedrigwasser in der gebirgigen und damit wasserreichen Schweiz kein Thema für die hydrologische Forschung. Heute hat sich diese Situation geändert. Die wachsende Bevölkerung und deren Bedürfnisse und Ansprüche führen zur vermehrten Nutzung der Ressource Wasser. Dem steht die Aufforderung gegenüber, die Wasservorräte nur soweit zu nutzen, als dies ökologisch vertretbar ist. Befürchtungen, welche – angesichts drohender Klimaveränderungen – von einer Zunahme der Häufigkeit hydrologischer Extremsituationen ausgehen, haben das Interesse am Niedrigwasser im Hinblick auf mögliche Szenarien der Bewirtschaftung und des Schutzes endgültig geweckt. Weiter hat die Verwendung des Begriffs der Abflussmenge Q_{347} im Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (GSchG) eine Reihe von Untersuchungen an Hochschulen, beim Bund sowie an kantonalen Fachstellen ausgelöst. Die Abflussmenge Q_{347} bildet eine der Grundlagen, um angemessene Restwassermengen unterhalb von Wasserentnahmen oder Stauhaltungen festzulegen (Art. 31–33 GSchG).

Definition der Abflussmenge Q_{347}

Anders als im Falle von Hochwasser kann Niedrigwasser mit zahlreichen Kenngrössen beschrieben werden. Der Gesetzgeber hat sich für die Abflussmenge Q_{347} entschieden, ein statistisch zu ermittelnder Wert, welcher standardmässig in hydrologischen Jahrbüchern veröffentlicht wird. Art. 4 des GSchG definiert die Abflussmenge Q_{347} als «Abflussmenge, die, gemittelt über 10 Jahre, durchschnittlich während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird und die durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser nicht wesentlich beeinflusst ist». Dies bedeutet, dass die Abflussmenge Q_{347} aus Messungen hergeleitet werden soll, und zwar mit Hilfe der abszissengemittelten Dauerkurve, auch Dauerlinie oder Summenhäufigkeitsverteilung genannt [1]. Die Dauerkurve ist die Darstellung statistisch gleichwertiger Beobachtungen in der Reihenfolge ihrer Grösse (s. Fig. 1). Die Abflussmenge Q_{347} entspricht der Wassermenge, die in 95% aller Fälle erreicht oder überschritten und dementsprechend in nur 5% der Fälle unterschritten wird.

Zeitliche und räumliche Variabilität

Abflussprozesse werden von den klimatischen Gegebenheiten und von der naturräumlichen Ausstattung der Einzugsgebiete gesteuert. Entsprechend der Vielfalt der Schweiz unterscheiden sich deshalb Dauer und Ausmass von Niedrigwasserabflüssen von Region zu Region. Die Figuren 1 bis 5 nehmen diese regionalen Unterschiede auf und zeigen sie am Beispiel der Lütchine und der Simme (Alpenraum), der Töss (Mittelland) und der Birs (Jura). In alpinen Einzugsgebieten ist der Niedrigwasserabfluss auf die Monate Oktober bis März beschränkt. In Einzugsgebieten des Mittellandes und des Juras ist er wohl auf den Sommer und Herbst konzentriert, kann daneben aber in jedem beliebigen Monat auftreten. Die Figur 2 zeigt dies im langjährigen Mittel, die Figur 3 für ein einzelnes Jahr. Der Grund dafür liegt in unterschiedlichen Abflussprozessen: Im Alpenraum wird der Niederschlag im Winter in Form von Schnee und Eis an der Oberfläche gespeichert. Während dieser Zeit treten die kleinsten Abflüsse auf. Die Strahlung und die Lufttemperatur als klimatische Faktoren, Hangneigung, Exposition und Höhenlage als physiographische Gebietskenngrössen steuern das Ausmass und die Dauer der Niedrigwasserperiode. Untergrundspeicherung kennzeichnet die Niedrigwasserabflussprozesse im Mittelland und Jura. Die Speicher werden je nach Wasserangebot (Niederschlag oder Schneeschmelze) vorwiegend im Winter und Frühling gefüllt. Die Niedrigwasserabflüsse treten beim Leerlaufen der Speicher auf. Unterbrochen werden sie durch Niederschlagsereignisse. Die Unterschiede zwischen Mittelland und Jura dürften in der Komplexität der hydrogeologischen Verhältnisse zu suchen sein.

Bedingt durch Trocken- und Nassperioden bzw. Kältephasen ist die Abflussmenge Q_{347} natürlichen Schwankungen unterworfen (Fig. 4). Diese zeigen sich sowohl bei den jährlichen Q_{347} als auch bei den Dekadenmittelwerten. In einem alpinen Einzugsgebiet sind die jährlichen maximalen Werte des Q_{347} einer längeren Beobachtungsperiode höchstens viermal grösser als die minimalen Werte. Bei den Dekadenmittelwerten liegt dieser Faktor zwischen 1.3 und 1.5. Die Mittelwertbildung übt also eine stark dämpfende Wirkung aus. Die entsprechenden Faktoren für das Mittelland sind signifikant höher: Für Einzeljahre erreichen sie den Wert 10, für Dekadenmittel den Wert 2.5 [1].

Die Art der Definition der Abflussmenge Q_{347} bringt es mit sich, dass nicht alle Jahre in gleichem Masse zum Mittelwert beitragen. Die Figur 5 zeigt dies sehr schön; augenfällig sind insbesondere wieder die Unterschiede zwischen Alpenraum und Mittelland/Jura.

Regionalisierung der Abflussmenge Q_{347}

Trotz dichten Messnetzen zeigt die tägliche Praxis immer wieder, dass am Ort eines geplanten wasserbaulichen Eingriffs bzw. im Gewässerabschnitt, in dem die Restwassermenge festzusetzen ist, die Abflussverhältnisse nicht exakt bekannt sind, sondern abgeschätzt werden müssen. Entsprechende erste Arbeiten der Landeshydrologie und -geologie haben gezeigt, dass sich der Alpenraum dank seiner einfachen, eingipfligen Abflussregimes mit ausgeprägten und jährlich wiederkehrenden Niedrigwasserperioden für Abschätzungen besser eignet als das Mittelland, der Jura und die tiefer gelegenen Gebiete der Alpensüdseite, wo bezüglich geologischen Aufbaus und klimatischer Bedingungen komplexere Verhältnisse anzutreffen sind. Die Resultate dieser Studie für den Alpenraum wurden 1992 in Form einer Empfehlung [1], das Abschätzverfahren selbst als Software [2] veröffentlicht. Aufgrund gewisser Mängel sowie insbesondere wegen des Fehlens eines Verfahrens im Mittelland und im Jura wurde 1995 die Frage der Abschätzung der Abflussmenge Q_{347} gesamtschweizerisch neu angegangen. Nicht nur standen in der Zwischenzeit aus den eidgenössischen und kantonalen Messnetzen mehr Daten zur Verfügung; dank des Aufkommens Geographischer Informationssysteme hatte sich auch die Datenlage bezüglich der Einzugsgebietskenngrössen erheblich verbessert. Diese Untersuchungen führten zu regional differenzierten Abschätzverfahren, welche es erlauben, die Abflussmenge Q_{347} aufgrund von klimatischen und naturräumlichen Kenngrössen des Einzugsgebietes zu modellieren [3].

Inhalt der Karte

Die Karte bildet eine Synthese zwischen Informationen an Messstellen und an Punkten auf dem Gewässernetz, für welche mit Hilfe der erarbeiteten Verfahren eine Abschätzung der Abflussmenge Q_{347} vorgenommen wurde. Diese Schätzpunkte ergeben sich aus den Schnittstellen des Gewässernetzes mit den Grenzen der sogenannten kleinen Einzugsgebiete (Basisgebiete) der Tafel 1.2. Sowohl die Abflussmengen Q_{347} der Messstellen als auch die berechneten Werte der Schätzpunkte werden auf der Karte dargestellt. Um der Genauigkeit der Abschätzungen Rechnung zu tragen und um ein konsistentes Kartenbild zu erhalten, wurden die für diese Stellen berechneten Q_{347} nach bestimmten Regeln gerundet und auf die vorhandenen Messstationen abgestimmt [3]. Die Messstationen bilden die Grundlage der Karte. Als Symbol zur Darstellung gelangen alle Messstationen, für welche eine Abflussmenge Q_{347} berechnet werden kann, die auf mindestens drei Messjahren basiert, und deren Wasserführung nicht wesentlich beeinflusst ist. Eine Ausnahme bilden kantonale Messstationen: Sie erscheinen zur Information auch dann auf der Karte, wenn die Messdauer noch keine drei Jahre beträgt, die Weiterführung des Messbetriebes jedoch gesichert ist. Im Zentrum stehen jene Stationen, für welche ein Messwert der Standardperiode 1984–1993 dargestellt werden kann. Aufgrund bestimmter Kriterien [3] wurde entschieden, Messwerte weiterer Stationen, deren Messreihen ausserhalb der Standardperiode liegen, in die Karte aufzunehmen. Aus der Sicht der Aktualität der Information und der Zahl der verfügbaren Messstationen stellt die Dekade 1984–1993 ein Optimum dar (Standardperiode). Ein Numerierungssystem schafft den Bezug aller Messstellen und Schätzpunkte zur Tabelle. Nach Art. 31, Absatz 1 GSchG, wird die Mindestrestwassermenge ab einer Abflussmenge Q_{347} von

60 000 l/s auf einen konstanten Wert festgelegt. Aus diesem Grunde sind in der Karte die grossen Flüsse ab der Stelle, wo diese Bedingung erfüllt ist, speziell gekennzeichnet.

Inhalt der Tabelle

Die Karte ist begleitet von einer Tabelle, welche die Elemente der Karte aufnimmt und sie insoweit ergänzt, als dies zum Verständnis und für weiterführende Abschätzungen notwendig ist. Die Tabelle ist hydrographisch gegliedert und folgt für die weitere Unterteilung den Bilanzierungsgebieten (siehe Karte). Innerhalb der Bilanzierungsgebiete erleichtert die Laufnummer der Messstationen und Schätzpunkte die Referenzierung zwischen der Karte und der Tabelle. Für Messstationen werden je nach Datenverfügbarkeit die Abflusswerte Q_{347} der Standardperiode 1984–1993 sowie der Betriebsperiode der Station aufgeführt. Dies erlaubt es, die Standardperiode in bezug auf eine längere Betriebsperiode einzuordnen. Für die Schätzpunkte wird ein Abflusswert ausgewiesen, welcher mit den beschriebenen Verfahren berechnet und auf die Messstationen abgestimmt wurde. Die Angabe der Einzugsgebietsfläche dient für Interpolationen. Sie fehlt nur da, wo die Flächenbestimmung aufgrund der geologischen bzw. hydrogeologischen Verhältnisse nicht möglich war. Die Bemerkungen verweisen auf wichtige und ergänzende Angaben zur Messstation oder zum Einzugsgebiet.

Anwendung

Die Karte dient unter anderem als eine Grundlage zur Bestimmung der Restwassermengen in Abhängigkeit der Datenlage:

- Die in der Karte ausgewiesenen Abflussmengen Q_{347} an den Messstellen ermöglichen (allenfalls nach Aktualisierung der verwendeten Messreihen) die Festlegung der Mindestrestwassermengen nach Art. 31, Absatz 1 GSchG.
- Die Abflussmengen an den Schätzpunkten ergeben nur eine Grobabschätzung für das Vorprojekt. Diese kann mit Hilfe von weitergehenden Methoden, als sie für die Erarbeitung der Karte eingesetzt wurden, verfeinert werden. In Frage kommen beispielsweise die Verwendung von flussabwärts liegenden Messstationen, von Daten aus Messkampagnen usw. Die der jeweiligen Situation am besten angepasste Methode ergibt sich aufgrund hydrologisch wissenschaftlicher Überlegungen.
- Der Stellenwert weiterer, durch Interpolation gewonnener Abflussmengen Q_{347} hängt von den zugrundeliegenden Ausgangsdaten (Messwerte oder Schätzwerte) ab.

Unter Umständen muss der Schätzwert mit einer Kurzzeitmessung von mindestens drei Jahren überprüft werden. Die Publikation des BUWAL [4] erläutert im Detail das Vorgehen zur Ermittlung der Abflussmenge Q_{347} als Grundlage zur Bestimmung von Restwassermengen nach Art. 31–33 GSchG.

Literatur

- [1] **Aschwanden, H. (1992):** Die Niedrigwasserabflussmenge Q_{347} – Bestimmung und Abschätzung in alpinen schweizerischen Einzugsgebieten. Hydrologische Mitteilung der Landeshydrologie und -geologie, Nr. 18, Bern.
- [2] **Aschwanden, H. (1992):** Ein MS-DOS-Programm zur Berechnung von Mittelwerten des Abflusses und der Abflussmenge Q_{347} . Technischer Bericht Nr. 1992/2-50, Landeshydrologie und -geologie, Bern.
- [3] **Aschwanden, H., Kan, C. (1999):** Die Abflussmenge Q_{347} – eine Standortbestimmung. Hydrologische Mitteilung der Landeshydrologie und -geologie, Nr. 27, Bern.

- [4] **Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1999):** Sicherung angemessener Restwassermengen. Bern.