

Tafel 5.2 Abflussregimes

Einleitung

Der Abfluss spielt in der Festlandhydrologie eine zentrale Rolle. Bäche und Flüsse sind wichtige Elemente einer Landschaft und vielfältig mit dem Menschen verbunden. Neben der Menge sind vor allem auch die Schwankungen des Abflusses von grösster ökologischer und ökonomischer Bedeutung. Das breite Interesse am Rohstoff Wasser erfordert die zuverlässige Kenntnis des Abflussverhaltens von Einzugsgebieten. Hier hat die Abflussregimeforschung ihre Wurzeln.

In Gebieten ohne Abflussmessungen ist der Hydrologe gezwungen, das Abflussverhalten abzuschätzen. Die auf der Karte dargestellten Abflussregimes bilden die Grundlage zur Schätzung von langjährigen Monatsmitteln des Abflusses.

Regimebegriff und Datengrundlage

Allgemein werden in der Hydrologie unter dem Begriff «Regime» die relativen oder absoluten Schwankungen eines Wasserhaushaltselementes innerhalb eines bestimmten Zeitraumes zusammengefasst. Unter «Abflussregime» wird oft das hydrologische Gesamtverhalten eines Fließgewässers verstanden. In Anlehnung an die klassische Begriffsbestimmung werden hier die langjährigen mittleren saisonalen Schwankungen des Abflusses als Regime bezeichnet. Diese lassen sich über die dimensionslosen Pardé-Koeffizienten (PK_i) beschreiben, die als Quotienten aus Monats- und Jahresabfluss definiert sind:

$$PK_i = \frac{MQ_i(\text{Monat})}{MQ(\text{Jahr})}, \quad i = 1, 2, \dots, 12$$

Zur Typisierung und Regionalisierung der Regimes wurden aus den Messnetzen des Bundes, der Kantone und von Privaten rund hundert Einzugsgebiete ausgewählt, die naturnahe und nicht durch grössere Seen beeinflusste Abflussverhältnisse aufweisen, Flächen zwischen 10 und 500 km² erreichen und über homogene, langjährige Messreihen verfügen.

Die schweizerischen Regimetypen

In einer ersten Gliederung lassen sich alpine, mittelländisch-jurassische sowie südalpine Regimes erkennen. Sie unterscheiden sich in der Anzahl der Abflussmaxima: Auf der Alpennordseite treten oberhalb einer mittleren Einzugsgebietshöhe von 1550 m eingipflige Regimes auf, während unterhalb dieser Höhengrenze mehrgipflige Regimes zu erwarten sind. Die besonderen hydro-meteorologischen Verhältnisse der Alpensüdseite begründen die südalpinen Regimes. Diese Grundtypen gliedern sich ihrerseits in die sechzehn auf der Karte regionalisierten Regimetypen, welche in [3] ausführlich beschrieben sind. Es gelangen die natürlichen Abflussverhältnisse zur Darstellung. Man beachte dabei aber, dass heute insbesondere im Alpenraum viele Flussabschnitte anthropogen beeinflusst sind. Die Atlas-Tafel 5.3 liefert dazu ausführliche Informationen. Die Abflussmessstationen, die für die einzelnen Regimetypen repräsentativ sind, wurden mittels Vierecks-Signatur kartiert. Die angegebene Stationsnummer bezieht sich auf die Tabelle 1. Mit der Banddarstellung, welche bei Einzugsgebieten grösser 50 km² gewählt wurde, wird berücksichtigt, dass sich das Abflussregime entlang eines Flusslaufes stetig wandelt. Nicht typisierbar sind die sehr kleinen Gebiete mit ihren lokalen Besonderheiten und die grossen Einzugsgebiete, deren Abflussregimes sich aus der Überlagerung verschiedenster Regimes kleinerer Gebiete ergeben.

Grundsätzliches zur Abschätzung von Mittelwerten des Abflusses

Vielfach werden zur Bestimmung von monatlichen Abflussmengen in ungemessenen Gebieten Regressionsbeziehungen verwendet. Die Messung und Aufbereitung der entscheidenden klimatischen Grössen bietet im Gebirge jedoch auch heute noch derart grosse Schwierigkeiten, dass ein solches Vorgehen nicht zu empfehlen ist. Es wird deshalb ein Verfahren vorgestellt, das auf der Abschätzung der mittleren jährlichen Abflussmenge und auf dem Konzept der Repräsentativgebiete beruht [4]. Dabei wird das Regime als Übertragungsfunktion verwendet. Die Karte der Abflussregimes dient als Grundlage zur Anwendung dieses Verfahrens.

Berechnungsgang

Die Figur 1 fasst das Vorgehen zur Abschätzung langjähriger mittlerer Monatsabflüsse schematisch zusammen: Unter dem «Untersuchungsgebiet» wird ein Einzugsgebiet verstanden, für welches Abflussmengen geschätzt werden müssen. In einem ersten Schritt wird die langjährige mittlere Jahresabflussmenge des Untersuchungsgebietes abgeschätzt. Dazu stehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten offen [1]:

(1) Sind die Abflussverhältnisse an einer Unterliegerstation bekannt, lässt sich deren Abfluss-spende unter Berücksichtigung der Veränderung der Niederschlagsverhältnisse und der mittleren Einzugsgebietshöhe übertragen (Tab. 2). Dabei ist zu beachten, dass die Abfluss-spende nicht von einem vergletscherten auf ein unvergletschertes Teilgebiet übertragen wird.

(2) Im anderen Fall kann die Abschätzung über regional differenzierte Regressionsbeziehungen erfolgen, deren räumliche Gültigkeit auf der Karte dargestellt ist. Dazu sind je nach der Lage des Untersuchungsgebietes verschiedene variäte und invariäte Einzugsgebietskenngrössen, die in Tabelle 3 beschrieben sind, zu erheben. Bei der Anwendung der Regressionsbeziehungen ist der in der Tabelle 2 für die einzelnen Kenngrössen angegebene Gültigkeitsbereich strikte einzuhalten. Werden diese Randbedingungen nicht erfüllt, kann das Globalmodell verwendet werden.

Im Anschluss an die Bestimmung des langjährigen mittleren Jahresabflusses wird das Untersuchungsgebiet mit Hilfe der Karte einem der sechzehn Regimetypen zugeordnet. Die Kenntnis des Regimetyps erlaubt einmal grundlegende Einblicke in das hydrologische Verhalten [3]; im weiteren führt sie zu einem für das Untersuchungsgebiet repräsentativen Einzugsgebiet. Da pro Regimetyp mehrere Repräsentativgebiete zur Verfügung stehen, wird jenes gewählt, das den naturräumlichen und klimatischen Verhältnissen im Untersuchungsgebiet am nächsten kommt. Als Entscheidungshilfen sind insbesondere Kenngrössen zu berücksichtigen, die das Regime bestimmen (mittlere Höhe und Vergletscherung). Aber auch die räumliche Lage (Nachbarschaft) sowie Grössen, deren Einfluss auf den Abfluss als gesichert gilt (z.B. pedologische und hydrogeologische Kennwerte), sollten in die Beurteilung miteinbezogen werden.

Zur Berechnung der langjährigen Monatsmittel werden anschliessend die Pardé-Koeffizienten des Repräsentativgebietes auf das Untersuchungsgebiet übertragen. In der Tabelle 1 sind die dazu notwendigen Unterlagen zusammengestellt; die ausgewiesenen Pardé-Koeffizienten basieren auf der Periode 1951 bis 1980 oder decken - von wenigen Ausnahmen abgesehen - einen Teil dieser Periode ab. Die langjährigen mittleren Monatsabflussmengen ergeben sich dann aus der Multiplikation der Pardé-Koeffizienten mit der geschätzten Jahresabflussmenge. Allenfalls sind wegen der unterschiedlichen Dimensionen, die sich beim Jahresabfluss je nach verwendeter Formel ergeben, Umrechnungen durchzuführen (Tab. 3). Die Genauigkeit dieser Verfahren liegt im Falle der Jahresmittel bei rund 10 %; bei den Monatsabflüssen muss im Mittel mit einem Fehler von 10 bis 20 % gerechnet werden.

Ein in diesem Zusammenhang entwickeltes Software-Paket auf der Basis des Betriebssystems MS-DOS erleichtert die Anwendung des Verfahrens [2].

Literatur

- [1] **Aschwanden, H. (1986):** Zur Abschätzung der Abflüsse in ungemessenen schweizerischen Einzugsgebieten. Publikation Gewässerkunde, Nr. 66, Bern.
- [2] **Aschwanden, H. (1992):** Programmpaket MQ-Q₃₄₇: Benutzerhandbuch. Landeshydrologie und -geologie, Bern.
- [3] **Aschwanden, H., Weingartner, R. (1985):** Die Abflussregimes der Schweiz. Publikation Gewässerkunde, Nr. 65, Bern.
- [4] **Aschwanden, H., Weingartner, R., Leibundgut, Ch. (1986):** Zur regionalen Übertragung von Mittelwerten des Abflusses. In: Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 30.Jg., Heft 2/3:52-61 und Heft 4:93-99, Koblenz.

Fig. 1

Vorgehen bei der Abschätzung von langjährigen Monatsmitteln des Abflusses
Procédure pour l'estimation des débits mensuels moyens pluriannuels

