

Grobe Abschätzung hydrologischer Kenngrössen über den Abflussregimotyp

Martin Pfändler, Markus Knellwolf, Edith Oosenbrug, BAFU

Verschiedene hydrologische Kenngrössen können über den Abflussregimotyp grob abgeschätzt werden. Der Abflussregimotyp eines Gewässers selbst kann relativ leicht über geografische Merkmale bestimmt werden. Dadurch liegt eine einfache Methode zur Bestimmung der Grössenordnung dieser Kenngrössen vor. Der Artikel zeigt auf, für welche Kenngrössen entsprechende Analysen durchgeführt und für die Abschätzung aufbereitet wurden. Die Ergebnisse, d.h. die zur Anwendung der Methode nötigen Grafiken, sind auf den Internetseiten des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) zugänglich:

www.bafu.admin.ch → Hydrologie → Informationssysteme und Methoden → Grobe Abschätzung hydrologischer Kenngrössen

Im Zuge der Entwicklung des Moduls Hydrologie HYDMOD im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts (www.modul-stufen-konzept.ch) [1] wurden für eine Vielzahl von eidgenössischen und kantonalen Messstationen statistische Auswertungen der Abflussdaten vorgenommen. Die Stationen wurden dem jeweils vorherrschenden Abflussregimotyp [2] zugeordnet. Somit liegt pro Abflussregimotyp eine

Reihe repräsentativer Stationen vor, für welche die hydrologischen Kenngrössen bekannt sind (da direkt aus Messdaten berechnet). Damit konnte pro Abflussregimotyp die Verteilung des typischen Wertebereichs einzelner Kenngrössen bestimmt werden. Für manche der Kenngrössen zeigt sich eine gute Differenzierung nach dem Abflussregimotyp, für andere ist die Differenzierung weniger ausgeprägt, Aufschluss über die Grössenordnung erhält man aber in jedem Fall.

Da sich der Abflussregimotyp selbst über geografische Attribute auch für ungemessene Gewässer bestimmen lässt, liegt damit eine einfache Methode zur groben Abschätzung hydrologischer Kenngrössen vor. Der Anwendungsbereich ergibt sich aus der verlangten Genauigkeit der Schätzwerte. Die Verwendung des hier vorgestellten Ansatzes ist nur dann angezeigt, wenn für den vorliegenden Zweck die Kenntnis der Grössenordnung ausreicht.

Sind die Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsansprüche an die Werte grösser, müssen andere, aufwändigere Verfahren gewählt werden.

Die folgenden Abschnitte erläutern, für welche Kenngrössen die entsprechenden Auswertungen durchgeführt wurden. Die Ergebnisse, das heisst die zur Anwendung der Methode nötigen Grafiken, sind als Grundlage für die Abschätzung verfügbar.

Die vollständige Beschreibung der Methode mit Grundlagen und Ergebnissen ist im Anhang der Publikation zum Modul Hydrologie HYDMOD [1] enthalten.

Bestimmung des Abflussregimotyps

Ausgangspunkt für die Abschätzung ist die Kenntnis des Abflussregimotyps am jeweils untersuchten Gewässer. *Aschwanden* und *Weingartner* [2] haben für die Schweiz aufgrund von Auswertungen langjähriger hydrologischer Datenreihen von Referenzstationen 16 Abflussregimotypen definiert. Die Typisierung stützt sich auf die Analyse des mittleren saisonalen Abflussverhaltens (saisonaler Verlauf des Mittelwasserabflusses). Für Einzugsgebiete in der Grössenordnung von 1 bis 500 km² erlauben geografische Kriterien eine eindeutige Bestimmung des Abflussregimotyps. Dazu dient ein Entscheidungsdiagramm, welches als Eingangsgrössen die geografische Lage des Einzugsgebiets, die mittlere Einzugsgebietshöhe und den Vergleichsgrad des Einzugsgebiets benötigt.

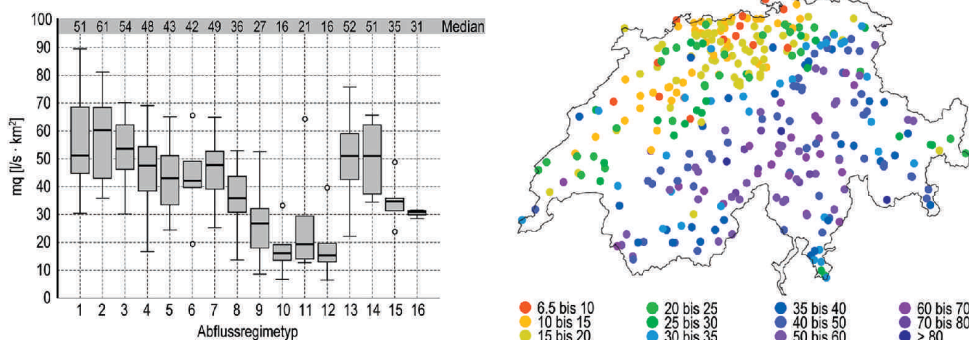


Abb. 1 Box-Plots zur groben Abschätzung des spezifischen mittleren jährlichen Abflusses mq [l/s · km²].

Box-Plots

Die statistischen Auswertungen der langjährigen Abflussdaten der verschiedenen Referenzstationen sind als Box-Plots grafisch aufbereitet. Pro Abflussregimetypp und pro hydrologische Kenngrösse besteht ein Box-Plot. Die Grössenordnung und die Bandbreite der Kenngrösse können im entsprechenden Box-Plot direkt abgelesen werden, was eine grobe und rasche Schätzung ermöglicht. Eine Grafik zeigt jeweils alle 16 regimetypp-spezifischen Box-Plots pro Kenngrösse nebeneinander. Dies erlaubt einen direkten Vergleich der Grössenordnungen einer bestimmten Kenngrösse unter den verschiedenen Regimetyppen (Abb. 1 bis 4 als Beispiele).

Für folgende hydrologischen Kenngrössen stehen für die Abschätzung Box-Plot-Grafiken zur Verfügung:

- Spezifischer mittlerer jährlicher Abfluss mq [$\ell/s \cdot km^2$]: langjähriger Mittelwert der spezifischen Tagesmittelwerte des Abflusses vollständiger Kalenderjahre (Abb. 1).
- Spezifischer Niedrigwasserabfluss q_{347} [$\ell/s \cdot km^2$]: spezifischer Abfluss-Tagesmittelwert, der im zehnjährigen Mittel an 95% der Tage, d.h. im Durchschnitt an 347 Tagen pro Jahr, erreicht oder überschritten wird (Abb. 2).
- Spezifischer mittlerer jährlicher Minimalabfluss mnq [$\ell/s \cdot km^2$]: langjähriger Mittelwert der spezifischen Jahresminimalabflüsse, also des jeweils minimalen spezifischen Abfluss-Tagesmittelwertes, der während eines Kalenderjahres auftritt.
- Mittlere Dauer der Niedrigwasserperiode dQ_{347} [Tage]: langjähriger Mittelwert der jährlich längsten zusammenhängen-

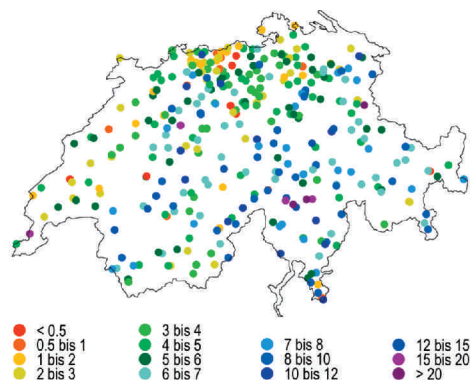
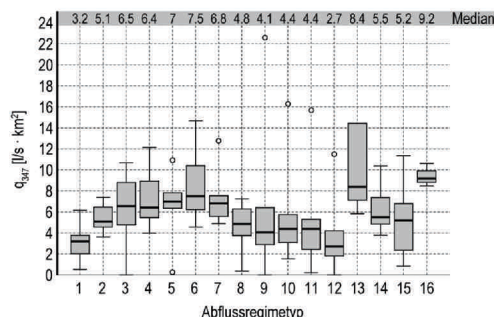


Abb. 2 Box-Plots zur groben Abschätzung des spezifischen Niedrigwasserabflusses q_{347} [$\ell/s \cdot km^2$].

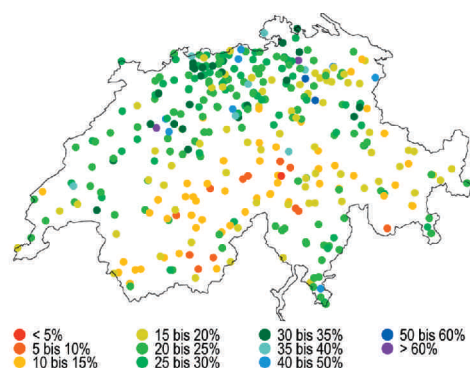
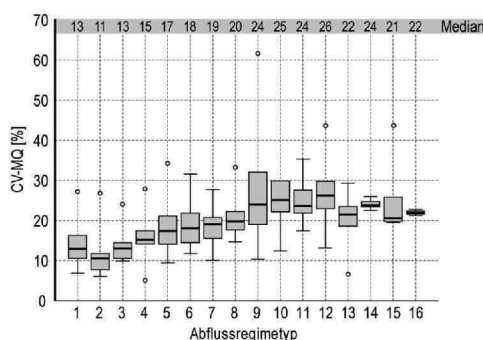


Abb. 3 Box-Plots zur Schätzung des Variationskoeffizienten zum mittleren jährlichen Abfluss CV-MQ [%].

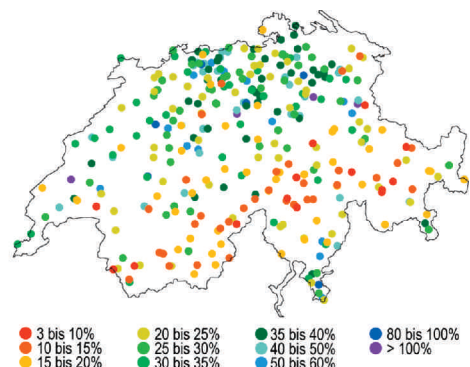
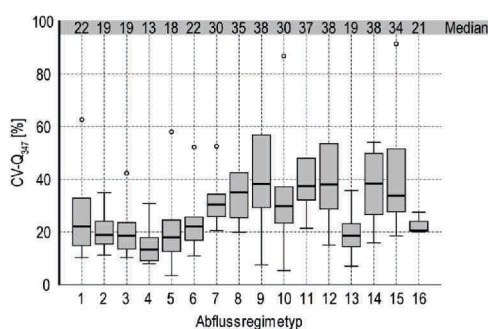


Abb. 4 Box-Plots zur Schätzung des Variationskoeffizienten zum Niedrigwasserabfluss CV- Q_{347} [%].

- den Niedrigwasserperiode in Tagen, während der Q_{347} unterschritten wird.
- Spezifischer mittlerer jährlicher Hochwasserabfluss (Tagesabflüsse) mhq [$\ell/s \cdot km^2$]: langjähriger Mittelwert der spezifischen Jahreshochwasserabflüsse, also des jeweils maximalen spezifischen Abfluss-Tagesmittelwertes, der während eines Kalenderjahres auftritt.

- Faktoren $k_{MHQ:MQ}$ [-]: Verhältnis von mittlerem jährlichem Hochwasserabfluss zu mittlerem jährlichem Abfluss.
- Hochwasserhäufigkeit f_{HQ} [Anzahl Ereignisse/Jahr] mit dem Schwellenwert von $0,6 \cdot MHQ$: mittlere Anzahl von Abflussereignissen pro Jahr, die den Schwellenwert überschreiten.

Des Weiteren liegen auch entsprechende Box-Plot-Grafiken zur Schätzung der Variationskoeffizienten (CV) der ersten fünf der oben

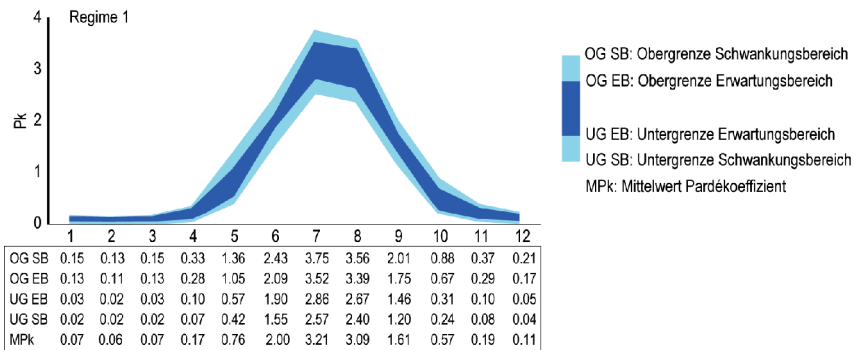


Abb. 5 Grafik zur Bestimmung der Pardékoefizienten für den Regimety 1 a-glaciaire.

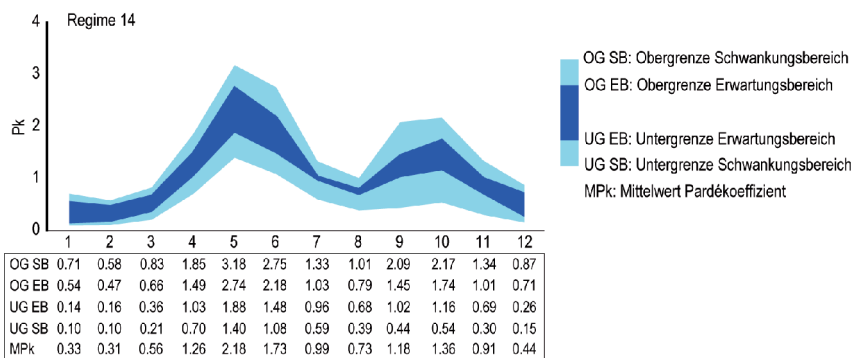


Abb. 6 Grafik zur Bestimmung der Pardékoefizienten für den Regimety 14 nivo-pluvial méridional.

genannten Kenngrößen vor. Der Variationskoeffizient gibt Aufschluss über die natürlichen Schwankungen der jeweiligen Kenngröße von Jahr zu Jahr (interannuelle Variabilität). Er zeigt, wie repräsentativ der jeweils abgebildete, langjährige Mittelwert für ein Einzeljahr ist. Die Abbildungen 3 und 4 zeigen die Box-Plots für die Variationskoeffizienten zu den in den Abbildungen 1 und 2 dargestellten Kenngrößen MQ und Q_{347} .

Saisonalitätskreise

Hoch- und Niedrigwassersaisonalität drücken das zeitliche Auftreten des Jahreshochwassers bzw. der Jahresniedrigwasserperiode aus und können anhand eines Saisonalitätskreises abgeschätzt werden. Die entsprechenden Auswertgrafiken zeigen pro Abflussregimety – dargestellt als umschreibende Ellipsen – das typische saisonale Verhalten (erwartetes Auftrittsdatum und Variabilität) der für den jeweiligen Regimety repräsentativen Referenzstationen. Nähere Erläuterung sind bei Pfaundler und Wüthrich [3] sowie bei den Grafiken auf den vorgestellten Internetseiten zu finden.

Pardékoefizient

Der saisonale Verlauf des Mittelwasserabflusses eines Fließgewässers wird durch die mittleren monatlichen Pardékoefizienten (Pk_i) charakterisiert. Dabei entspricht der mittlere Pardékoefizient des Monats i dem Verhältnis des mittleren monatlichen Abflusses des Monats i (MMQ_i) zum mittleren jährlichen Abfluss MQ. Die von Aschwanden und Weingartner [2] ermittelten Abflussregimety-spezifischen mittleren Pardékoefizienten (Pk_i -Mittelwerte) wurden mit Abflussdaten bis zum Jahr 2004 aktualisiert. Diese Aktualisierung wurde anhand von 90 ausgewählten, repräsentativen Referenzstationen vorgenommen. Für jeden Abflussregimety steht eine Jahresgrafik (Beispiele in Abb. 5 und 6) zur Verfügung, in der direkt abgelesen werden kann, in welchem Bereich ein bestimmter Pk_i -Wert für ein Gewässer dieses Regimety zu erwarten ist. In der Grafik sind jeweils

En connaissant le type de régime d'écoulement, il est possible d'estimer de manière sommaire une série de paramètres hydrologiques. Le type de régime d'écoulement lui-même peut être déterminé facilement à l'aide de quelques attributs géographiques. Ainsi, il existe une méthode simple et rapide pour obtenir un ordre de grandeur de ces paramètres hydrologiques. L'article montre pour quels paramètres des analyses sont faites et interprétées en vue d'une estimation sommaire.

Les graphiques nécessaires pour l'estimation des paramètres hydrologiques discutés sont disponibles sur le site Internet de l'office fédéral de l'environnement (OFEV) (www.environnement-suisse.ch → Hydrologie → Systèmes d'information et méthodes → Estimation sommaire de paramètres hydrologiques).

der Mittelwert (MPk), die Ober- und Untergrenze (OG resp. UG) des Erwartungs- (EB) und des Schwankungsbereichs (SB) der mittleren monatlichen Pardékoefizienten Pk_i ersichtlich (langjährige Mittelwerte). Nähere Erläuterungen sind in [1] Anhang 2, zu finden.

Literaturverzeichnis

- [1] Pfaundler, M.; Dübendorfer, C.; Pfammatter, R.; Zysset, A. (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Hydrologie-Abflussregime. Umwelt-Vollzug. Entwurf vom Oktober 2007. Bundesamt für Umwelt, Bern. 104 S., www.modul-stufen-konzept.ch/d/hydro_startseite_d.htm
- [2] Aschwanden, H.; Weingartner, R. (1985): Die Abflussregimes der Schweiz. Geographisches Institut der Universität Bern. Publikation Gewässerkunde Nr. 65.
- [3] Pfaundler, M.; Wüthrich, T. (2006): Saisonalität hydrologischer Extreme. Das zeitliche Auftreten von Hoch- und Niedrigwasser in der Schweiz. In: Wasser, Energie, Luft, Heft 2/06. S. 77–82.

Autoren

Martin Pfaundler
Markus Knellwolf
Edith Oosenbrug

Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Abteilungen Wasser und Hydrologie
CH-3003 Bern Ittigen
hydrologie@bafu.admin.ch
www.bafu.admin.ch