Alpine Hydrologie

Die Alpen beeinflussen den Kreislauf des Wassers in Europa maßgeblich und spielen daher auch für den Wasserhaushalt Österreichs eine ganz entscheidende Rolle. Die Alpen bilden dabei für die regionalen atmosphärischen Strömungen ein gewaltiges Hindernis, was zu orografisch bedingten Hebungen der Luftmassen und deren Abkühlung sowie zur Kondensation von mitgeführtem Wasserdampf und zur Bildung von Niederschlag führt.

Entsprechend hoch sind die Niederschlagsmengen in alpinen Regionen, die je nach Höhenlage und Jahreszeit auch zu wesentlichen Anteilen in fester Form als Schnee fallen. Über den Aufbau von Schnee- und Eisflächen sowie deren Abschmelzen in den Ablationsphasen werden die saisonalen Abflussverhältnisse in alpinen Lagen sehr stark beeinflusst. Im Zusammenspiel von variablen Wetter- und Klimabedingungen mit komplexer Topografie und unterschiedlicher Landnutzung präsentiert sich die alpine Hydrologie als äußerst vielfältig und mit regionaltypischen Ausprägungen. Der Wasserreichtum der Alpen ist auch für die umliegenden Tiefländer von wasserwirtschaftlich großer Bedeutung.

Die Hydrologie des Alpenraums ist jedoch auch starken Änderungen unterworfen, die zu großen Anteilen anthropogen bedingt sind:

Die Folgen des Klimawandels zeigen sich in den Alpen deutlich stärker als in anderen Regionen, und so ist z. B. seit dem Jahr 1970 die Temperatur in Österreich um ca. +2° angestiegen, während die Nordhemisphäre lediglich einen Anstieg von +1,5° aufweist. Im ersten Beitrag zu diesem Band „Alpine Hydrologie“ fassen *Blöschl et al.* die Folgen des Klimawandels in Hinblick auf Veränderungen der Wasserhaushaltskomponenten mit einem Fokus auf Hochwässer und Dürren zusammen. Dabei werden sowohl auf Basis historischer Daten gegenwärtige Trends, als auch über Szenarienanalysen mögliche zukünftige Entwicklungen diskutiert.

Ebenfalls mit den Folgen des Klimawandels beschäftigt sich der zweite Beitrag, in dem *Lebiedzinski und Fürst* die Veränderungen der saisonalen Abflusscharakteristik im Alpenraum räumlich und zeitlich analysieren. Sie können feststellen, dass in der zeitlichen Entwicklung die pluvialen Einflüsse in den letzten Jahrzehnten in weiten Teilen Österreichs signifikant zugenommen haben.

Der Alpenraum wird aufgrund seiner extremen Höhengradienten, der hohen Niederschlagsmengen und der entsprechenden Abflussvolumina intensiv zur Stromerzeugung durch Wasserkraft genutzt – in Österreich werden so ca. 61 % des jährlichen Stromverbrauchs abgedeckt. *Wesemann et al.* stellen in ihrem Beitrag die Schwierigkeiten dar, wenn durch intensive Stauraumhaltung mit entsprechenden Wasserüberleitungen zwischen den Reservoirs der natürliche Wasserkreislauf stark durch menschliche Eingriffe überprägt ist. In ihrem Beitrag stellen die Autoren am Beispiel der Stubache in Salzburg Möglichkeiten dar, um in solchen Situationen dennoch Zuflussprognosen für wasserwirtschaftliche Fragestellungen durchführen zu können.

Für die Alpen stellt die Schneedecke einen elementaren und extrem wichtigen Wasserspeicher dar, der vor allem im Frühjahr und den Sommermonaten durch Schmelzprozesse einen wichtigen Beitrag zur Abflussbildung liefert. Die Kenntnis des sogenannten Schneewasseräquivalents (SWE) ist damit Grundlage für ein effizientes Wasserressourcenmanagement in Gebirgsregionen. *Schattan et al.* demonstrieren in diesem Zusammenhang, welches Potenzial die sogenannte „Cosmic-Ray Neutron Sensorik“ zur Erfassung des SWE hat und wie diese Daten sinnvoll mit schneehydrologischen Modellen für eine verbesserte Vorhersage alpiner hydrologischer Prozesse genutzt werden können.

Um die zukünftige Entwicklung im Bereich der alpinen Hydrologie prognostizieren zu können, ist u. a. sehr wichtig, die Zusammensetzung des Abflusses in die Einzelkomponenten Schnee-, Gletscherschmelze, Zwischenabfluss, Grundwasser etc. differenzieren zu können. Herkunft und Alter des Wassers schwanken mit tageszeitlich, saisonal und – infolge des Klimawandels – auch dekadisch sich

Univ.-Prof. Dipl. Geoökol. Dr.
Karsten Schulz

ändernden Anteilen. Der Beitrag von *Schmieder et al.* stellt tracer-hydrologische Methoden vor und zeigt deren Potenzial am Beispiel der Rofenache, einem hochalpinen Einzugsgebiet in den hinteren Ötztaler Alpen.

Abschließend illustrieren *Bernhardt et al.* in drei unterschiedlichen Fallstudien, wie wichtig es ist, in alpinen Regionen gut instrumentierte Test-Einzugsgebiete zu betreiben. Am Beispiel des Einzugsgebiets Zugspitze und der Forschungsstation Schneefernerhaus wird gezeigt, wie die Qualität der Ergebnisse aus Schneedeckenmodellierung und regionaler Klimamodellierung sowie die Ableitung von räumlichen Schneeflächenverteilungen aus Satellitendaten auf Basis der beobachteten Messdaten erheblich gesteigert werden kann.

Alle hier vorgestellten Arbeiten machen deutlich, wie wichtig eine langfristig orientierte Mess-, Beobachtungs- und Forschungsstrategie im Bereich der alpinen Hydrologie für Österreich ist und wie mithilfe dieser Daten und Erkenntnisse wichtige und gesellschaftlich relevante Fragestellungen, z. B. zu Folgen von Klimaveränderungen auf den Wasserkreislauf und auf die Wasserwirtschaft, beantwortet werden können.

**Univ.-Prof. Dipl. Geo-
ökol. Dr. K. Schulz** (✉)

Department für Was-
ser–Atmosphäre–Umwelt,
Institut für Wasserwirtschaft, Hydro-
logie und konstruktiven Wasserbau
(IWHW), Universität für Bodenkultur
Wien (BOKU),
Muthgasse 18,
1190 Wien, Österreich
karsten.schulz@boku.ac.at