

Abflussbildungsprozesse und deren Modellierung – eine Einführung

Andreas Kurtenbach & Wolfhard Symader, Universität Trier, Abt. Hydrologie

Für die Untersuchung des Abflussbildungsprozesses als Grundlage des Stofftransportes in Flusseinzugsgebieten gibt es zur Zeit drei Arbeitsansätze, von denen keiner den anderen deutlich überlegen ist und die alle ihre spezifischen Stärken und Schwächen aufweisen.

Konzeptmodelle formulieren eine zunächst künstliche Realität, beschreiben diese quantitativ und versuchen anschließend sich iterativ der Realität dadurch zu nähern, dass sie die Modellidentifikation über die im Modell auftretenden Widersprüche verändern. Zu diesem Ansatz gehören viele Speichermodelle wie beispielsweise das Birkeness Modell (Hooper et al., 1988; Wheater & Beck, 1995). Ein Vorteil dieses Ansatzes liegt in der frühen mathematischen Beschreibung. Ein Nachteil ist es, dass das Problem der Modellidentifikation nicht von dem Problem der Parameterschätzung getrennt werden kann und die Grundannahmen des Modells nicht überprüft werden können (Beven, 2001; Wheater & Beck, 1995).

Ein anderer Ansatz wählt das Einzugsgebiet als Ausgangspunkt. „On site“ Untersuchungen des Bodens, Geländebeobachtungen und Geländeexperimente haben zu der Ausgangshypothese geführt, dass Bodeneigenschaften und Relief entscheidende Steuergrößen für die Bildung der Abflussantwort sind. Sowohl das „variable source area concept“ (Hewlett & Hibbert, 1967) als auch der Bereich der „hill slope hydrology“ (Anderson & Burt, 1990; Sivapalan, 2003) haben sich von diesem Startpunkt aus entwickelt. Der Vorteil dieses Ansatzes ist die frühe Berücksichtigung einer Flächendifferenzierung und die Formulierung von Hypothesen, die zum Teil auf physikalisch überprüfbar Prozessen beruhen. Die Schwäche ist, dass weder die Nachbarschaftsbeziehungen und Gewichtung der Teilflächen noch die Fließwege oder Fließzeiten verlässlich bestimmbar sind und sich die Bedeutung der steuernden Prozesse beim Upscaling ändert.

Der dritte Ansatz geht von einer Analyse des Hydrographen aus, der als Reaktion des Einzugsgebietes auf einen Niederschlagsimpuls alle relevanten Informationen enthält. Aus dieser Grundidee leiten sich unter anderem die verschiedenen Konzepte zur Ganglinienseparation und in Verbindung mit wasserchemischen Daten auch die Gruppe der Mischungsmodelle ab (Buttle, 1994; Bonell & Fritsch, 1997). Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass er sich auf die Prozesse beschränkt, die in der Einzugsgebietsreaktion beobachtbar sind. Somit kann auf die Modellierung all jener Prozesse verzichtet werden kann, die keine Auswirkungen auf die Veränderung des Abflusses haben. Die Schwäche des Ansatzes liegt in der Mehrdeutigkeit des Signals. Die aus der Analyse gewonnenen Hypothesen müssen deshalb durch unabhängige Untersuchungen überprüft werden. Erst in den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass die Mehrdeutigkeit nicht die einzige Schwäche ist und die Information des Hydrographen deutlich begrenzt ist (Hooper et al., 1998). Selbst ein homogen erscheinender Hyd-

rograph ist deshalb aus mehreren Teilantworten in einer Weise zusammengesetzt, dass viele Hypothesen wie die alleinige Mischung und Überlagerung von Abflusskomponenten zum Gesamtabfluss oder die zeitliche Parallelisierung von gelösten und suspendierten Stoffen zu hinterfragen sind.

Sollen die hydrologischen und gewässerchemischen Reaktionen eines Einzugsgebietes auf einen Niederschlagsimpuls adäquat modelliert werden, um als Basis für ein Umweltmanagement zu dienen, müssen die im jeweiligen Betrachtungsmaßstab dominanten Prozesse erfasst und hinreichend abstrahiert werden (Grayson et al. 1992; Sivapalan, 2003).

In der diesjährigen Veranstaltung der Seminarreihe "Regionale Wasserwirtschaft in Theorie und Praxis" sollen spezifische Stärken und Schwächen unterschiedlicher Ansätze zur Untersuchung und Modellierung der Abflussbildung herausgearbeitet werden. Dabei werden regionale Ergebnisse aus der geowissenschaftlichen Grundlagenforschung, verschiedene Modellierungsansätze lokaler Fließgewässer und praktische Umsetzungen berücksichtigt, deren Bedeutung und Anwendbarkeit im Kontext integrierter Managementstrategien ganzer Flussgebiete diskutiert werden sollen.

Literatur

Anderson, M.G., Burt, T.P. [Hrsg.] (1990): Process studies in hillslope hydrology. - Wiley, Chichester.

Beven, K. (2001): Rainfall-Runoff Modelling. - The Primer, John Wiley, Chichester.

Bonell, M., Fritsch, J.M. (1997): Combining hydrometric-hydrochemistry methods: a challenge for advancing runoff generation process research. - IAHS Publikation 244, 165-184.

Buttle, J.M. (1994): Isotope hydrograph separations and rapid delivery of pre-event water from drainage catchments. - Progress in Physical Geography, 18(1), 16-41.

Grayson, R.B., Moore, I.D., McMahon, T.A. (1992): Physically based hydrologic modelling 2. Is the concept realistic. - Water Resources Research, 26(10), 2659-2666.

Hewlett J.D., Hibbert A.R. (1967): Factors affecting the response of small watersheds to precipitation in humid areas. - In: Sopper W.E., Lull H.W. [Hrsg.]: Forest Hydrology. Pergamon, Oxford, 275-290.

Hooper, R.P., Stone, A., Christophersen, N., De Grosbois, E., Seip, H.M. (1988): Assessing the Birkenes model of stream acidification using a multisignal calibration methodology. - Water Resources Research, 24, 1308-1316.

Hooper R.P., Aulenbach B.T., Burns D.A., McDonnell J.J., Freer J., Kendall C., Beven K. (1998): Riparian control of stream water chemistry: implications for hydrochemical models. - IAHS Publikation 248, 451-458.

Sivapalan, M. (2003): Process complexity at hillslope scale, process simplicity at the watershed scale: is there a connection? - Hydrological Processes, 17, 1037-1041.

Wheater, H.S. & Beck, M.B. (1995): Modelling upland stream water quality: process identification and prediction uncertainty. - In: TRUDGILL, S.T. [Hrsg.]: Solute modelling in catchment systems. Wiley, Chichester, 305-324.