

Natürlicher Abfluß und Abflußdynamik

Christian Leibundgut und Alexander Hildebrand¹

1. Bedeutung der Abflusssdynamik im Integralen Gewässerschutz

Die weitreichende Bedeutung der Abflusssdynamik im Hinblick auf die Erhaltung gesunder aquatischer Ökosysteme wurde im River Basin Management bisher unterschätzt. Die Konzentration, die starke Fixierung auf den Mindestabfluss verstellte den Blick auf die Abflusssdynamik (Power et al. 1988, Leibundgut 1996). „Ökologisch richtige“ Abflüsse bedürfen einer Regelung zur Erhaltung der Abflusssdynamik (zeitliche Variabilität) und der strukturellen Diversität (räumliche Variabilität) der untersuchten Flussstrecke. Abflusssdynamik und Abflussmenge sind wichtige Faktoren bei der Betrachtung der Ökologie von Fließgewässern. Sie haben unter anderem Wirkung auf die Wassertemperatur und den Gashaushalt, die Fluss- und Gerinnemorphologie, die Habitatdiversität, den Feststofftransport, die Substratverteilung, die Wechselwirkungen mit dem Grundwasser, die Turbulenz etc.

Ein Hauptziel des modernen Gewässerschutzes ist die Sicherung und Wiederherstellung einer naturraum und einzugsgebietspezifischen Abfluss- und Stoffdynamik. Damit soll der Erhalt verschiedenartiger, beständiger und sich fortpflanzender, gesunder, aquatischer Ökosysteme erreicht werden (DVWK 1996, Richter et al. 1997). Die Dynamik als „Vierte Dimension“ rückt zwar zunehmend in den Mittelpunkt der Betrachtungen aber sie ist kaum in wasserwirtschaftliche Konzepte oder Anwendungsmodelle integriert (Borchardt 1998).

Die Abflussregimes sind charakterisiert durch Höhe, Häufigkeit, Dauer, Zeitpunkt und Veränderungsrate von Abflusszuständen. Das Abflussregime beeinflusst direkt und indirekt über die Wasserqualität das physikalische Habitat und die biotischen Interaktionen und damit das ökologische Gleichgewicht. Wir legen den Abflussregimes bzw. der Abflusssdynamik eine zentrale Bedeutung zur Erhaltung der ökologischen Integrität bei.

Abflussregimes und Abflusssdynamik resultieren aus der Beschaffenheit des Einzugsgebietes. Die Beschaffenheit setzt sich zusammen aus dem natürlichen Status und anthropogen verursachten Veränderungen. Daraus ergibt sich eine Hierarchie der ökohydrologischen Prozesse die im Einzugsgebiet beginnen und so die ökohydrologischen Bedingungen auf der Gewässerstrecke und schließlich im Habitat bestimmen. Bei dieser Betrachtung darf nicht vergessen werden, dass der Grundwasserkörper (Interstitial) im Einzugsgebiet bisher bei diesen Betrachtungen mehr oder weniger vernachlässigt worden ist, obwohl er über starke Interaktionen mit den Oberflächengewässern einen bedeutenden Einfluss auswirkt. Heute beschränkten sich die hydroökologischen Untersuchungen des Gewässerschutzes auf die Gewässerstrecke und die Habitate. Wir postulieren eine integrale Betrachtung auf Einzugsgebietsebene, wie sie in der EU-Wasserrahmenrichtlinie gefordert ist.

Zur Beantwortung der Frage nach natürlichen Abflüssen wird deshalb ein integraler, interdisziplinärer Ansatz benötigt. Darin hat die Hydrologie den hydrometeorologischen Input/Output zu behandeln, eine Einzugsgebietsanalyse durchzuführen und die Wasserhaushaltsmodelle zu

¹ In: Geller, W. (Hrsg.) (1999): Flußeinzugsgebietsmanagement – Herausforderung an die Forschung. Tagungsband der internationalen Fachtagung am 8. und 9. Juni 1999. Bericht des UFZ Leipzig -Halle GmbH, Sektion Gewässerforschung, 31/1999.

betreiben. Damit wird es möglich, sowohl die aktuellen als auch die potentiellen Abflussregimes (im Sinne eines Leitbildes) zu bestimmen. Die Morphologie stellt hier das verbindende Glied zur Ökologie dar. Langfristig ökologisch begründete „Entwicklungsziele“ des Gewässerschutzes lassen sich nur über interdisziplinäre Zusammenarbeit erreichen.

2. Bewertungsverfahren „Hydrologische Güte“

Wenn wir dieser Prämisse folgen, können wir also zum Beispiel auch die Abflussdynamik nicht isoliert behandeln. In Bewertungsfragen bleiben häufig Zustandserfassungen des Wasserhaushaltes, der sich in der Abflussdynamik widerspiegelt, unberücksichtigt. Wir schlagen deshalb ein (umfassendes) Bewertungsverfahren „hydrologische Güte“ (in Ergänzung zu den bestehenden Bewertungsverfahren) vor, das auf der Mengenseite als Schwerpunkt die Abflussdynamik enthält, das aber auch Stoffhaushalt und Stofftransport beinhaltet.

In diesem Bewertungsverfahren ist die Hydrologische Güte als Oberbau zu verstehen, das die integrale Betrachtung auf Einzugsgebietsebene sichert. Es soll ein Baustein sein zur Lösung von Forderungen der EU, der mit einer integralen Struktur auf der Ebene Ökologie und mit einer offenen Schnittstelle zum ökonomischen Bereich sehr flexibel konzipiert ist. Die Ermittlung der natürlichen Abflüsse der Abflussdynamik und des Stoffhaushaltes ist in dieses Bewertungsverfahren eingebettet.

Die Parameterauswahl zur Bewertung der Abflussdynamik stützt sich zur Zeit auf das Verfahren „Indicators of Hydrologic Alteration“ (IHA) (Richter et al. 1996, Richter 1999). Das Verfahren enthält 33 ökologisch relevante Abflussparameter wie Monatsmittel, Größe, Dauer und Zeitpunkt von Extrema und Häufigkeiten von Veränderungen. Dieses Verfahren muss noch deutschen und europäischen Erfordernissen angepasst werden.

Das Leitbild für die Abflussdynamik liegt im potentiellen Abflussregime. Dieses Leitbild innerhalb des Bewertungsverfahrens Hydrologische Güte kann erstens über eine statistische Analyse erreicht werden. Zur Zeit werden die IHA-Parameter verwendet, die aber noch ergänzungsbedürftig sind. Bei der Anwendung des sog. RANGE OF VARIABILITY APPROACH (RVA), mit denen die Veränderung der IHA-Parameter zwischen Leit- und Untersuchungsperiode klassifiziert und bewertet werden können, kann überprüft werden, inwieweit sich das Einzugsgebiet noch in seinem ursprünglichen, ungestörten Zustand befindet. Die Problematik dieses Vorgehens liegt in den oft mangelnden Daten und in natürlichen Schwankungen (Klimavariationen), die nicht ohne weiteres erfasst werden können.

Wir erachten deshalb den zweiten Weg über den Einsatz von Einzugsgebietsmodellen zur Simulation des Abflusses unter Annahme einer potentiellen natürlichen Vegetation mittel- und langfristig als den erfolgversprechenderen Weg. Einzugsgebietsmodelle können individuell angepasst werden und es können flächenhafte Aussagen erzielt werden. Das Flussgebietsmanagement der Zukunft wird ohnehin auf einer Modellgrundlage basieren müssen.

Das Berechnungsbeispiel zeigt eine Analyse für die Parameter des $MQ_{\text{September}}^2$ und des $NM7Q^3$ für zwei Perioden (Abbildung 1). Der Bereich von Mittelwert plus/minus die Standardabweichung der Referenzperiode ist quasi das Leitbild einer ungestörten Abflussdynamik und wird aus diesem Grund auch in der Untersuchungsperiode dargestellt.

²Arithmetisches Mittel der Tageswerte des Monats September

³niedrigstes arithmetisches Mittel von 7 aufeinanderfolgenden Tagen in Niedrigwasserabschnitten

Deutlich zu erkennen ist, dass die Variabilität des NM7Q von der Referenz- zur Untersuchungsperiode stark angestiegen ist und sich der Mittelwert von 77 auf 87 $\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{d}$ erhöht hat, bedingt durch anthropogen beeinflusste Niedrigwasseraufhöhung. Die Variabilität des Monatsmittel für den September hat dagegen stark abgenommen und der Mittelwert dieses Parameters ist gesunken (von 305 auf 234 $\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{d}$). Dies ist auf die Speicherbewirtschaftung im Einzugsgebiet zurückzuführen. Für eine vollständige Bewertung der hydrologischen Situation im Einzugsgebiet werden sämtliche Parameter der Abflussdynamik ausgewiesen und auf

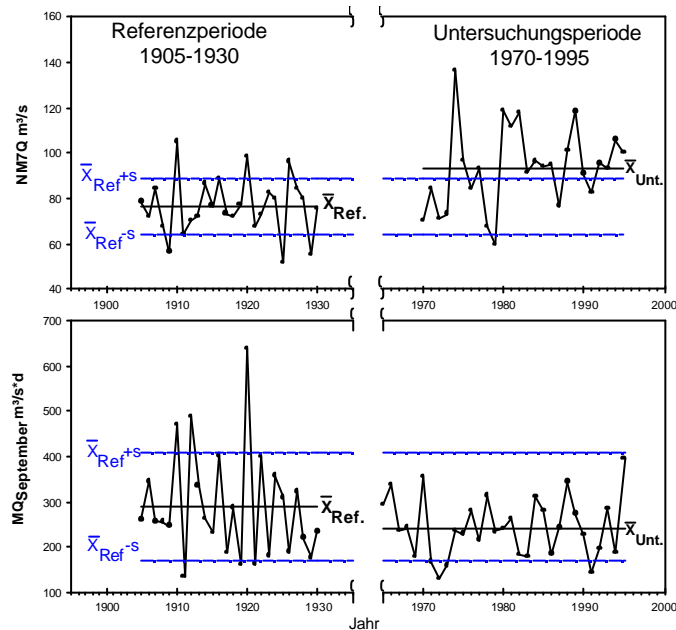


Abbildung 1: Pegel Burghausen, Gewässer Salzach: Abflussdynamik-Parameter NM7Q und MQ_{September} für die Perioden 1905 – 1930 und 1970 – 1995

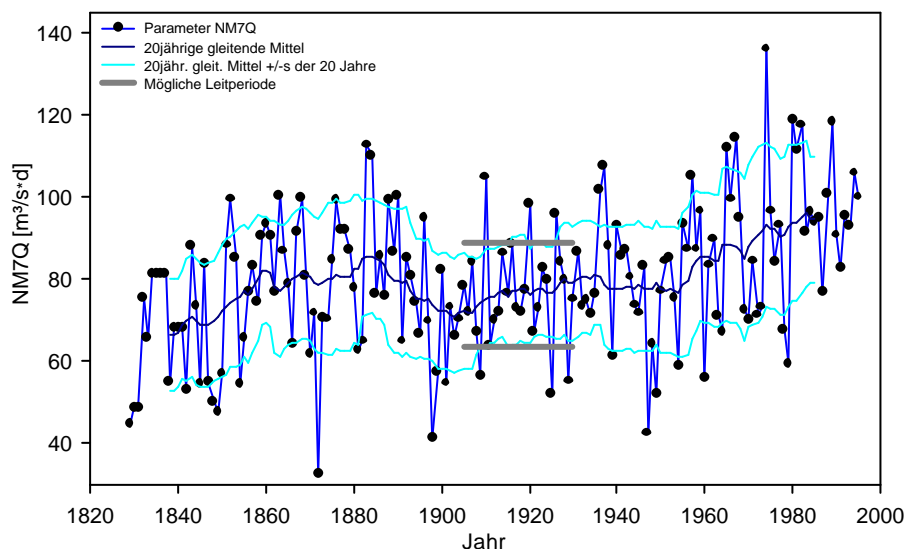


Abbildung 2: NM7Q der Ganglinie am Pegel Burghausen, Gewässer Salzach

ihren Mittelwert, ihre Standardabweichung und den Variationskoeffizienten hin analysiert. Durch den Vergleich von Untersuchungs- und Referenzperiode wird dann die eigentliche Bewertung vorgenommen. Der Problematik dieser Auswertungen sind wir uns bewusst da

eine repräsentative Referenzperiode nicht ohne weiteres festgelegt werden kann, weil die gleitenden Mittelwerte sehr starken nichtzyklischen, aperiodischen Schwankungen unterliegen (Abbildung 2). Diese implizieren mögliche Klimaschwankungen. Immerhin ist es sehr wahrscheinlich, dass die nach 1950 einsetzende verstärkte Niedrigwasseraufhöhung doch der Speicherbewirtschaftung zuzuweisen ist.

Mit der Verwendung von Einzugsgebietsmodellen zur Generierung von Abflussreihen soll eine Simulation einer „natürlichen“ Abflussdynamik unter Annahme einer potentiellen natürlichen Vegetation (PNV) ermöglicht werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass unter PNV-Bedingungen eine natürliche Abflussdynamik herrscht und dass damit die ökohydrologische Funktionsfähigkeit gegeben ist. Mit geeigneten Einzugsgebietsmodellen könnten somit Landnutzungsszenarien mit unterschiedlichen Natürlichkeitsgraden und verschiedenen Wassernutzungen simuliert werden.

Die heute zur Verfügung stehenden Einzugsgebietsmodelle können diese Forderungen nicht in genügender Qualität erfüllen. Generell sind die Modelle zu stark und zu vereinfacht konzeptionalisiert. Sie weisen keine genügende physikalische Basierung auf (Koehler 1992, Gordon et al. 1992), als dass sie der Forderung nach Prognosefähigkeit genügen würden. Generell ist die Modellunsicherheit zu groß, es sind zu viele Realisierungen (mögliche Parameterkombinationen) zu beachten, so dass die Auswirkungen von Landnutzungsänderungen in dieser Fehlerspanne untergehen (Uhlenbrook et al. 1999).

3. Zusammenfassung

Die hydrologischen Parameter der Abflussdynamik haben eine zentrale Bedeutung für die ökologische Funktionsfähigkeit von Fließgewässern. Es sind Methoden die den Erhalt einer natürlichen Abflussdynamik sicherstellen können im modernen River Basin Management gefordert. Ein hydrologisches Leitbild der Abflussdynamik, das als Referenz dienen soll, um einen Erhalt oder eine Wiederherstellung einer natürlichen Abflussdynamik zu gewährleisten, kann durch statistische Auswertungen und Einzugsgebietsmodellierung geleistet werden. Das neue Bewertungsverfahren "Hydrologische Güte" enthält die Parameter, welche die Abflussdynamik erfassen und bewerten. Wird dieses einzugsgebietsbezogene Bewertungsverfahren im modernen River Basin Management verwendet, können aufgrund der starken Abhängigkeit der chemischen, biologischen und ökomorphologischen Prozesse von der Abflussdynamik Maßnahmen zur Verbesserung des Einzugsgebietszustandes und seiner ökohydrologischen Kompartimente (Gewässerstrecke, Habitat) erfolgversprechender durchgeführt werden.

Literatur

- BORCHARDT D. (1998) Zielsetzung einer ökologische orientierten Wasserwirtschaft. In: Integrierte ökologische Gewässerbewertung – Inhalte und Möglichkeiten. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.), Münchener Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flussbiologie, Bd. 51, München, Wien: Oldenbourg.
- DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Hrsg.) (1996): Fluss und Landschaft - ökologische Entwicklungskonzepte: Ergebnisse des Verbundforschungsvorhabens „Modellhafte Erarbeitung ökologisch begründeter Sanierungskonzepte für kleine Fließgewässer“ Wirtschafts- und Verl.-Ges. Gas und Wasser. Merkblätter zur Wasserwirtschaft 240, Bonn.
- GORDON, N. D., MCMAHON, R. A. & FINLYSON, B. L. (1992): Stream Hydrology: an introduction for ecologists. John Wiley & Sons, New York, NY.

- KOEHLER, G. (1992): Auswirkungen verschiedener anthropogener Veränderungen auf die Hochwasserabflüsse im Oberrhein-Gebiet. Wasser und Boden H. 1/1992.
- LEIBUNDGUT, Ch. (1996): Abflussdynamik - unbekannte Größe für den Gewässerschutz. - In: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Wasserwirtschaftsverband Baden-Württemberg e.V. (Hrsg.): Lebensraum Gewässer - nachhaltiger Gewässerschutz im 21. Jahrhundert. Internationales Symposium, Heidelberg, S. 37-51.
- POWER, M. E., STOUT, C. E., CUSHING, P.P., HAPER, P. P., HAUER, F. R., MATTHEWS, W. J., MOYLE, P. B., STATZNER, B. & WAIS DE BADGEN, I. R. (1988): Biotic and abiotic controls in river and stream communities - In: J. N. American Benthol. Society 7 (4), P. 456-479.
- RICHTER, B. D. (1999): Characterizing Hydrologic Regimes in Ecologically meaningful Terms. Stream Notes, H. 1, Stream Systems Technology Center, Rocky Mountain Research Station.
- RICHTER, B. D. (1999): Characterizing Hydrologic Regimes in Ecologically meaningful Terms. Stream Notes, H. 1, Stream Systems Technology Center, Rocky Mountain Research Station. <http://www.stream.fs.fed.us/>
- RICHTER, B. D., BAUMGARTNER, J. V., POWELL, J. & BRAUN, D. P. (1996): A method for assessing hydrologic alteration within ecosystems. - In: Conservation Biology, 10, P. 1163-1174.
- RICHTER, B. D., BAUMGARTNER, J. V., WIGINGTON, R. & BRAUN, D. P. (1997): How much water does a river need? - In: Freshwater Biology, 37, P. 231-249.
- UHLENBROOK, S., SEIBERT, J., RODHE, A., LEIBUNDGUT, Ch. (1999): Prediction uncertainty of conceptual rainfall-runoff models caused by problems to identify model parameters and structure. Hydrol. Sci. J. (imDruck).