

# Methoden der Restwassermessungen

WORAUF IST ZU ACHTEN UND WELCHE MESSGENAUIGKEIT IST ZU ERWARTEN

Die Einhaltung der lt. Bewilligungsbescheiden vorgegebenen Restwassermengen stellt eine jener Auflagen dar, die seitens der Behörde während des Betriebes einer Wasserkraftanlage immer wieder überprüft werden. Für die Messung der Restwassermengen stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, deren Durchführung und Anwendbarkeit in entsprechenden Normen und in der Fachliteratur detailliert beschrieben sind. Bei exakter Anwendung sind sehr gute Messergebnisse zu erwarten.

Von Dipl.-Ing. Helmut Mitterfellner

In Österreich kommt die ÖNORM B 2401 „Hydrometrie – Methoden zur Bestimmung des Durchflusses und der Geschwindigkeit in offenen Gerinnen“ zur Anwendung, in der folgende Messverfahren unterschieden werden:

- ~ Gefäß- und Auffüllmessung
- ~ Verdünnungsmessungen mit unterschiedlichen Tracersubstanzen
- ~ Durchflussermittlung über die Messung der mittleren Fließgeschwindigkeit und des Durchflussquerschnittes
- ~ Hydraulische Verfahren durch Messung eines oder mehrerer Wasserstände
- ~ Sonstige Verfahren (z. B. Leistungsmessung bei Wasserkraftanlagen)

In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass der Durchfluss in offenen Gerinnen mit Ausnahme der volumetrischen Verfahren nur indirekt bestimmt werden kann.

## BEISPIEL DER TRACERMETHODE

Im folgenden Bericht wird auf die Tracerverdünnungsmessung näher eingegangen, da dieses Verfahren in Österreich sehr oft zur Restwassermessung bei Fließ-

Tracer-Eingabestelle A  
im Bereich einer Wasserfassung

Die Tracerverdünnungsmessung wird in Österreich sehr häufig eingesetzt, um eine Restwassermessung bei Fließgewässern mit großem Gefälle und sehr turbulenten Strömungsverhältnissen durchzuführen.





gewässern mit großem Gefälle und sehr turbulenten Strömungsverhältnissen herangezogen wird. Laut ÖNORM B 2401 kann dieses Messverfahren bei Gewässerbreiten  $<10$  m, Gewässertiefen  $<1$  m und Durchflüssen  $<10$  m<sup>3</sup>/s angewendet werden.

**Bei der Messung selbst** wird in das Fließgewässer ein Markierungsstoff (Tracer) wie zum Beispiel Kochsalz in bekannter Masse eingebracht und dessen Verdünnung nach einer Durchmischungsstrecke mit Messsonden bestimmt. Die Einbringung erfolgt kontinuierlich oder durch momentane Zugabe.

**Um ein exaktes Messergebnis** zu erhalten, sind folgende Schritte durchzuführen:

- ~ Kalibrierung der Messsonden mit dem zu untersuchenden Wasser und Bestimmung des Eichkoeffizienten
- ~ Festlegung der Durchmischungsstrecke
- ~ Bestimmung der Tracerzugabemenge und Mischen mit der erforderlichen Wassermenge
- ~ Momentane Zugabe des Tracers beim Eingabeort
- ~ Messung der Schwebstoffkonzentration mit mindestens zwei Messsonden beim Messort, bis die Grundleitfähigkeit wieder erreicht wird
- ~ Auswertung der durchgeführten Messungen

**Jedenfalls erforderlich ist** bei der Durchführung der Messungen, dass sämtliche Arbeiten genau dokumentiert und mit einer Fotodokumentation exakt festgehalten werden.

### FEHLERQUELLEN UND MESSGENAUIGKEIT

Die Festlegung der Durchmischungsstrecke stellt neben dem falschen Einbau der Messsonden, einer fehlerhaften Kalibrierung oder technischen Mängeln der Mess- und Registriergeräte eine wesentliche Fehlerquelle bei der Tracermessung dar. In der Strecke selbst muss die vollständige Durchmischung des Tracers sichergestellt sein. Versickerungen bzw. Zuflüsse verfälschen hier das Ergebnis entsprechend.

**Es müssen auch mindestens** zwei Sonden eingebaut werden, um festzustellen, ob die Tracerkonzentration innerhalb des Messprofils unterschiedlich hoch ist. Ist hier ein deutlich unterschiedlicher Verlauf der Leitfähigkeitsganglinien der beiden Sonden zu erkennen, deutet dies auf eine mangelhafte Quervermischung hin und das Ergebnis sollte verworfen werden.

**Weiters ist darauf hinzuweisen**, dass bei ungünstiger Positionierung der Messsonden eine vollständige Umspülung nicht gegeben ist. So dürfen die Sonden etwa ►





Messprofil B mit zwei Messsonden



Bereich der Durchmischungsstrecke bei winterlichen Verhältnissen

► nicht auf der Sohle aufliegen. Bei sehr turbulent fließenden Gewässern sind sie an einer Stange zu befestigen, um eine stabile, unveränderte Lage zu gewährleisten. Sonst könnte der Strömungsfaden im Hinterwasser der Sonden abreißen, und die sich dort bildenden Luftblasen könnten die Messung beeinflussen.

**Aber auch Abflussmessungen** bei tiefen, winterlichen Temperaturen und das Vorhandensein von Schnee und Eis können das Messergebnis beeinflussen. Bindet sich der Tracer am Eis, dann führt dies tendenziell zur Messung eines höheren Abflusses.

**Wenn alle Arbeiten** bei der Durchflussmessung exakt durchgeführt werden, kann laut ÖNORM B 2401 die Messgenauigkeit der Salzverdünnungsmethode mit Momentaneingabe mit einem Fehler von weniger als  $\pm 8$  [%] angegeben werden.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die Durchführung von Abflussmessungen mit der Tracermethode stellt den Stand der Technik dar – bei exakter Durchführung selbst bei winterlichen Verhältnissen. Die hierbei auftretenden Unsicherheiten sind bei sorgfältigem Vorgehen nicht größer als bei anderen Messverfahren. Störungen und Unregelmäßigkeiten können im Allgemeinen

### DER AUTOR

**Dipl.-Ing. Helmut Mitterfellner**

ist allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger für Wasserkraftwerksbauten und staatlich befugter und beeideter Ziviltechniker. Er ist Geschäftsführer des auf Wasserkraftwerks- und Hochwasserschutzprojekte spezialisierten Ingenieurbüros PI Mitterfellner GmbH in der Steiermark.



Nähere Informationen unter [www.planing.at](http://www.planing.at)

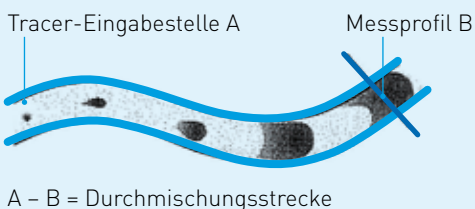
schon durch den Verlauf der Konzentrationsganglinien erkannt werden. Ein Abschätzen und Reduzieren der Unsicherheiten kann durch Wiederholungsmessung und falls möglich durch Vergleichsmessung mit anderen Messverfahren erreicht werden. Jedenfalls erforderlich ist bei der Durchführung von Abflussmessungen, dass die ausgeführten Arbeiten sorgfältig dokumentiert werden.



### INFO

### Messprinzip bei der momentanen Zugabe Quelle: ÖNORM B 2401

#### Grundriss der Durchmischungsstrecke mit Verlauf der Tracerausbreitung



#### Tracerdurchgangskurve bei momentaner Tracerzugabe

