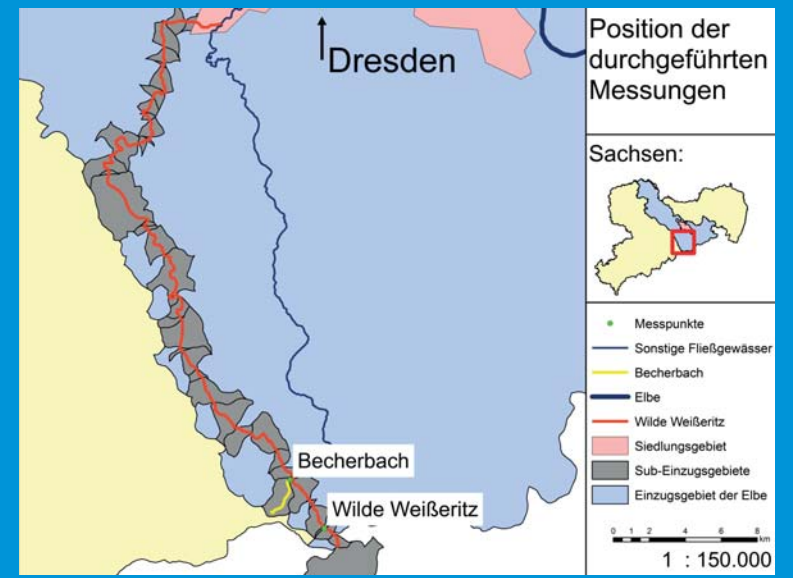


# Abflussmessung im Erzgebirge (Sachsen)

Im Rahmen des Studienprojekts „Wasserstands-Abflussbeziehung in zwei Mittelgebirgsbächen“ wurden bisher drei Datenerhebungen vorgenommen. Bei den untersuchten Fließgewässern handelt es sich um die Wilde Weißeritz und den Becherbach im Erzgebirge. Beide Bäche gehören zum Einzugsgebiet der Elbe, welche nordöstlich durch die sächsische Landeshauptstadt Dresden verläuft. Im Zuge der Arbeit erfolgte neben der Datenerhebung und Auswertung auch eine Beurteilung der zur Verfügung stehenden Messmethoden. Im Folgenden werden nun die vier angewandten Verfahren zur Abflussbestimmung sowie erste Zwischenergebnisse präsentiert. Nach Durchführung einer vierten Messung und damit der vollständigen Beschreibung eines Jahreszyklus ist das Projekt abgeschlossen. Die entsprechenden Ergebnisse werden dann in einem Abschlussbericht dokumentiert.



## Tracer-Messung

Bei diesem Verfahren nutzt man die Veränderung der elektrischen Leitfähigkeit beim Einbringen eines Markierstoffs. Eine bekannte Menge dieses so genannten Tracers (in diesem Fall NaCl-Lösung) wird in einem Zug ins Gewässer eingebracht. Eine Messsonde unterhalb der Eingabestelle zeichnet kontinuierlich die Leitfähigkeitswerte auf, welche ein Maß für die zugehörige Salzkonzentration ist. Die Aufzeichnung wird beendet, nachdem die Ausgangsleitfähigkeit des Gewässers erreicht ist. Im Folgenden errechnet sich der gesuchte Abfluss aus dem Verhältnis zwischen eingebrachter Tracermenge und dem Integral der Konzentrationskurve über der Hintergrundkonzentration.

### Nachteile:

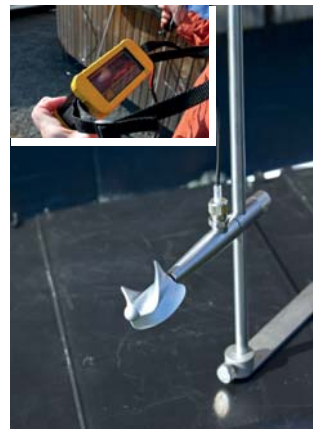
- Fremdstoffeintrag ins Gewässer
- Erstellung einer Eichkurve nötig
- möglicher Rückhalt bzw. unbekannter Abfluss (jedoch eher selten)

### Vorteile:

- häufig angewendet (Vergleichbarkeit)
- erfasst gesamtes Gewässerprofil

## Flügelmessung

Die Messung mit dem hydrometrischen Flügel ist ein mechanisches Verfahren zur Ermittlung der Fließgeschwindigkeit des Gewässers. Grundlage für die Geschwindigkeitsermittlung ist die Aufzeichnung der erreichten Umdrehungszahl der jeweiligen Flügel-schraube im Gewässer. Anhand der erreichten Umdrehungen pro Zeiteinheit und einem flügel-spezifischen Faktor erhält man die eigentliche Geschwindigkeit an einem Gewässer-punkt. Um den gesamten Gewässer-querschnitt zu erfassen, müssen mehrere Messungen entlang einer gewählten Transekte und unter Umständen in mehreren Tiefen durchgeführt werden. Der Abflusswert wird letztlich aus den Geschwindigkeiten und dem durchflossenen Querschnitt errechnet.



### Vorteile:

- leichte Funktionsprüfung (Flügeldrehung)
- direkte Tiefenmessung am Gestänge

### Nachteile:

- punktuelle Messung
- Störung durch Gewässervegetation
- Flügel-auswahl mittels Fließgeschwindigkeits-schätzung



## Flow-Tracker

Dieses Gerät arbeitet mit der Auswertung des Dopplereffekts. Die physikalische Grundlage ist hierbei die bewegungs-abhängige Frequenzänderung einer Schallwelle. Ein Ultraschall-signal wird von einem Sender emittiert und von den sich bewegenden Partikeln im Wasser (Schwebfracht, Sauerstoffblasen) zum Empfänger zurückreflektiert. Aus der bereits genannten Frequenzänderung wird automatisch die Geschwindigkeit der Teilchen beziehungsweise des Wassers, welches als Transportmedium dient, abgeleitet. Auch in diesem Fall kann mittels Mehrfachmessungen und dem durchflossenen Querschnitt der Durch- bzw. Abfluss berechnet werden.

### Nachteile:

- keine metrischen Einheiten am Gestänge
- punktuelle Messung

### Vorteile:

- Erfassung verschiedener Richtungsvektoren
- gute Sensorhöhenverstellung und Bedienbarkeit

## Flow-Sens

Die Grundlage, die zur Ermittlung des Gewässer-abflusses dient, stellt im Falle des Flow-Sens-Messgerätes die Fließgeschwindigkeit dar. Hierbei nutzt man das Prinzip der elektromagnetischen Induktion. Wasser ist ein elektrisch leitfähiges Medium und induziert bei Bewegung in einem Magnetfeld eine Spannung in der Spule von der das Feld erzeugt wird. Die Höhe der induzierten Spannung ist proportional zur Fließgeschwindigkeit. Das Gerät übernimmt die Berechnung der entsprechenden Geschwindigkeiten. Auch bei diesem Verfahren sind Mehrfachmessungen notwendig um am Ende mit Hilfe der Querschnittsfläche den Abfluss zu erhalten.



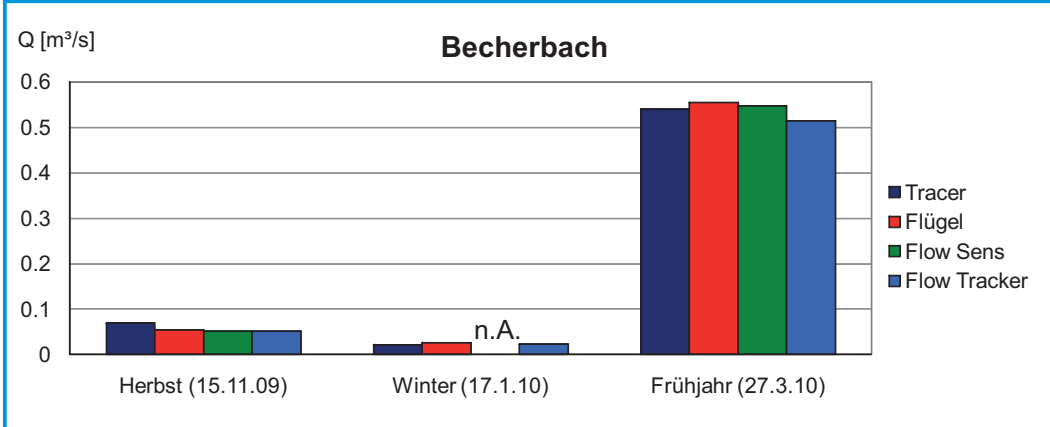
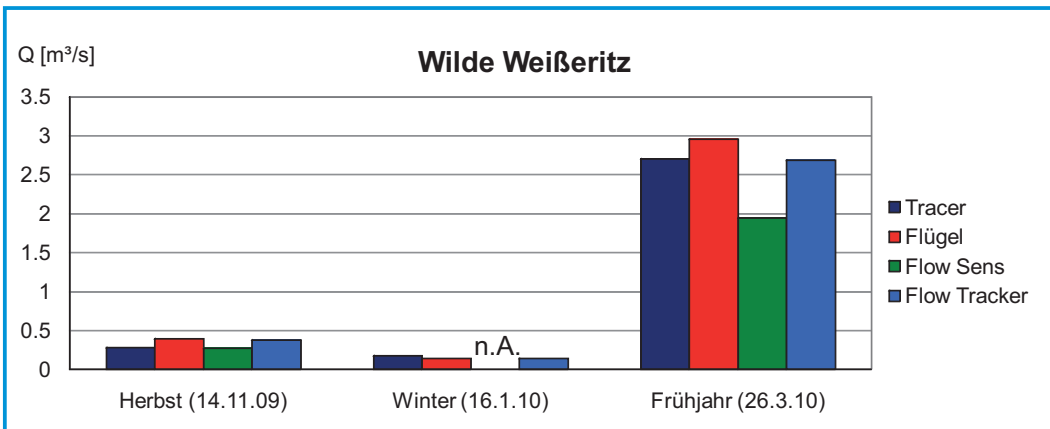
### Vorteile:

- robuste Bauweise
- resistent gegenüber Gewässerfracht

### Nachteile:

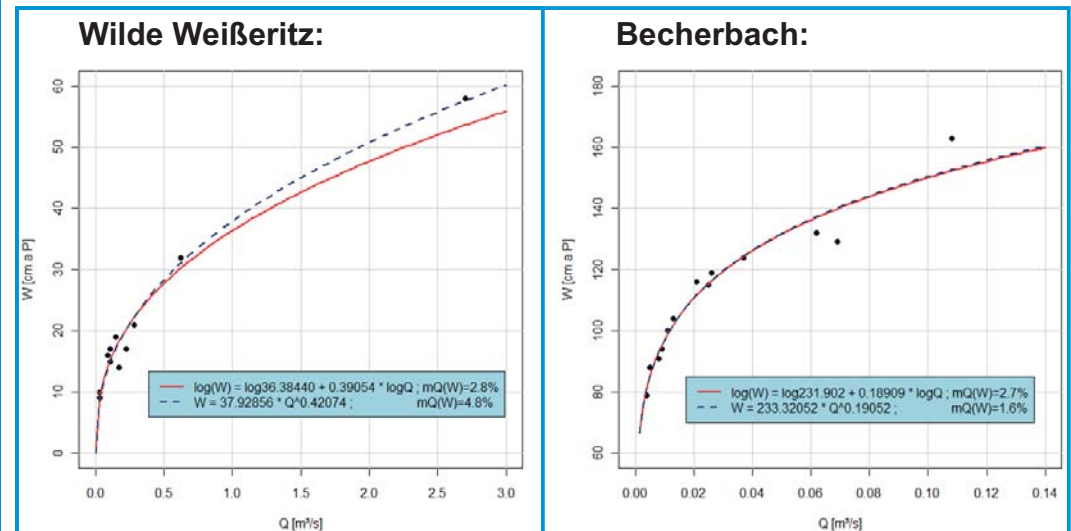
- punktuelle Messung
- anfällig für Turbulenzen
- eher für größere Gewässer geeignet

## Vergleich der gemessenen Abflusswerte



Beim Vergleich der Abflusswerte in den verschiedenen Jahreszeiten fallen zuerst die geringen Werte der Wintermessung ins Auge. Der Abfluss wird zu dieser Zeit fast nur noch aus Grundwasser gespeist, weil der Niederschlag als Schnee fällt und zum großen Teil im Einzugsgebiet verbleibt. Die darauf folgende Schneeschmelze wurde durch die Frühjahrmessung am 26.3.10 und 27.3.10 erfasst. An unserem Messwochenende wurden die höchsten Wasserstände dieses Frühjahrs gemessen, was neben der Schneeschmelze auch noch durch einen Gewitterregen in der Nacht verursacht wurde. Voraussichtlich werden Anfang Juni die letzten Messungen die Werte nach dem Abklingen des Frühjahrshochwassers erfassen.

## Durchflusskurven



Die Durchflusskurve zeigt die Beziehung zwischen Wasserstand und Durchfluss. Dazu wurden die mit Hilfe der Tracermessungen ermittelten Durchflusswerte mit den automatisch aufgezeichneten Pegel-daten der entsprechenden Zeitpunkte im Diagramm aufgetragen.

Mit der Funktion „nl“ der Statistiksoftware R, die nichtlineare Funktionen mit der Kleinsten-Quadratmethode an die Datenpunkte anpasst, wurden die Durchflusskurven hinzugefügt. Meist wird wie auch in unserem Fall eine Potenzfunktion  $W = a \cdot Q^b$  beziehungsweise ihre linearisierte Form  $\log(W) = \log(a) + b \cdot \log(Q)$  vorgegeben.

Die Abweichungen der Punkte von der Kurve sind nicht nur durch Messfehler, sondern auch durch mögliche Veränderungen geometrischer und hydraulischer Parameter innerhalb des etwa 3 Jahre langen Messzeitraums zu erklären. Als Maß für die Genauigkeit der Kurven ist der mittlere quadratische relative Fehler  $mQ(W)$  angegeben.

### Quellenverzeichnis:

- Crawley, M. J. - The R Book, Verlag John Wiley & Sons Ltd., Chichester 2007
- Dyck, S. & Peschke, G. - Grundlagen der Hydrologie, Verlag für Bauwesen, Berlin 1995
- [http://www.umwelt.sachsen.de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/interaktive\\_karten\\_12594.html](http://www.umwelt.sachsen.de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/interaktive_karten_12594.html)
- FlowTracker Users Manual, SonTek/YSI (USA)
- OTT\_C2\_Kleinflugel\_Bedienungsanleitung, OTT MESSTECHNIK GmbH & Co. KG

Betreuung durch Mitarbeiter des Instituts für Erd- und Umweltwissenschaften:  
Dipl.-Geoökologe Thomas Gräff und Dipl.-Geograph Andreas Bauer