

**Messtechnische Ausstattung des
Wasserbaulabors -
Institut für Wasserbau und
Wasserwirtschaft,
Universität Duisburg-Essen**

Prof. Dr.-Ing. André Niemann

Universität Duisburg-Essen
Fakultät für Ingenieurwissenschaften
Abteilung Bauwissenschaften
Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Inhalt

Messtechnik	2
Tracer Messgerät (mobile Abflussmessung)	2
Differenzdruckmanometer (Messung von Differenzdruck)	3
Ultraschallsensoren (Wasserstandsmessung)	3
ADV (mobile Geschwindigkeitsmessung)	4
Digitaler Messflügel (mobile Geschwindigkeitsmessung)	4
Analoger Messflügel (mobile Geschwindigkeitsmessung)	5
Magnetisch induktiver Strömungsmesser (mobile Geschwindigkeitsmessung)	5
GNSS-Vermessung (satellitengestützte Positions- und Höhenermittlung)	6
Drohne (Trägersystem für Messtechnik)	7

Messtechnik

Das Institut verfügt über eine messtechnische Ausstattung für verschiedene Bereiche der Wasserwirtschaft. Die verfügbare Messtechnik wird kontinuierlich erweitert um gänzlich alle Aufgabestellungen bearbeiten zu können. Die im Folgenden vorgestellten Messgeräte sind für den Einsatz im Labor sowie den Feldeinsatz geeignet.

Tracer Messgerät (mobile Abflussmessung)

Der Easyflow von der Firma MADD (Abbildung) ist ein Durchflussmessgerät nach der Salzverdünnungsmethode und ermöglicht eine Messung in Gerinnen und an natürlichen Gewässern wie Bächen. Zur Messung wird stromaufwärts der Messpunkte der Sonden eine Salzlösung in das Gewässer gegeben. Während die Salzwolke vorbeizieht wird die elektrische Leitfähigkeit des Wassers gemessen und hierüber der Durchfluss bestimmt. Mit diesem System können Durchflüsse bis zu 100 l/s gemessen werden.

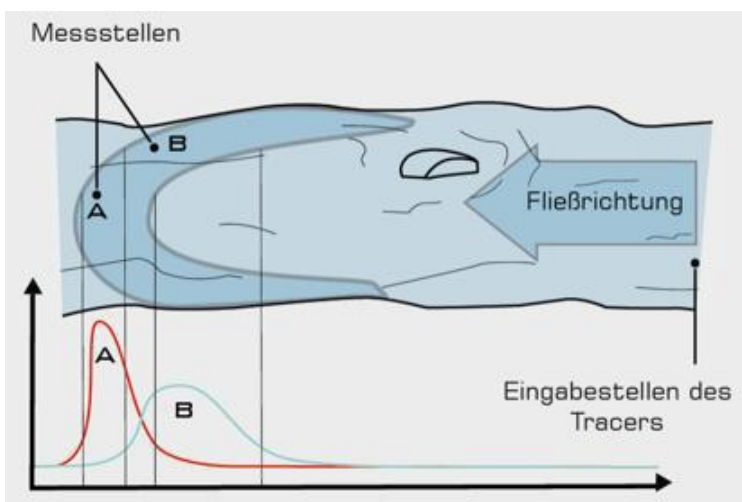


Abbildung 1 Messprinzip des Easyflow (links), Easyflow Durchflussmesser (rechts)
(Homepage GWU-Umwelttechnik)

Temperaturmessungen 0 - +40 °C

- Messbereich 0,01 – 99,99 l/s
- Genauigkeit $\pm 5 \%$
- Messintervalle 1, 2, 4, 8 s

Differenzdruckmanometer (Messung von Differenzdruck)

Um Druckdifferenzen zwischen Punkten zu messen kann ein digitales Manometer genutzt werden. Beim Differenzdruckmanometer PCE 910 wird der Druck zwischen beliebigen Stellen gemessen indem diese über Schläuche mit den Sensoren verbunden werden. Die Messdaten werden während der Messung auf einem PC gespeichert.

Das Differenzdruckmanometer PCE 910 weist die folgenden Merkmale auf:

- Messbereich – 2000 mbar bis 2000 mbar
- Auflösung 1 mbar
- Genauigkeit $\pm 2\%$
- Messfolge 0,8 s



Abbildung 2 Differenzdruckmanometer PCE 910

Ultraschallsensoren (Wasserstandsmessung)

Mit Ultraschallsensoren können Wasserstände berührungslos gemessen werden. Das bringt den Vorteil mit sich, dass es keinen Einfluss durch das Messgerät selbst auf den Wasserstand gibt. Die Messung erfolgt durch die Ausgabe eines Signals, das an der Wasseroberfläche und dem Gerinneboden reflektiert wird und über die Laufzeit wird die Entfernung ermittelt. Im Labor werden die USS 02 Sensoren der Firma General Acoustics genutzt, der Messbereich der 4 eingesetzten Sensoren liegt zwischen 3 und 25 cm. Alle Werte werden mit einer maximalen Abtastrate von 50 Hz gemessen und über einen Computer erfasst.

- Messbereich 30 bis 250 mm
- Abtastrate 50 Hz
- Auflösung 0,18 mm
- max. zulässige Fließgeschwindigkeit 6 m/s



Abbildung 3 UltraLab Controller (links), UltraLab Sensoren (rechts) (Homepage General Acoustics)

ADV (mobile Geschwindigkeitsmessung)

Beim ADV (Akustischem Doppler Verfahren) wird vom Sender ein akustisches Signal mit fester Frequenz ausgegeben, über die Streuung und Reflektion an kleinen Partikeln im Wasser verändert sich die Frequenz. Diese Änderung der Frequenz geschieht proportional zur Geschwindigkeit der Partikel (Doppler Effekt), somit kann die Geschwindigkeit ermittelt werden. Mit dem im Labor verwendeten Nortek Vectrino ist eine Darstellung von 3D-Geschwindigkeitsvektoren möglich. Für den Vectrino gibt es verschiedene Sonden, besonders geeignet für den Einsatz im Labor bzw. im Feld.

- Messbereich 1, 10, 30, 100, 250, 400 cm/s
- Sampling-Frequenz 1 – 200 Hz
- Auflösung mm/s
- Genauigkeit $\pm 0,5$ % des Messwerts, ± 1 mm/s



Abbildung 4 Vectrino Feldsonde im Einsatz (links) und Laborsonde (rechts) (Prospekte Vectrino Feld- bzw. Laborsonde)

Digitaler Messflügel (mobile Geschwindigkeitsmessung)



Mit dem Messflügel können Fließgeschwindigkeiten von Flüssigkeiten aber auch Gasen gemessen werden. Bei den verwendeten Schildknecht MiniAir2 Messflügeln wird die Geschwindigkeit direkt ermittelt und auf dem Display angezeigt. Zusätzlich kann auch die Wassertemperatur angezeigt werden.

- Geschwindigkeit
 - Genauigkeit $\pm 2,0$ % ($\pm 3,5$ %)
 - Messbereich 0,02 – 5 m/s (0,03 – 10 m/s)
- Temperatur
 - Genauigkeit $\pm 0,5$ C°
 - Messbereich –30 bis +140 C°

Abbildung 5 Schildknecht MiniAir2 Messflügel mit Auswerteeinheit

Analoger Messflügel (mobile Geschwindigkeitsmessung)

Neben den digitalen Messflügeln sind auch analoge Messflügel der Firma OTT vorhanden. Messungen mit diesen Messflügeln werden in Kombination mit dem Zählgerät Z210 bzw. Z215 durchgeführt. Die Messbereiche der Flügel richten sich nach den angebrachten Messschaufeln. Zur Ermittlung der Fließgeschwindigkeit wird aus der aufgezeichneten Zeit und Impulsen (Umdrehungen) die Drehzahl ermittelt. Zu jeder Schaufel existieren empirisch ermittelte Formeln mit denen man, in Abhängigkeit von der Drehzahl, die Fließgeschwindigkeit ermittelt. Die Ermittlung der Geschwindigkeit ist mit diesen Messflügeln nur eindimensional in die Hauptfließrichtung möglich.



Abbildung 6 OTT Zählgerät Z215 (links) und OTT Kleinflügel C2 + Schaufel (rechts)

- Messbereich (je nach Schaufel verschieden) 0.025 m/s – 5 m/s
- Genauigkeit mm/s

Magnetisch induktiver Strömungsmesser (mobile Geschwindigkeitsmessung)

Als weitere Möglichkeit zur Geschwindigkeitsmessung kann ein OTT Nautilus C2000 in Kombination mit einer OTT Sensa Z300 Auswerteeinheit genutzt werden. Der C2000 ist ein magnetisch-induktiver Strömungsmesser, dessen Messprinzip auf dem Faradayschen Induktionsgesetz beruht. Wird ein Magnetfeld von einem elektrischen Leiter durchquert, wird eine elektrische Spannung induziert. Über diese von zwei Elektroden gemessene Spannung kann in Folge die Geschwindigkeit ermittelt werden.



Abbildung 7 OTT Nautilus C2000 (rechts) und OTT Sensa Z300 (links)

Der Nautilus C2000 gibt die Strömungsgeschwindigkeiten direkt auf dem Display des Sensa Z300 aus. Zur Aufnahme längerer Messreihen verfügt der Sensa Z300 über eine RS 232 Schnittstelle zur Datenaufzeichnung auf dem PC.

- Genauigkeit mm/s
- Messbereich 0 m/s bis 2,5 m/s

GNSS-Vermessung (satellitengestützte Positions- und Höhenermittlung)

Zur Aufnahme von z.B. Sohlprofilen in begehbaren Gewässern und im Feld wird ein Leica Zeno 20 genutzt. Der Einsatz erfolgt häufig mit einer externen Antenne, da durch die höhere Position ein besserer Empfang erreicht werden kann. Mit dem GNSS-Empfänger können Geländehöhen und –position vereint als Punkt aufgezeichnet und in ein Geländemodell eingetragen werden. Mit dem Zeno 20 können zusätzlich zu Punkten direkt Linien oder Flächen aus mehreren Punkten aufgenommen werden. Die aufgenommenen Daten werden zur Bearbeitung in GIS-Modelle eingefügt. Um auch an Stellen mit schlechtem Satellitenempfang Punkte aufnehmen zu können, kann der Empfänger mit einer 2 m hohen externen Antenne ausgestattet werden. Außerdem können zusätzlich über einen mit dem System kommunizierenden Distanzmesser (Leica Disto S910) schwer zugängliche Positionen eingemessen werden.



Abbildung 8 Leica Zeno20 (links), externe Antenne (Mitte links) und Leica Disto S910 (Mitte rechts), Mess- und Montagestab für die externe Antenne (rechts)

- Genauigkeit
 - Position max. 2 cm
 - Höhe max. 3 cm

Drohne (Trägersystem für Messtechnik)

Zur Aufnahme von Luftbildern oder Durchführung von Messungen aus der Luft wird eine Aibotix 6 V2 Drohne genutzt. Mit einem Durchmesser von 1,05 m, einer Höhe von 45 cm und einem Leergewicht von 3,4 kg kann die Drohne eine Maximalgeschwindigkeit von 40 km/h erreichen. Mit einer Steigrate von 8 m/s kann maximal eine Höhe von 500 m über dem Boden erreicht werden. Durch ein eingebautes RTK-Modul (Real Time Kinematic) können die aufgenommenen Projektdaten mit einer Genauigkeit von bis zu 1 cm georeferenziert werden. Außerdem ist es möglich mit einer ähnlich hohen Genauigkeit, vorab erstellte Routen automatisch abfliegen zu lassen. Die maximale Nutzlast der Drohne beträgt 2 kg, die Messtechnik kann an 2 verschiedenen Aufnahmepunkten befestigt werden. Einmal an der On-Top-Halterung, die eine begrenzte maximale Tragfähigkeit von 650 g hat, und die Aufhängung unterhalb an der Messtechnik bis zur Nutzlast von 2 kg angebracht werden kann. Die standardmäßig ist die Drohne ausgelegt auf die Nutzung von verschiedenen Kameratypen wie, Thermalkameras, Spektralkameras aber auch normale Kameras für Bild- und Videoaufnahmen. Die Nutzung der Drohne als Träger für andere Sensoren ist möglich und nur eine Frage der Befestigung und des Gewichts.



Abbildung 9 Aibotix 6 V2 Froschperspektive (links) und Draufsicht (rechts) (Homepage Aibotix GmbH)

- Abmessungen 1,05 x 1,05 x 0,45 m
- Leergewicht 3,4 kg
- Maximalgeschwindigkeit 40 km/h
- Maximale Steigrate 8 m/s
- Maximale Höhe über festem Untergrund 500 m
- Maximale Gesamtnutzlast 2 kg
 - Max. Nutzlast On-Top-Halterung 0,65 kg
 - Max. Nutzlast Kameraaufhängung 2 kg
- Positionsgenauigkeit maximal 1 cm

Kontakt:

Universität Duisburg-Essen

Fakultät für Ingenieurwissenschaften

Abteilung Bauwissenschaften

Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft

Universitätsstraße 15, 45141 Essen

<https://www.uni-due.de/wasserbau/>

E-Mail: wasserbau@uni-due.de