

HYDROLOGISCHE VERSUCHSSTATION WIESELSDORF/STAINZBACH

1. Einleitung

Der hydrographische Dienst Steiermark führt im routinemäßigen Betrieb ca. 700 Durchflussmessungen pro Jahr durch, für weiterführende Auswertungen, im speziellen zur Erstellung hydrologischer Gutachten werden zusätzliche Messungen erforderlich. Aus der Tatsache sich kurz- und mittelfristig reduzierender Personalressourcen in den hydrographischen Diensten ist es erforderlich, sich den neuesten Erkenntnissen der technischen Entwicklung auf diesem Gebiet anzupassen.

In der operativen Umsetzung neuer Messverfahren leistet der hydrographische Dienst Steiermark insofern seinen Beitrag, dass am bestehenden Pegel Wieselsdorf/Stainzbach eine Versuchsstation eingerichtet wurde, wo neue, bisher nicht im Routinebetrieb eingesetzte Messgeräte bzw. -verfahren zur Durchflussermittlung getestet und im Rahmen von Diplomarbeiten validiert werden sollen. Im ersten Schritt werden 3 Messgeräte erprobt, die in Kapitel 3 näher beschrieben werden.

Der unmittelbare Pegelbereich ist in Abbildung 1 zu erkennen.



Abbildung 1: Pegelbereich Wieselsdorf/Stainzbach

2. Grundlagen der Durchflussermittlung

Als Grundlage vieler wasserwirtschaftlicher Maßnahmen an Gewässern (Schutzwasserbauten, Ein- und Ausleitungen, etc.) ist die Angabe von Bemessungsdurchflüssen notwendig. Es besteht allerdings die Problematik, dass der Durchfluss nicht direkt gemessen werden kann,

sondern aus anderen Größen abgeleitet werden muss. Welche Verfahren hier zur Verfügung stehen, wird im folgenden aufgezeigt:

2.1 Hydraulische Verfahren

Unter hydraulischen Verfahren sind jene Verfahren zu verstehen, bei denen über die Messung eines oder mehrere Wasserstände auf den Durchfluss geschlossen werden kann. Grundsätzlich sind diese Verfahren danach zu unterscheiden, ob im Bereich der Messstelle der Gerinnequerschnitt verändert wird oder nicht.

2.1.1 Verfahren mit Kontrollquerschnitt

Die Berechnung der Strömungsverhältnisse im Kontrollquerschnitt basiert auf der Bernoulli-Gleichung, nach der sich in einem rückstaufreien Kontrollquerschnitt die minimale Energiehöhe einstellt. Aus dieser Annahme kann eine eindeutige Beziehung zwischen den Fließverhältnissen im Kontrollquerschnitt und des unverbauten Messquerschnitts flussaufwärts hergestellt werden. Dabei können Kontrollquerschnitte durch

- Veränderung des Sohlverlaufs (z.B. Abstürze, Wehre)
- Veränderung der Gerinnebreite (z.B. Venturikanal)
- Unterströmte Kontrollbauwerke (z.B. Schütze)

gebildet werden.

2.1.2 Verfahren ohne Kontrollquerschnitt

Ist kein Kontrollquerschnitt vorhanden, kann eine Bestimmung der mittleren Geschwindigkeit und in weitere Folge des Durchflusses nur über das Energieliniengefälle vorgenommen werden. In künstlichen Gerinnen, wo meist stationär gleichförmige Strömungen vorherrschen, kann das vorhandene Sohlgefälle als maßgebliches Gefälle angenommen werden. In natürlichen Gerinnen ist allerdings diese Voraussetzung nicht gegeben, weshalb der Bezug zur mittleren Geschwindigkeit durch eine Messung über den gesamten Querschnitt hergestellt werden muss. Dabei sollte sich während dieser Messung der Wasserstand nicht verändern. Die Erstellung dieser Wasserstand – Durchfluss – Beziehung (auch Pegelschlüssel oder Schlüsselkurve genannt) ist auch heute noch gängige Praxis in den hydrographischen Diensten. Die Schlüsselkurve stellt eine Regressionsbeziehung für die Punkteschar der Wertepaare (Wasserstand (W), Durchfluss (Q)) dar, wobei die Wertepaare parallel erfasste Messergebnisse darstellen. Zu Problemen in der Erstellung der Kurve führen Vereisung, Verkrautung, Umläufigkeit, Querschnittsänderungen, Fehler und Ungenauigkeiten beim Messen und vor allem fehlende Messungen im Nieder- und Hochwasserbereich.

2.2 Durchflussermittlung über die mittlere Fließgeschwindigkeit

Nach dem Kontinuitätsgesetz errechnet sich der Durchfluss aus durchflossener Querschnittsfläche multipliziert mit der mittleren Fließgeschwindigkeit. Die durchflossene Querschnittsfläche lässt sich über den gemessenen Wasserstand mehr oder weniger genau herleiten. Allerdings wird bei allen eingesetzten Geschwindigkeitssensoren nicht die mittlere, sondern eine beliebige, örtliche Geschwindigkeit gemessen. Deshalb ist es notwendig, eine Beziehung zwischen örtlicher und mittlerer Geschwindigkeit herzustellen, die allerdings wesentlich stabiler als die Wasserstands-Durchfluss-Beziehung sein sollte. Grundsätzlich ist zwischen einer punktförmigen Messung (Messflügel, Staurohr, Radar etc.) und der Aufnahme

der Fließgeschwindigkeit längs einer Messgeraden (Reihe von Punktmessungen, Ultraschall, akustische Verfahren, etc.) zu unterscheiden.

2.3 Sonstige Verfahren

Bei den sonstigen Verfahren sind im speziellen die Verdünnungsverfahren (Tracer, fluoreszierende Stoffe) zu nennen.

3. Messgeräte

Insgesamt wurden, wie bereits erwähnt, in einem ersten Schritt 3 Messgeräte installiert, wobei sämtliche Geräte den Durchfluss über das in Kapitel 2.2 aufgezeigte Verfahren ermitteln. Folgende Geräte werden eingesetzt:

3.1 EasyQ

- Firma: **Nortek**
- Vertretung in Österreich: **Prager Elektronik**
- Messprinzip: **Horizontale Doppler Strömungsmessung**

Abbildung 2 zeigt den EasyQ im montierten Zustand am Pegel Wieselsdorf/Stainzbach.



Abbildung 2: EasyQ der Firma Nortek im montierten Zustand

Horizontale Doppler Geräte senden einen gebündelten Ultraschallstrahl waagrecht in das Gewässer und schalten danach auf Empfang. Die im Gewässer enthaltenen Partikel reflektieren einen Teil der Ultraschallenergie mit einer gewissen Frequenzverschiebung. Diese Frequenzverschiebung ist proportional der lokalen Strömungsgeschwindigkeit, gleichzeitig erfolgt die Messung des Wasserstandes. Um den Durchfluss über die Kontinuitätsgleichung bestimmen zu können, ist die Kenntnis der mittleren Fließgeschwindigkeit im Messquerschnitt notwendig. Daher ist die Bestimmung einer Beziehung zwischen lokaler und mittlere Geschwindigkeit notwendig, die über den Geschwindigkeitskoeffizienten k definiert wird (Geschwindigkeits – Index- Methode). Für die Bestimmung des Koeffizienten k gibt es grundsätzlich 3 Möglichkeiten:

- Durchführung einer Vielzahl vergleichender Durchflussmessungen (Flügel, ADCP, etc.)

- Normierte logarithmische Geschwindigkeitsverteilungen
- Mathematische Berechnung mittels numerischem Strömungsmodell

Aufgrund von hydraulischen Randbedingungen ist dieses Verfahren ungeeignet bei:

- starken Querschnittsänderungen
- bei Totzonen und Rückströmungsbereichen
- bei ständigen Sohlveränderungen
- direkt unterhalb von Wehren (Problem Lufteintrag)

3.2 FloDar

- Firma: **Marsh-McBirney**
- Vertretung in Österreich: **Utek GmbH**
- Messprinzip: **Fließgeschwindigkeitserfassung mit Radar gekoppelt mit Wasserstandsmessung mittels Ultraschall**

3.3 Radar

- Firma: **Sommer System-Messtechnik**
- Vertretung in Österreich: **Sommer System-Messtechnik**
- Messprinzip: **Fließgeschwindigkeitserfassung mit Radar gekoppelt mit Wasserstandsmessung mittels Ultraschall**

Radar Doppler Sonden beruhen auf dem Echo – Prinzip elektromagnetischer Wellen. Diese werden von der Sonde ausgestrahlt, treffen sie auf ein Hindernis, werden sie reflektiert, wobei der reflektierte Strahl am Sendeort wieder empfangen wird. Die Differenz zwischen Sendefrequenz und Echofrequenz ist proportional zu der lokalen Fließgeschwindigkeit des Gewässers. Die Durchflussbestimmung erfolgt analog zu Kap. 3.1, es ist also wiederum die Bestimmung der Beziehung zwischen lokaler und mittlerer Fließgeschwindigkeit mittels oben beschriebener Methoden notwendig. Auch dem Radarsensor sind physikalische und hydraulische Grenzen gesetzt, so muss die Fließgeschwindigkeit mind. 0,5 m/s betragen, die Wasseroberfläche muss eine gewisse Rauigkeit aufweisen. Die unter Kap 3.1 aufgezählten hydraulischen Grenzen haben auch hier Gültigkeit.

Abbildung 3 zeigt den FloDar nach der Montage an der Brücke, Abbildung 4 das Radargerät der Fa. Sommer System-Messtechnik.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen von Diplomarbeiten werden am Pegel Wieselsdorf/Stainzbach neue Geräte und Methoden zur Durchflussermittlung erprobt. Im ersten Schritt wurden 3 Messgeräte installiert, erste Ergebnisse bzw. vergleichende Auswertungen werden in den nächsten Wochen vorliegen, wobei in einer der nächsten Wasserlandzeitungen darüber näher berichtet wird.



Abbildung 3: FloDar (Fa. Marsh-McBirney) an der Brückenkonstruktion montiert



Abbildung 4: Radar (Fa. Sommer) im montierten Zustand