

MATHEJA CONSULT
Königsberger Str. 5 • 30938 Burgwedel / OT Wettmar

Stadtwerke Delmenhorst GmbH
z.Hd. Herrn Torsten Prüß
Postfach 1729

D – 27737 Delmenhorst

Betreff: Wasserrechtsverfahren WW Graften / Stellungnahme zu den Wasserständen und Abflüssen an den Pegeln im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Graften

Bezug: Arbeitsgespräch zum WRA „An den Graften“ am 21.05.2021 zur vorläufigen Stellungnahme des GLD vom 31.08.2020

Hier: Ergänzende Erläuterungen zu den messtechnisch erreichbaren Genauigkeiten bei der Abflussmessung in natürlichen Gewässerquerschnitten

Sehr geehrte Damen und Herren,

In dem o.g. Arbeitsgespräch zum WRA „An den Graften“ wurde unter dem Punkt „Ökologische Durchgängigkeit der Delme / Funktion der Fischaufstiegsanlagen bei Trockenwetterabfluss“ diskutiert, ob eine Abnahme des Abflusses von 16 l/s bezogen auf das gesamte betrachtete Gewässersystem bzw. 2 l/s in dem von der Trinkwasserentnahme betroffenen Teilabschnitt der Delme messtechnisch zu erfassen sei.

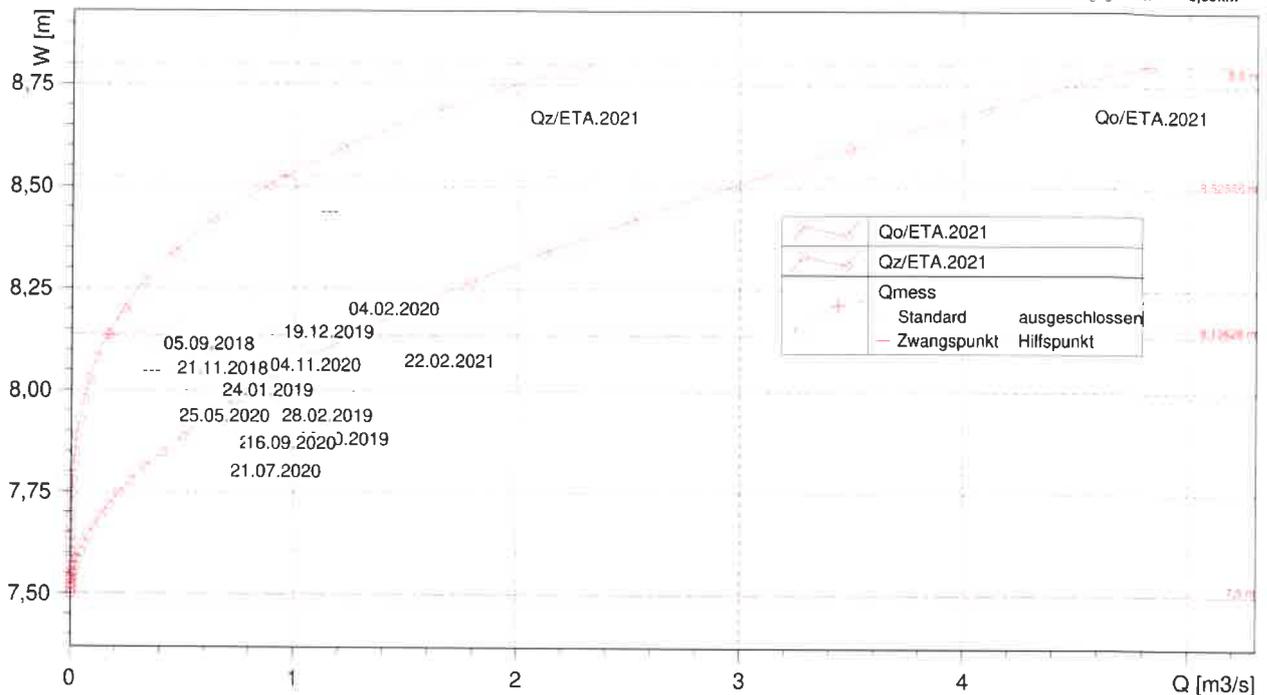
Die letztgenannte Abflussminderung von 2 l/s ist für die Fischaufstiegsanlage „Graftstau“ von Bedeutung, da die Delme der einzige Zufluss zu dieser Fischaufstiegsanlage ist.

Die beiden Fachgutachter Herrn Dr. Andreas Matheja (MATHEJA CONSULT) und Herrn Dipl.-Ing. Martin Meinken führten aus, dass derartig geringe Änderungen der Abflüsse aus praktischen und meßtechnischen Gründen nicht erfassbar seien. Es wurde vereinbart diesen Umstand näher zu erläutern.

Die praktischen Grenzen der Abflussbestimmung in natürlichen Gewässerquerschnitten sollen anhand der kurz oberhalb der Fischaufstiegsanlage „Graftstau“ gelegenen Abflussmeßstelle „Milli“ (Delme) (Anlage 2-4 unserer Stellungnahme „Wasserstände und berechnete Abflüsse an den Pegeln im Einzugsgebiet des Wasserwerkes „An den Graften“) erfolgen. Dieser Abflusspegel wurde für unsere o.g. Stellungnahme nicht ausgewertet, da die verfügbaren Abflussmessungen für die Ableitung einer belastbaren Schlüsselkurve noch nicht ausreichten. Trotzdem wird er hier verwendet, da die auftretenden Effekte die eingangs angesprochenen praktischen Einschränkungen einer Abflussmessung sehr gut dokumentieren.

In Abbildung 1 ist die aktuelle Schlüsselkurve der Abflußmeßstelle „Milli“ dargestellt.

SW Delmenhorst / Milli
Parameter Q

 Stationsnummer: **Milli** Rechtswert:
 Gewässer: **Delme** Hochwert:
 Gewässernummer: Messpunkthöhe: **0,00NN+m**
 Gewässersektion: Einzugsgebiet: **0,00km²**


Ausgedruckt: 19.04.2021 09:46:09

Seite: 1

Abbildung 1: Schlüsselkurve der Abflussmeßstelle „Milli“ in der Delme oberhalb der Fischaufstiegsanlage „Graftstau“

Es ist erkennbar, dass bei gleichen Wasserständen unterschiedliche Abflüsse auftreten können (z.B. im Bereich von Wasserständen zwischen 8,15 mPNP und 8,25 mPNP). Dies ist auf die im Gewässer auftretende Verkrautung zurückzuführen, welche den Abfluss im Sommer teilweise erheblich behindert und so bei gleichem Abfluss zu höheren Wasserständen führt.

Diesem Effekt wird durch die Anwendung des sog. ETA-Verfahren begegnet. Für die Anwendung des Verfahrens sind jährlich mehrere Abflussmessungen durchzuführen, um die sog. ETA-Faktoren zu kalibrieren, welche dann die vorhandene Schlüsselkurve im durch die Abflussmessung abgedeckten Zeitraum „anpassen“.

Es ist offensichtlich, dass der Auswahl der Zeitpunkte für eine Abflussmessung hierbei eine grosse Bedeutung zukommt, da die Abflüsse bei sich schnell ändernder Verkrautung (z.B. im Frühjahr) eine grosse Schwankungsbreite aufweisen können.

Außerdem stellt die Verkrautung für alle heute verwendeten Meßverfahren eine Behinderung dar, auch wenn dies bei der gerätetechnischen Beschreibung oftmals verneint wird. Dies liegt in der starken vertikalen und horizontalen Gliederung des Strömungsprofils begründet, die von den zugrundeliegenden Ansätzen eines ellipsoiden Strömungsbildes erheblich abweichen. Eine variable Anpassung von Transektenverfahren (z.B. durch variable Aufteilung über die Wassertiefe bzw.

variable Abstände zwischen den einzelnen Meßlotrechten) kann diesem Umstand nur teilweise gerecht werden und ist quantitativ nicht zu fassen.

Neben diesen praktischen bzw. natürlichen Einschränkungen existieren technisch bedingte Einschränkungen. Hierbei treten bereits bei der Erfassung der Wasserstände Ungenauigkeiten von +/-1cm auf. Diese Abweichungen sind in den erzielbaren Genauigkeiten der verwendeten Druckmeßdosen, aber auch in der Genauigkeit der für die Kalibrierung verwendeten Pegelablesungen bzw. Abstichsmessungen mittels Handlot begründet.

Bereits bei einer Gewässerbreite von z.B. 4 m (konservativ geschätzt für die Meßstelle „Milli“) und einer Strömungsgeschwindigkeit von 0,3 m/s entstehen so Abweichungen in der Abflussbestimmung von $4 \text{ m} \times 0,01 \text{ m} \times 0,3 \text{ m/s} = 0,012 \text{ m}^3/\text{s} = 12 \text{ l/s}$, was deutlich über den eingangs beschriebenen Werten liegt.

Für die Messung von Abflüssen werden im Untersuchungsgebiet bei sehr kleinen Wassertiefen zwischen 5 und 7 cm ein Messflügel M1 der Fa. SEBA Hydrometrie (Mini-Flügel $D=3\text{cm}$), bei Wassertiefen zwischen 7 cm und 40 cm ein magnetisch-induktiver Sensor des Typs OTT MF pro und bei Wassertiefen von mehr als 40 cm ein ADCP-Gerät vom Typ Stream Pro der Fa. RDI Teledyne eingesetzt. Unterhalb einer Wassertiefe von 5 cm erfolgen keine Abflussmessungen.

Alle Messflügelssysteme benötigen eine minimale Anströmung als „Anlaufgeschwindigkeit“ des Flügels. Diese liegt bei dem hier verwendeten System bei 2,5 cm/s. Eigene Vergleichstest mit eingebrachtem Fluoreszin haben in einer begradigten Messtrecke der Länge $L = 10 \text{ m} / B = 1 \text{ m}$ ergeben, dass die sensorisch bedingten Abweichungen im hier beschriebenen Anwendungsbereich an der unteren Grenze der Eichkurve bei 0,25 bis 0,5 cm/s liegen.

Für den magnetisch-induktiven Sensor MF pro der Fa. OTT Hydrometrie wird herstellerseitig eine Genauigkeit von +/- 2 % des Messwertes +/- 0,015 m/s für den hier relevanten Messbereich von 0-3 m/s angegeben.

Die bei einer ADCP-Messung zu berücksichtigenden Abweichungen werden von MORGENSCHWEIS (2010) mit ca. 5 % angegeben. Im Pegelhandbuch (LAWA, 2018) werden die Abweichungen mit 1 cm/s angegeben. Dies entspricht bei den üblicherweise gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten von 15 bis 30 cm/s in etwa den von MORGENSCHWEISS (2010) angegebenen Abweichungen von 5 %. Hinzu kommen methodische Einschränkungen des Verfahrens. Hierzu zählen die notwendigen Abstände von den Ufern des Gerinnes. Hier erfolgt keine direkte Messung. Die dort anzusetzenden Strömungsgeschwindigkeiten werden aus den im Hauptgerinne gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten über eine zuvor zu wählende Funktion abgeleitet. Außerdem hat der Sensor unterhalb des Messkopfes einen Totbereich in dem keine Messung erfolgen kann. Hier wird die Geschwindigkeit aus den unterhalb gemessenen Strömungsgeschwindigkeiten mit Hilfe einer Ellipsoid-Funktion abgeleitet. Gleiches gilt für den bodennahen Bereich, wo die oberhalb gemessene Strömungsgeschwindigkeit über eine vorgegebene Funktion auf „Null“ reduziert wird. Die vertikale Ausdehnung dieser Totbereiche beträgt jeweils 1-2 Messzelle. Diese haben hier eine Mindestausdehnung von 2 cm. Daher wird bei der o.g. Wassertiefe von 40 cm in einem Bereich von 32 cm der Wassersäule real gemessen.



MATHEJACONSULT

Konservativ im Sinne einer möglichst genauen Messung, liegt die technisch erreichbare Genauigkeit der hier verwendeten Messverfahren bei ca. 5%.

Da die o.g. Abschätzungen konservativ erfolgten, ist es angemessen die einzelnen Genauigkeiten zu addieren. Damit erreichen die für die Bestimmung der Abflüsse durchgeführten mobilen Abflussmessungen eine Genauigkeit von höchstens 10%.

Zusammenfassend kann daher festgehalten werden, dass eine Abflussminderung von 2 l/s im besagten Abschnitt der Delme oberhalb der Fischaufstiegsauflage „Graftstau“ 2 l/s messtechnisch nicht zu erfassen ist.

Mit freundlichem Gruß

(Dr. Andreas Matheja)

Literatur:

LAWA (2018): Leitfaden der Hydrometrie des Bundes und der Länder – Pegelhandbuch.
Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser.

MORGENSCHWEISS, G. (2010): Hydrometrie. Theorie und Praxis der Durchflussmessung in offenen Gerinnen.