

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Šulc, Jan; Žoužela, Michhal

Genaue Abflussmessung in Kanalisationsnetzen

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103993>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Šulc, Jan; Žoužela, Michhal (2002): Genaue Abflussmessung in Kanalisationsnetzen. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Innovationen in der Abwasserableitung und Abwassersteuerung. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 21. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 179-189.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Genauere Abflussmessung in Kanalisationsnetzen

Jan Šulc und Michhal Žoužela

Lehrstuhl für Wasserbau, TU Brno

Kurzfassung: Die Durchflussmessung der Flüssigkeiten ist das langjährige Interesse des Kollektives des Labors für wasserwirtschaftliche Forschung. Bei unserer Tätigkeit wird eine Reihe von Messtechniken verwendet. Zur Abflussmessung der Abwässer können auch die einfach realisierbaren Rinnen oder Überfälle ausgenutzt werden, die an die Strom- und geometrischen Randbedingungen der Kanalisationsnetze angepasst sind. Diese Messgeräte sind nach der Installation in den Messquerschnitt mit Hilfe der hydrometrischen Verfahren oder in den Laborstrecken kalibriert.

Abstract: The discharge measurement in sewerage networks allows an increasing accuracy and reliability of basic hydraulics working or designing parameters. The data acquisition guarantees, in the real time conditions, correct discharge - time analysis. The discharge measurement of waste and rainwater is usually realised in open channel, at the bottom of sewer or in observing underground shafts. The discharge is often extremely varied ($Q_{\max}/Q_{\min} \sim 100 \div 1000$). For correct analysis of measurement and reliability of results it is recommended to use thin-plate weirs or flumes. In real flow, and especially geometric boundary conditions, it is necessary to use atypical (non-normalised) gauging weir. For correct Q/h characteristics definition calibration on measuring flumes or circuits in hydraulics laboratories is recommended. Some types of gauging constructions developed in laboratory of the authors of this article are presented in this paper.

1 Einleitung

Bei der Abflussmessung in Kanalisationsnetzen treffen wir spezifische Strom- und geometrische Randbedingungen. Die Messung müsste bei den sehr kleinen Wassertiefen durchgeführt werden, wobei die Geschwindigkeiten bei diesen Verhältnissen sehr klein sind (gewöhnlich unter $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Bei diesen Bedingungen ist die Messung meistens sehr kompliziert, manchmal sogar unmöglich. Für die Messung können sowie die hydrometrischen Flügel als auch das Geschwindigkeitsflächenverfahren, sogenannte „ $v \times S$ Methode“ nicht verwendet werden.

Trotzdem sind die Messungen relativ einfach durchführbar. Eine gute Lösung bieten die klassischen hydraulischen Messprinzipie an, die die Q/h Charakteristik des Messgerätes ausnutzen. Zu diesen Messgeräten gehören vor allem die Messrinnen und Messüberfälle.

Sie haben folgende Vorteile:

- eine relativ einfache Durchführung;
- niedrige Kosten- und Betriebsaufwände;
- eine relativ einfache Kalibrierung in einem Messquerschnitt oder in der Laborstrecke.

Zu den Nachteilen gehören:

- eine Ablagerung der Sedimente in der Strecke vor dem Messquerschnitt;
- ein Rückstau in Oberwasser mit entsprechender Retardation der vor allem maximalen Durchflüsse;
- Schwierigkeiten mit dem Einsatz im aggressiven Abwasser oder im Wasser, wo eine Inkrustation droht;
- Schwierigkeiten mit der Wasserdichtung bei der Installation.

Für ihre optimale Ausnutzung, bei der gleichzeitigen Verminderung der Nachteile, ist es notwendig, diese Geräte gemäß den in einem Messquerschnitt konkreten Strom- und geometrischen Randbedingungen zu entwerfen.

2 Atypische Einbauten

Bei solchem Entwurf entstehen dann die atypischen Einbauten (Messrinnen und Messblenden), die in den Abbildungen dargestellt werden.

In der Abbildung 1. ist eine Messrinne dargestellt, die für die Abflussmessung in kreisförmigen Kanälen verwendbar ist. Diese Messrinne ist (z. B. in einen Schacht) als eine kompletter Einbau senkrecht ins fließende Abwasser ohne zusätzliche Dichtung einfach zu installieren. Sie minimalisiert auch die Verlusthöhe bei der Erhaltung der genügenden Abflusskurvesteilheit, was für die Messgenauigkeit des Systems erforderlich ist. Die Rinne kann auch in den

Messquerschnitten mit einer relativ großen Spanne der Durchflüsse (Verhältnis Q_{\max}/Q_{\min} ist groß) verwendet werden. Wegen dieser Forderung wurde eine in der Abbildung 3 dargestellte Messrinne mit einer scharfkantigen Blende entworfen. Diese Rinne wurde bei der Messung von sauberem Wasser verwendet, wobei die korrekte Abflussmessung bis zum Verhältnis $Q_{\max}/Q_{\min} = 100$ erreichbar ist. Man kann auch berührungslose Ultraschallhöhenmessungen beobachten.

In einigen Fällen treten die Situationen auf, wenn am Ende des Kanalisationsnetzes kein Messsystem installiert ist. Dann wird für die Bestimmung der Abflussmenge die sog. einmalige vorübergehende Messung genutzt. Nach dem tschechischen Wassergesetz sollte die Messung bei den mittleren Durchflussverhältnissen durchgeführt werden, wobei die während der Niederschläge festgestellten Messungen auszuschließen sind. Die Messung wird gewöhnlich zweimal pro Jahr durchgeführt und dauert meistens eine Woche.

In diesen Fällen ist es selbstverständlich möglich, bei der Abflussmessung die verschiedenen Messblenden, wie z. B. Poleni- oder Dreiecküberfälle, zu verwenden. Bei ihren Anwendungen entstehen jedoch verschiedene Probleme, vor allem mit der Dichtung.

Sehr vorteilhaft ist die Anwendung der mobilen Messblenden, die in den Abbildungen 5 und 6 dargestellt sind. Diese Messblenden sind in sehr kurzer Zeit installierbar. Sie werden auch für ungewöhnliche geometrische Randbedingungen verwendet (siehe Abbildung 7). Es handelt sich um die Messblenden, die für die Abflussmessung des Abwassers in den eiförmigen Kanalisationsstrecken eingesetzt werden können.

Bei der Messung in sehr aggressiven Abwässern zeigte sich, dass es günstig wäre, die Blende verändern zu können. Die Blende wird dann an die Tragkonstruktion geschraubt und bei der Beschädigung kann sie einfach ersetzt werden (siehe Abb. 6). Diese Lösung kann in jenen Fällen erfolgreich ausgenutzt werden, wo die Durchflussverhältnisse nicht bekannt sind. Dann ist es möglich, die Blende ohne große Probleme durch eine mit anderer Abflusskurve zu ersetzen.

Es ist zu sagen, dass die beschriebenen Konstruktionen aus Edelstahl hergestellt sind.

Eine klassische einmalige Messung kann man in Abbildung 8 beobachten. Am Ende des Kanals ist eine Messblende eingesetzt, wobei die Überfallhöhenmessung mit Hilfe eines Q-Loggers (Drucksonde) sichergestellt wird.

3 Kalibrierung der Messgeräte

Die Kalibrierung der oben genannten Messgeräte kann mit zwei Verfahren durchgeführt werden, wobei eine sogenannte metrologische Rückverfolgbarkeit an den Messgeräten mit höher Messgenauigkeit sichergestellt werden muss.

Die Kalibrierung kann

- in der Messstrecke des Labors oder
- in situ nach der Installation in den Messquerschnitt erzielt werden.

Die Kalibrierung in der Laborstrecke hat einige Vorteile. Die Abflusskurvenbestimmung kann man bei vielen Messständen sowie für sehr kleine als auch für große Durchflussmenge durchführen, wobei die Einstellung und Messung des Durchflusses sehr genau ist (siehe Abb. 2 und 4) und die Rückverfolgbarkeit ist auch sicher zu stellen. Das kalibrierende Messgerät ist an die Labormessüberfälle, die MID oder ans Volumenverfahren metrologisch angeknüpft. Die hydraulische Messgenauigkeit der auf diese Art durchgeführten Kalibrierung ist um 3 %. Bei der Abflusskurvenbestimmung können selbstverständlich die Gesetze der Modellähnlichkeit ausgenutzt werden, und die entsprechenden hydraulischen Parameter sollten aus dem Prototyp nach der Realität überrechnet werden.

Die Kalibrierung in der Laborstrecke hat jedoch auch Nachteile. Vor allem sollte das ganze System gemeinsam kalibriert werden. Das System besteht (nach der Installation in den Messquerschnitt) aus eigener Messkonstruktion und aus dem Messgerät für die Höhenmessung (Überfallhöhenmessung), das bei der Kalibrierung im Labor meistens fehlt. Das nächste Problem liegt in der Simulation der Stromrandbedingungen, die nach der Installation des Messgerätes vor und hinter dem Messquerschnitt herrschen. Diese Umstände können wesentliche Abweichungen des Durchflusses von der festgestellten Abflusskurve verursachen.

Die Lösung dieser Probleme liegt in der Kalibrierung in situ, nach der Installation in den Messquerschnitt. Eine Rückverfolgbarkeit ans Messgerät mit höherer Messgenauigkeit sollte dann mit Hilfe der hydrometrischen Messung im Messquerschnitt erzielt werden. Bei diesem Eingriff ist das ganze System (Messkonstruktion gemeinsam mit Höhenmessgerät) bei den konkreten Stromrandbedingungen kalibriert. Ein Nachteil ist, dass die Kalibrierung im ganzen Messbereich der Durchflüsse, also von Q_{\min} bis Q_{\max} , kaum durchgeführt werden kann. An den Kläranlagen ist der Abfluss in einem beschränkten Bereich

regulierbar, jedoch in Kanalisationsnetzen ist die Regulierung praktisch ausgeschlossen.

Es ist also empfehlenswert, bei der praktischen Ausnutzung des Messsystems die beiden Herantreten bei der Kalibrierung zu verwenden, so dass im Labor festgestellte Abflusskurve in situ in der Regel in zwei oder drei ihren Punkten bestätigt wird. Dann ist sichergestellt, dass die Messung korrekt und genügend genau ist, und die Messunsicherheit in der Bestimmung des Durchflusses liegt gewöhnlich beim Vertrauensniveau von 95 % bis 5 %.

4 Anmerkungen zur Überfallhöhenmessungen

Für die Messung der Tiefe oder Überfallhöhe werden meistens die

- Drucksonden oder
- Ultraschallsonden verwendet.

Bei der Entscheidung, was für welche Sonde zur Messung ausgenutzt werden sollte, ist es erforderlich, die konkreten Umstände im Messquerschnitt zu berücksichtigen.

Drucksonden sind günstig in den Fällen, wo auf dem Wasserspiegel der Schaum entstehen kann, also die Messung mit Hilfe des Ultraschallprinzips ausgeschlossen ist.

Die Überfallhöhemessung mit Hilfe der Ultraschallsonde ist allgemein mehr verbreitet, vor allem zusammen mit den fest installierten Messgeräten. Meistens ist die Messung problemlos. Trotzdem gibt es Fälle, wenn die Messung nicht korrekt sein könnte. Es handelt sich um Situationen, wenn am Ultraschallsensor das Wasser kondensiert, oder die Messung wird in dichtem Dampf durchgeführt. Dann kann das System grobe Fehler aufweisen.

5 Zusammenfassung

Die Abflussmessung in Kanalisationsnetzen bringt spezifische Probleme mit. Für eine genaue Messung ist es vorteilhaft, die atypischen Einbauten zu verwenden, die das Extremalprinzip (Q/h Charakteristik) ausnutzen. Bei der Kalibrierung dieser Einbauten (das ganze System) sollten am besten beide Verfahren verwendet werden, d. h. die Kalibrierung in der Laborstrecke und die

Kalibrierung nach der Installation in den Messquerschnitt. Mit der Anwendung dieser speziellen Einbauten kann eine günstige Messgenauigkeit bis 5 % erzielt werden, wobei beim guten Entwurf diese Einbauten im Laufe großer Schwankungen der Durchflüsse gut dienen können. Für die Höhenmessung sollten die Druck- oder Ultraschallsonden eingesetzt werden.

6 Literaturverzeichnis

- Hassinger, R. (2000). Problematik der Durchflussmessung in Abwasseranlagen. Online-Messung in Kanalisationsnetzen, Erfahrungen und Möglichkeiten zur Abfluss- und Parametermessung. Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, **38**, Bochum, 31- 46.
- ISO 9826 Durchflussmessung von Flüssigkeiten in offenen Gerinnen. Parshall und SANIIRI Kanäle
- ISO 1438-1 Wasserdurchflussmessung in offenen Gerinnen mittels Wehren und Venturikanälen

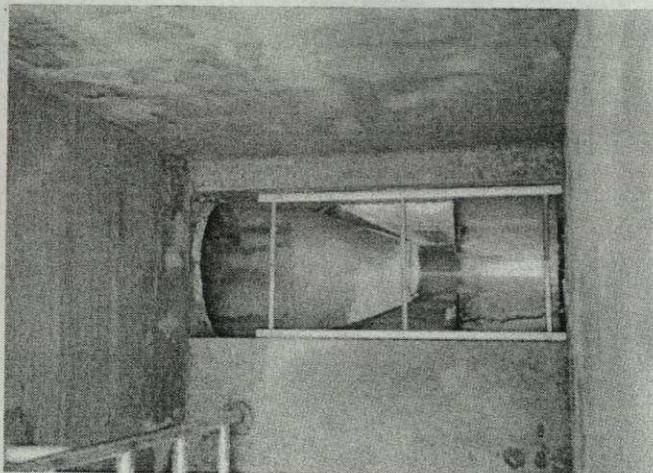


Abbildung 1: Messrinne im Kanalisationsschacht

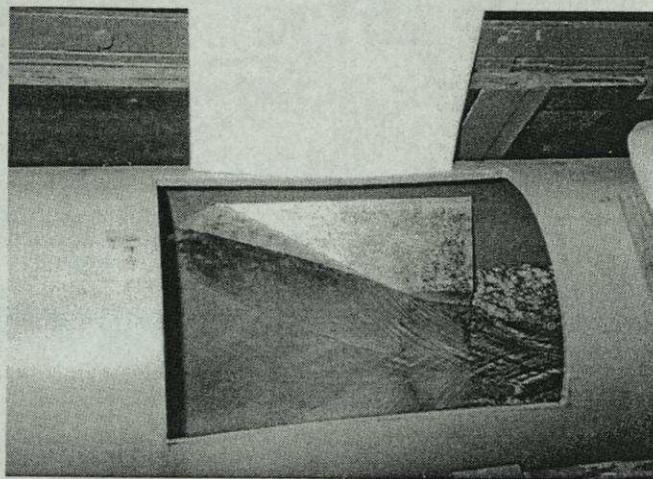


Abbildung 2: Kalibrierung der Rinne in Laborstrecke

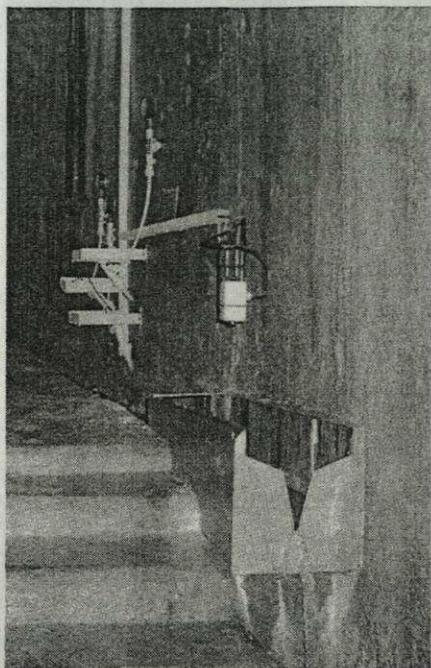


Abb. 3: Messrinne mit scharfkantiger Blende und berührungsloser Ultraschallsonde

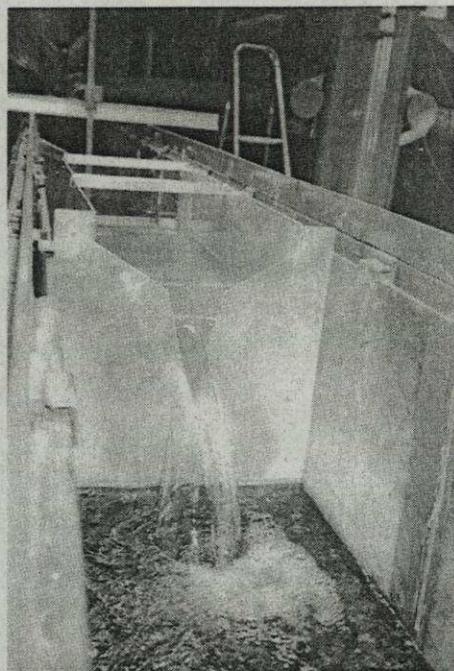


Abb. 4: Kalibrierung der Rinne in Laborstrecke

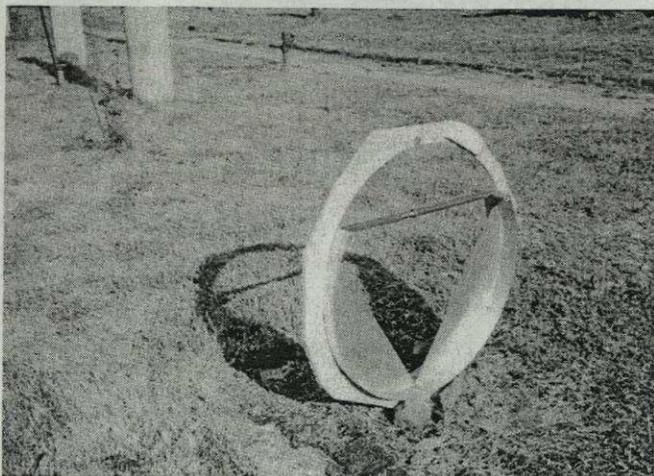


Abbildung 5: Messblenden für einmalige Messungen

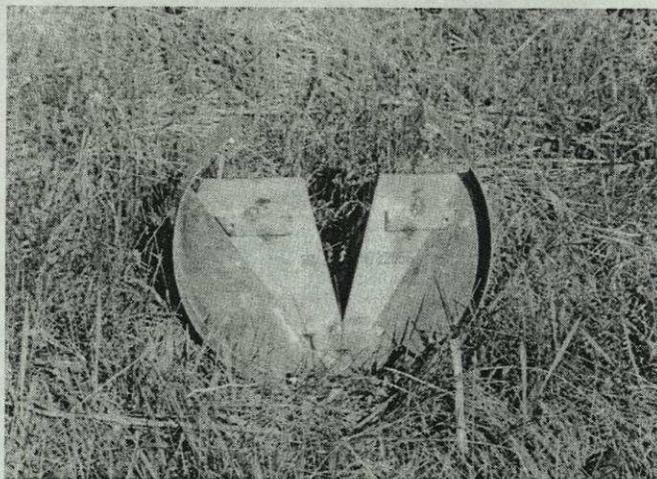


Abbildung 6: Eingeschraubte Messblende

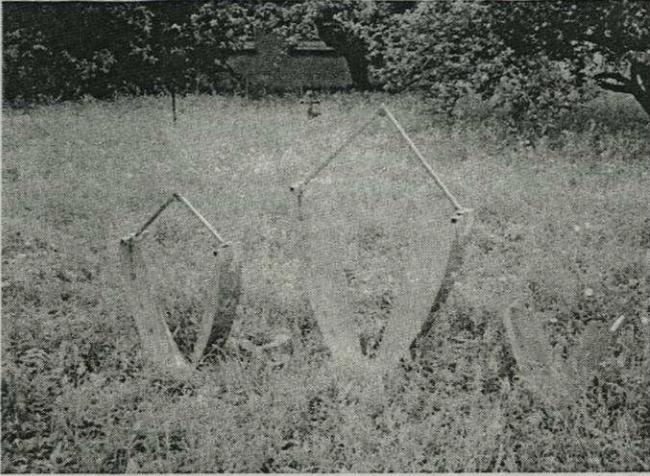


Abbildung 7: Messblenden für eiförmige Strecke

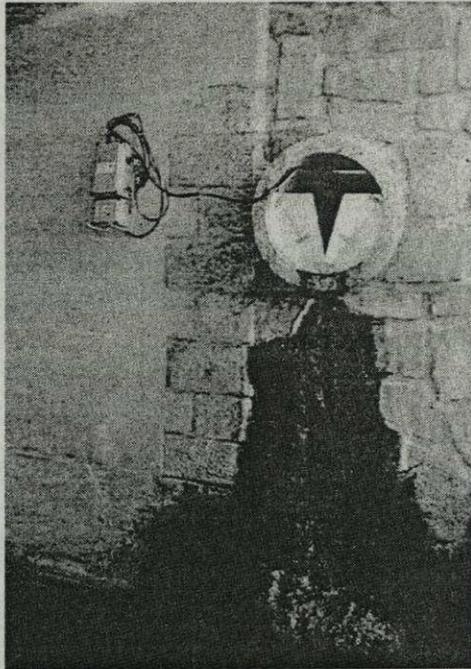


Abbildung 8: Einmalige Messung am Ende der Kanalisation, Messung von Überfallhöhe mit Hilfe des Q-Loggers

Autoren:

Doc. Ing. Jan Šulc, CSc.

Laboratoř vodohospodářského výzkumu
FAST VUT v Brně, Veveří 95,
662 37 Brno, Česká Republika

Tel.: ++42 – 0541147286

Fax: ++42 – 0541147288

E-Mail: Šulc.J@fce.vutbr.cz

Ing. Michal Žoužela

Laboratoř vodohospodářského výzkumu
FAST VUT v Brně, Veveří 95,
662 37 Brno, Česká Republika

Tel.: ++42 – 0541147286

Fax: ++42 – 0541147288

E-Mail: Zouzela.M@fce.vutbr.cz