

# Unterschiedliche Konzepte und Erfahrungen mit Kanal-Online-Messstationen

DI Dr. **G. Gruber**, Technische Universität Graz, Graz

Univ.-Prof. DI Dr. H. Kainz, Technische Universität Graz, Graz

DI A. Pressl, Universität für Bodenkultur Wien, Wien

DI W. Sprung, Magistrat Graz, Kanalbauamt, Graz

DI N. Flamisch, Büro Flamisch, Wien

## Kurzfassung

Der bisherige Kenntnisstand über die Stofftransporte in und aus Mischwasserkanälen basierte zumeist auf den Ergebnissen herkömmlicher Probenahmestrategien. In Graz, Wien und Lyon werden seit einiger Zeit Kanal-Online-Messstationen betrieben, die es erlauben, die Stofftransporte in und die Stoffausträge aus Mischwasserkanälen mit einer hohen zeitlichen Auflösung zu erfassen. Dabei kommen zwei unterschiedliche Konzepte zum Einsatz. Im Beitrag werden die Vor- und Nachteile der beiden Konzepte gegenübergestellt sowie eine für Graz ausgewertete Periode mit bisherigen Untersuchungen in Deutschland verglichen.

## 1. Einleitung

Während der Informationsstand auf den Kläranlagen bezüglich der quantitativen und qualitativen Belastungen mit Schmutzstoffen auf Grund der regelmäßigen Eigen- und Fremdüberwachungen und auf Grund von vielerorts bereits installierter Online-Messtechnik heutzutage als sehr gut zu bezeichnen ist, wissen wir über die Dynamik der Stoffströme in und aus unseren Mischwasserkanälen nach wie vor noch sehr wenig.

Eine gezielte Mischwasserbewirtschaftung erfordert für die Dimensionierung von Bauwerken, für Modellsimulationen und zur Erfolgskontrolle und Überwachung den verstärkten Bedarf von Daten über die Variabilitäten in und aus den Mischwasserkanälen bzw. Kläranlagen sowie in den Vorflutern.

Die Gewinnung von Messdaten aus Kanälen ist naturgemäß auf Grund der vorherrschenden Randbedingungen sehr schwierig und beschränkte sich in der Vergangenheit zumeist auf herkömmliche Probenentnahme und nachfolgender Laboranalytik. Die Gründe dafür sind bekannt und vor allem auf die technischen und organisatorischen Schwierigkeiten bei der Durchflussmessung und der Probenahme in Abwasserkanälen zurückzuführen [1].

Dieser Mangel an repräsentativen und auf einer breiten Datenbasis beruhender Messdaten aus Kanalisationsanlagen wird von der Fachwelt mit Recht beklagt [2] und war auch der

Ausgangspunkt für das im Jahr 2001 von der ATV-DVWK geförderte Projekt „Aufbau, Vergrößerung und Verfestigung eines Datenpools weltweit gemessener Verschmutzungskonzentrationen von Trocken- und Regenwetterabflüssen in Misch- und Trennkanalisationen“ [3].

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurden private und universitäre Literaturbestände sowie die internationale Datenbank ESPM (Environmental Science and Pollution Management) [4] im Zeitraum zwischen Anfang 1968 und Ende 2001 nach geeigneten Quellen durchsucht, mehr als 3000 Studien gesichtet und die für brauchbar befundenen Messdaten in einer Datenbank digital zusammengefasst. Dabei stehen hinter jeder Konzentrationsangabe in der Datenbank im Mittel 439 Einzelmessungen, aus denen meistens das frachtgewogene Mittel ermittelt wurde. Damit liegen nun erstmalig für 34 bedeutende Abwasserinhaltsstoffe weltweite statistische und grafische Auswertungen vor.

So umfassend der ATV-DVWK-Datenpool in seiner Art auch ist, erlaubt er auf Grund der unterschiedlichsten örtlichen und geografischen Abhängigkeiten nur in den seltensten Fällen eine direkte Übertragbarkeit seiner Daten. Er liefert jedoch für die zu erwartende Bandbreite an möglichen Konzentrationsniveaus eine erste wertvolle Abschätzung.

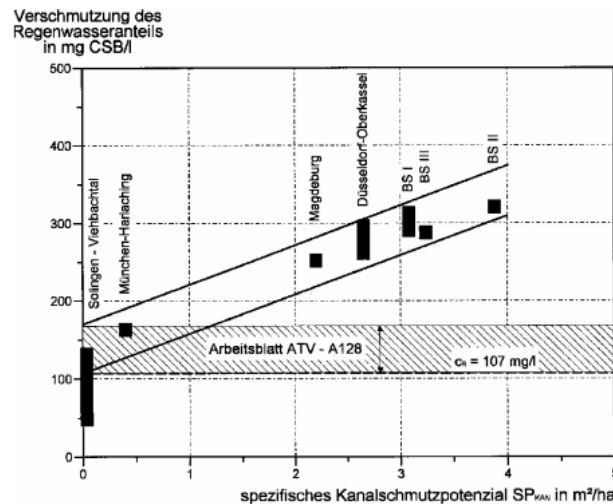
Wie groß zum Beispiel der Einfluss von örtlichen Unterschieden auf das Schmutzfrachtpotential des Regenwasseranteils im Mischwasserabfluss sein kann, zeigen die umfangreichen Untersuchungen in Braunschweig [5, 6]. Ein Vergleich dieser Untersuchungen mit anderen in Deutschland durchgeführten Untersuchungen in Mischwasserkanälen zeigte nämlich sehr deutlich, dass in flach verlegten Kanalnetzen mit deutlich höheren Verschmutzungen gerechnet werden muss als in steileren.

Dabei basieren die Erkenntnisse zur Regenwasserverschmutzung in Mischwasserkanälen, wie sie in das dzt. in Deutschland und auch in Österreich angewandte ATV Arbeitsblatt A 128 [7] Eingang gefunden haben, im Wesentlichen auf zwei Untersuchungen in steiler geneigten Kanalnetzen in München-Harlaching [8] und Stuttgart-Büsnau [8, 9].

Abbildung 1 zeigt die von Macke et al. [6] gegenübergestellten Verschmutzungen des Regenwetteranteils in mg CSB/l von einigen in Deutschland durchgeführten Untersuchungen in Kanalnetzen. Darin sind mit BS I, BS II und BS III die Braunschweiger Untersuchungen aus den 3 relativ flachen Untersuchungsgebieten (1-3 ‰) dargestellt.

Das im Zeitraum von 1988 bis 2000 in Braunschweig betriebene Messprogramm umfasste Messungen zum Niederschlag, zu Wasserständen und Abflüssen im Kanalnetz sowie umfangreiche Probenahmen bei Trockenwetter- und Mischwasserabfluss und dürfte in Zentraleuropa hinsichtlich seines Umfangs und seiner Dauer bis dato einzigartig gewesen sein. Insgesamt wurden dabei an den drei Probenahmestellen ca. 500 Mischwasser-

abflussereignisse in ihrem Verlauf vollständig beprobt. Zusammen mit 32 beprobten Tageszyklen mit Trockenwetterabfluss wurden ca. 12.000 Einzelproben mit ca. 40.000 Einzelanalysen zu Verschmutzungsparametern gezogen. Neben den Leitparametern CSB und AFS wurden dabei noch regelmäßig weitere chemisch-physikalische Kenngrößen sowie einige Schadstoffparameter aus dem Nährstoffkomplex bestimmt.



**Abbildung 1** Mittlere CSB-Verschmutzung im Regenwasseranteil verschiedener Mischwasserkanalnetze in Abhängigkeit vom spezifischen Kanalschmutzpotenzial (Macke et al., 2002)

Fast alle bekannten und publizierten Konzentrationsmessungen in Kanälen beruhen bislang auf konventioneller Beprobung mit Probenahmegeräten und anschließender Laboranalyse. Dabei bilden die aus diskontinuierlichen Mischproben und Laboranalysen erhaltenen Konzentrationsverläufe die tatsächliche Variabilität im Kanal sicherlich nur sehr unzureichend ab. Außerdem ist der Personal- und Zeitaufwand für ihre Erfassung sehr aufwendig.

## 2. Kanal-Online-Messstationen

Im Rahmen des interuniversitären Forschungsprojektes „Innovative Messtechnik in der Wasserwirtschaft (IMW)“ [11] wurden von der TU Graz in Graz und in Wien im Bereich von Mischwasserentlastungen zwei Kanal-Online-Messstationen errichtet und werden nun seit Oktober 2002 bzw. November 2004 kontinuierlich betrieben. Hauptziel dieser beiden Messstationen ist es, Wasserqualitäten und -mengen bei unterschiedlichen Abflussverhältnissen mit einer hohen zeitlichen Auflösung zu erfassen. Daneben werden mit den beiden Messstationen auch die abgeschlagenen Schmutzfrachten in die Vorfluter [13], die Dauer und die Häufigkeiten der Entlastungsereignisse sowie zum Teil auch die Wasserqualität im Vorfluter kontinuierlich gemessen.

Auch das INSA in Lyon betreibt im Rahmen seines OTHU (Field Observatory for Urban Drainage) long-term Research Project seit 2001 fünf Kanal-Online-Messstationen in vier verschiedenen Einzugsgebieten in Lyon. Gemessen werden in Lyon der pH-Wert, die Leitfähigkeit, die Temperatur und die Trübe. An einer Messstation in Ecully werden zusätzlich auch noch Spektrometer-Äquivalenzkonzentrationen ( $CSB_{eq}$  und  $TSS_{eq}$ ) und der CSB mit einem automatischen Analysator bestimmt [14].

Dabei kommen zwei vollkommen unterschiedliche Konzepte zum Einsatz. Während in Graz ein Großteil der Sensoren direkt im Kanal eingebaut ist, sind in Wien und Lyon alle Sensoren zentral in einem kleinen Durchlaufbehälter außerhalb des Kanals installiert.

Zentraler Sensor für die Erfassung der Kohlenstoff- und Feststoffkonzentrationen an den zwei österreichischen Kanal-Messstationen und an der Messstation in Ecully ist ein tauchfähiger, ATEX zertifizierter UV/VIS-Spektrometer der Fa. s::can® aus Wien. Daneben werden in Graz und Wien auch die Parameter  $NH_4-N$ , K,  $NO_3-N$  und der pH-Wert mit ionenselektiven Sonden der Firma Nadler aus der Schweiz sowie die Leitfähigkeit und die Temperatur mit einem Standardintervall bei Trockenwetter von 3 Minuten und im Mischwasserfall von 1 Minute kontinuierlich gemessen und in eine zentrale Datenbank übertragen und gespeichert.

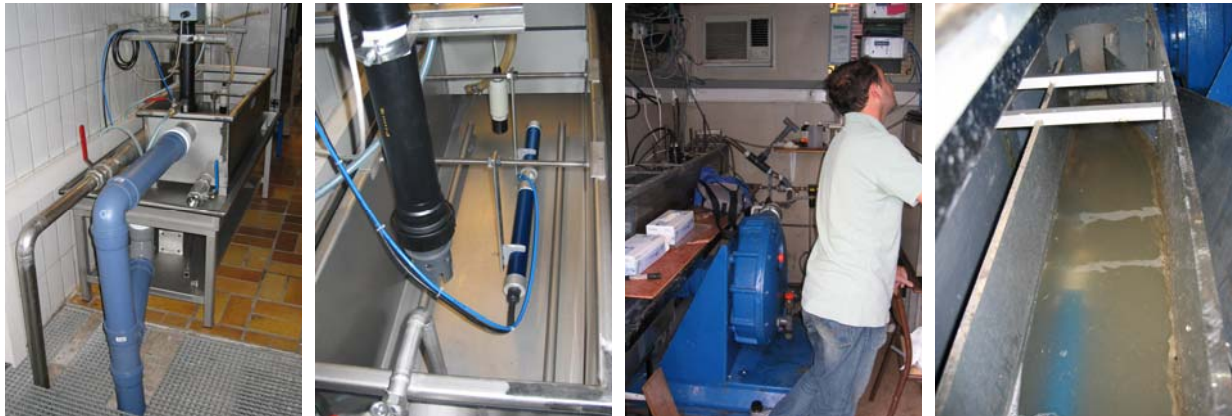
An der Messstation Graz ist der Spektrometer schwimmend in einem Ponton im Bereich einer Mischwasserentlastung direkt im Kanal installiert. Fixiert wird der Ponton mit mehreren Stahlseilen, die auch das Zurückfinden des Pontons in die Schmutzwasserrinne gewährleisten. Abbildung 2 zeigt den schwimmenden Ponton, in dessen Kiel der UV/VIS-Spektrometer untergebracht ist, an der Kanal-Messstation Graz bei unterschiedlichen Abflussverhältnissen im Kanal.



**Abbildung 2** Schwimmender Ponton mit dem UV/VIS-Spektrometer an der Kanal-Messstation Graz bei unterschiedlichen Abflussverhältnissen im Kanal

Im Unterschied dazu sind die Sensoren in Wien und Lyon alle in Probendurchlaufbehältern außerhalb des Kanals untergebracht. In Wien befindet sich der Behälter in einem ständig mit Personal besetzten Pumpwerk, wohingegen er in Lyon in einem Messcontainer neben einer Straße untergebracht ist. In Wien erfolgt die Probenförderung in den Probendurchlauf-

behälter mit einer Schneideradpumpe, in Lyon mit einer Peristaltikpumpe. Die beiden Pumpen wurden dabei auf einen Förderstrom mit einer durchschnittlichen Fließgeschwindigkeit von 1 m/s ausgelegt (2 l/s in Wien und 1 l/s in Lyon). Abbildung 3 zeigt Bilder der beiden unterschiedlichen Bypass-Installationen in Wien und Graz.



**Abbildung 3** Bypass-Installationen in Wien (zwei rechte Bilder) und Lyon (zwei linke Bilder)

Die Peristaltikpumpe hat gegenüber der Schneideradpumpe 2 wesentliche Vorteile: Die Abwassermatrix wird im Gegensatz zur Schneideradpumpe nicht wesentlich verändert, wogegen das Rohabwasser durch die Schneiderräder doch eine Art Homogenisierung erfährt. Zum Zweiten hat die Peristaltikpumpe im Betrieb den großen Vorteil, dass sie periodisch auch verkehrt betrieben werden kann, um damit z.B. Verzopfungen am Ansaugbereich regelmäßig freizuspülen. Auf der anderen Seite ist der Anwendungsbereich der Peristaltikpumpe auf Grund ihrer physikalischen Saughöhenbegrenzung von 8-9 m limitiert, wohingegen die maximale erzielbare Druckhöhe einer Schneideradpumpe nur von ihrer Kennlinie abhängt. Da die Druckhöhe in Wien über 10 m beträgt, musste hier eine Schneideradpumpe verwendet werden. In Tabelle 1 werden die beiden unterschiedlichen Installationsvarianten in Abhängigkeit ihrer Einsatzdauer gegenübergestellt.

**Tabelle 1** Gegenüberstellung von Ponton- und der Bypass-Installationen in Abhängigkeit der Einsatzdauer

Messeinsatz	Ponton-Installation	Bypass-Installation
Langzeiteinsatz	empfohlen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor-Position direkt im Abwassermedium im Kanal (schwimmendes Ponton)</li> <li>• keine Probenförderung aus dem Kanal erforderlich</li> <li>• keine zeitliche Verzögerung durch die Probenförderung</li> <li>• Messbedingungen sind insbesondere bei Mischwasserabfluss sehr instabil und eine ständige Gefahr für die Sensoren</li> </ul>	empfohlen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor-Position in einem Probendurchlaufbehälter außerhalb der Kanalisation</li> <li>• kontinuierliche Probenförderung aus dem Kanal erforderlich</li> <li>• zeitliche Verzögerung durch die Probenförderung vorhanden</li> <li>• Messbedingungen für die Sensoren sind sehr stabil und konstant, solange die Probenförderung zuverlässig funktioniert</li> </ul>

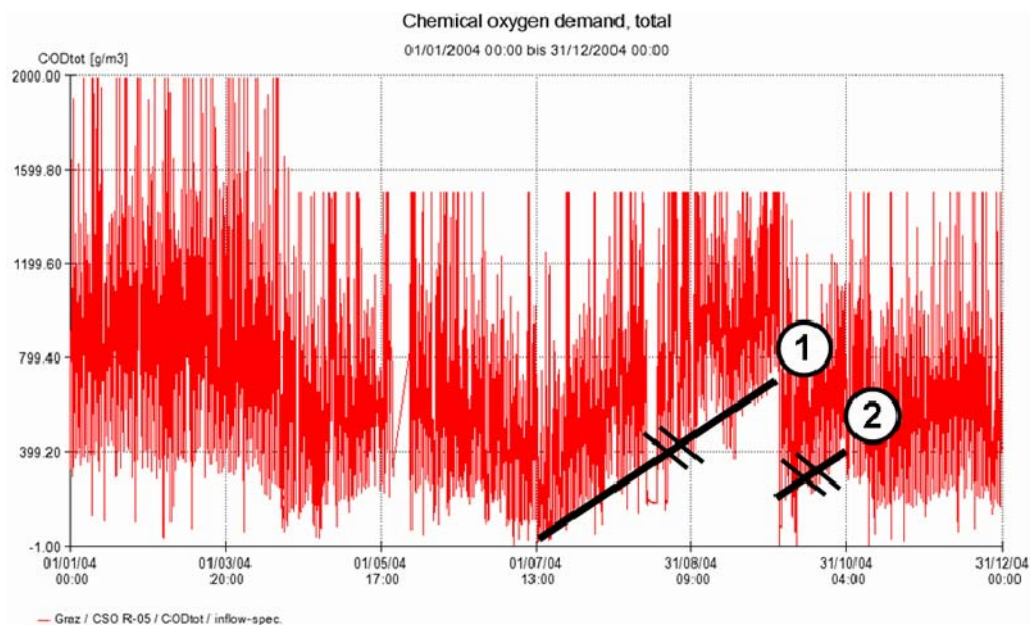
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahr einer Sensorbeschädigung ist hoch</li> <li>• geringerer Energiebedarf</li> <li>• Nur der Ponton muss gewartet und vor etwaigen Verzopfungen befreit werden, was über einen Seilzug relativ leicht möglich ist</li> <li>• Optischer Messpfad der Sonde muss im Kanal gereinigt werden</li> <li>• Bei Trockenwetter wird sohnnahe, bei Mischwasserabfluss oberflächennahes Abwasser gemessen</li> <li>• Regelmäßiger Zugang in den Kanal zum Ponton erforderlich</li> <li>• Kernbohrungen für den Ansaugschlauch, ein Datenkabel, eine Luftleitung und Reinwasserleitung erforderlich</li> <li>• Luftkompressor für die automatische Reinigung des Messfensters erforderlich</li> <li>• Luftdruckspülung ist im Kanal und im Ponton schwieriger zu kontrollieren</li> <li>• Messcontainer empfohlen</li> <li>• Keine Biofouling-Probleme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefahr einer Sensorbeschädigung ist gering</li> <li>• höherer Energiebedarf</li> <li>• Sowohl der Ansaugpunkt des Bypasses als auch der Probendurchlaufbehälter müssen regelmäßig gewartet und vor etwaigen Verzopfungen bzw. Sedimentationen befreit werden</li> <li>• Optischer Messpfad der Sonde kann relativ leicht im Container gereinigt werden</li> <li>• Bei kontinuierlichem Bypass-Betrieb wird immer nur sohnnahe Abwasser gefördert und gemessen</li> <li>• Zugang zum Ansaugpunkt im Kanal erforderlich (weniger häufig)</li> <li>• Kernbohrungen für den Ansaugschlauch vom Messcontainer in den Kanal erforderlich</li> <li>• Luftkompressor für die automatische Reinigung des Messfensters erforderlich</li> <li>• Luftdruckspülung ist im Messcontainer relativ leicht zu kontrollieren</li> <li>• Messcontainer unbedingt erforderlich</li> <li>• Biofouling-Vorgänge im Ansaugschlauch</li> <li>• Q-Messung im Bypass empfohlen</li> </ul>
Kurzzeiteinsatz	empfohlen <ul style="list-style-type: none"> <li>• kein Messcontainer und keine Pumpe erforderlich</li> <li>• automatische Luftdruckreinigung mit einer Druckluftflasche möglich</li> </ul>	nicht empfohlen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messcontainer, Pumpe und Luftdruckreinigung erforderlich</li> </ul>

Die bisherigen Langzeiterfahrungen in Graz und in Wien haben gezeigt, dass die Bypass-Installation eindeutig wartungsintensiver ist als die Ponton-Installation, da bei ihr sowohl der Pumpenansaugbereich als auch der Probendurchlaufbehälter zu Verzopfungen neigen und daher regelmäßiger zu warten sind als der Ponton. Hinzu kommt, dass es bei der Ponton-Installation noch weiteres automatisierbares Verbesserungspotential gibt, was die Wartungseinsätze weiter reduzieren würde. So ließen sich durch ein regelmäßiges automatisches Anheben des Pontons größere Verzopfungen weitestgehend präventiv verhindern.

Für den Langzeiteinsatz sollten alle Kanalmessstationen unbedingt mit ATEX zertifizierten, am besten digitalen Video-Überwachungssystemen ausgestattet sein. Diese erlauben zum einen das regelmäßige Kontrollieren des Zustandes der Messstation und zum anderen auch das ereignisgesteuerte digitale Aufnehmen von besonderen Ereignissen.

Größte Sorgfalt ist im Langzeitbetrieb auch auf ein regelmäßiges Spülen der Sensoren zu legen. In den meisten Fällen geschieht das regelmäßige Reinigen der Sensoren mit auf 2 bis 5 bar komprimierter Luft. Bei geschlossenen Bypass-Installationen sollte die Spülung mit

Reinwasser erfolgen. Abbildung 4 zeigt die Auswirkungen einer nicht mehr funktionierenden Druckluftspülung an der Messstation Graz. Durch einen von außen leider nicht einsehbaren Bruch der Druckluftleitung im Ponton wurde das Messfenster über eine Periode von 3 Monaten nicht mehr regelmäßig gespült. Dadurch bildete sich am Messfenster ein immer stärker werdender Belag, der zu einer Drift der Messwerte führte, welcher sehr deutlich am Verlauf der Nachtminima in Abbildung 4 erkennbar ist. Nachdem die Druckluftleitung repariert wurde, vergaß man leider den Kompressor zu aktivieren, wodurch sich sofort wieder dieselbe Drift der Messwerte einstellte.



**Abbildung 4** CSB<sub>eq</sub>-Drift zufolge einer gebrochenen Druckluftleitung im Ponton (1) und in Folge eines nicht aktivierten Kompressors an der Kanalmessstation Graz

### 3. Vergleich von Ergebnissen der Kanalmessstation Graz mit Paralleluntersuchungen in deutschen Mischwasserkanälen

Wie eingangs bereits erwähnt, zeigen vergleichende Untersuchungen von Macke et al. [6] zum Schmutzfrachtpotenzial des Regenwasseranteils in Mischwasserkanälen sehr deutlich, dass in flach verlegten Kanalnetzen mit deutlich höheren Verschmutzungen gerechnet werden muss als in steileren. Dabei erschwert das Zusammenspiel der komplexen Prozesse wie Bildung und Remobilisierung von Kanalablagerungen und Sielhaut die Übertragbarkeit der Ergebnisse einzelner Untersuchungen auf andere Gebiete.

Die Auswertung der dreimonatigen Periode Mai – Juli 2003 für das Untersuchungsgebiet Graz erlaubt einen Vergleich mit den Untersuchungen in Braunschweig, München und Stuttgart (Tabelle 2).



**Tabelle 2** Vergleich der wichtigsten Kenndaten der Untersuchungsgebiete mit Mischwassernetzen nach Macke et al. [6] ergänzt um das Untersuchungsgebiet Graz [12]

Untersuchungsgebiete		Graz	Stuttgart Büsnau	München Harlaching	Braunschweig I östl. Ringgebiet	Braunschweig II Innenstadt	Braunschweig III MW-Kanalisation
		1	2	3	4	5	6 = 4 + 5
Literaturquelle		Gruber et al. 2004a	Krauth 1970	Geiger 1984	Schulz 1995, Macke et al. 2002	Schulz 1995, Macke et al. 2002	Schulz 1995, Macke et al. 2002
Einzugsgebiet	Fläche $A_{ges}$ [ha]	351	31,4	540	80	81 - 95	636
	Fläche $A_{red}$ [ha]	118	11,7	189	32	60	330
	Geländegefälle $I_G$ [%]	1,5	bis 6	1,2	0,1	0,1	0,1
Kanalnetz	mittl. Kanalgefälle $I_K$ [%]	1,6	1 - 3	0,6	0,13	0,1	0,3
	mittl. Fließzeit $t_f$ [min]	$\approx 75$	$\approx 7$	10 - 50	18	99	127
	mittl. Trockenwetterabfluss $Q_{t24}$ [l/s]	$56 \pm 10$	$\approx 4$	78	22	146	484
	$c_{TWA}$ CSB [mg/l]	$682 \pm 58$	443	440	616	522	679
	$c_R$ CSB [mg/l]	311	-	163	282	321	288

Wie aus Tabelle 2 ersichtlich, ist das Grazer Untersuchungsgebiet mit einer Gesamtfläche von 351 ha größer als die Untersuchungsgebiete von Stuttgart und Braunschweig I und II und kleiner als das Münchner und Braunschweig III. Hinsichtlich des Versiegelungsgrades ist es von allen Untersuchungsgebieten das am wenigsten versiegelte und weist mit 1,6 % mittlerem Kanalgefälle das noch vor München steilste Gefälle auf.

Insgesamt wurden während der ausgewerteten Periode 92 CSB-Tagesganglinien für die Bestimmung der mittleren Konzentration des Trockenwetterabflusses  $c_{TWA}$  und insgesamt 31 Regenereignisse für die Bestimmung der mittleren Konzentration des Regenwetterabflusses  $c_R$  ausgewertet. Von diesen 31 Regenereignissen führten 15 Ereignisse zu einer Entlastung in den Vorfluter.

Die mittleren CSB-Trockenwetter-Tageskonzentrationen  $c_{TWA}$  lagen in Graz während der 92-tägigen Auswerteperiode im Mittel bei 682 mg/l mit einer Streuung (Standardabweichung) von  $\pm 58$  mg/l.

Die Ermittlung der mittleren Konzentration des Regenwasseranteils  $c_R$  für den Parameter CSB erfolgte nach der in Macke et al. [6] beschriebenen Zweikomponenten-Methode.

Ermittelt man  $c_R$  nach dieser Beziehung aus dem gesamten Abflussvolumen aller 31 Regenereignisse dieser Periode, so ergibt sich mit 311 mg CSB/l auch in Graz trotz steilerem Einzugsgebiet ein sehr hoher CSB-Konzentrationswert für den Regenanteil.

[1] Scheer M. and Schilling W. (2003). Einsatz von Online-Messgeräten zur Beurteilung der Mischwasserqualität im Kanal. KA-Abwasser, Abfall, 50(5), 585-595.

[2] Brombach, H. und Fuchs, S.: Datenpool gemessener Verschmutzungskonzentrationen in Misch- und Trennkanalisationen, KA-Abwasser, Abfall, 50, 4, S. 441 – 450, 2003.



- [3] Brombach, H. und Fuchs, S.: Datenpool gemessener Verschmutzungskonzentrationen von Trocken- und Regenwetterabflüssen in Misch- und Trennkanalisationen, Abschlussbericht des Projektes 1–01 des ATV-DVWK-Forschungsfonds 2001, Langfassung mit umfangreichen Winword- und Excel-Dateien, Januar 2002, unveröffentlicht. Zu beziehen bei der ATV-DVWK Geschäftsstelle, Hennef.
- [4] Environmental Sciences & Pollution Management (ESPM), Cambridge Scientific Abstracts, status end 2001, Bethesda, MD 20814, USA.
- [5] Macke, E., Koerber, N. von, Sander, T.: Schmutzuntersuchungen im Mischwassernetz der Stadt Braunschweig, Mitteilungen des Leichtweiß-Institutes für Wasserbau der TU Braunschweig, Heft 94, 1987.
- [6] Macke, E. et al.: Zur Schmutzfracht von Regenwasser in großen, flach verlegten Mischwassernetzen, KA-Abwasser, Abfall, 49, 1, S. 40 – 48, 2002.
- [7] Arbeitsblatt ATV-A 128: Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, St. Augustin, 1992.
- [8] Geiger, W. F.: Mischwasserabfluss und dessen Beschaffenheit – ein Beitrag zur Kanalnetzplanung, Berichte aus Wassergütewirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen Technische Universität München, Band 50, 1984.
- [9] Krauth, Kh.: Der Abfluss und die Verschmutzung des Abflusses in Mischkanalisationen bei Regen, Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Band 45, 1970.
- [10] Krauth, Kh.: Der Regenabfluss und seine Behandlung im Mischverfahren, Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Band 66, 1979.
- [11] Gruber, G., Pressl, A., Winkler, S. and Ecker M. (2003). Online-Monitoring zur einzugsgebietsbezogenen Überwachung verschiedener Wasserqualitäten. Mess- und Regelungstechnik in abwassertechnischen Anlagen, Wuppertal, 25. und 26. November 2003, Tagungsband.
- [12] Gruber, G., Hochedlinger, M. und Kainz H. (2004a): Quantifizierung von Schmutzfrachten aus Mischwasserentlastungen mit Online-Messtechnik, ÖWAV-Seminar Datengewinnung, Datenverwaltung und Datennutzung in der Wassergütewirtschaft, Wiener Mitteilungen, Band 187, S. 93-118.
- [13] Gruber, G., Winkler, S. and Pressl A. (2004b). Quantification of pollution loads from CSOs into surface water bodies by means of online techniques. Water Science and Technology, 50 (11), 73 – 80.
- [14] Bertrand-Krajewski J.-L., Barraud S., Chocat B. (2000). La mesure de l'impact environnemental des systèmes d'assainissement : exemple de l'Observatoire de Terrain en Hydrologie Urbaine (OTHU). Actes du 3<sup>e</sup> Congrès Universitaire de Génie Civil, Lyon, France, 27-28 juin, 35-42. ISBN 2-9509268-8-6.