

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung:

Investition und Betrieb moderner Anlagen zur Netzbewirtschaftung

Maja Lange und Marko Siekmann

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e.V.

Kackerstraße 15-17, 52078 Aachen

Kontakt: lange@fiw.rwth-aachen.de, m.siekmann@fiw.rwth-aachen.de;

1 Zusammenfassung

Wenn in der Siedlungswasserwirtschaft von „Netz“ gesprochen wird, ist in der Regel das Kanalnetz gemeint, welches primär der Ableitung von Schmutz- bzw. Mischwasser zur Kläranlage dient. Investitionen für derartige Netze bzw. Netzteile sind relativ gut kalkulierbar und auch für den Kanalbetrieb gibt es Erfahrungswerte für Kostenansätze. Im Gegensatz dazu mangelt es jedoch an Zahlenmaterial für die Investition und den Betrieb moderner Anlagen zur Netzbewirtschaftung, wie die Abflusssteuerung eine ist.

Neben den oft unsicheren Randbedingungen für die Genehmigung eines auf theoretischen Annahmen basierenden Kanalnetzsteuerungskonzeptes sind deshalb auch wirtschaftliche Gründe ein Hauptargument dafür, dass die Abflusssteuerung in Kanalnetzen bisher wenig praktisch umgesetzt wird. Die bisher in Deutschland entwickelten und umgesetzten Projekte sind jeweils individuelle Lösungen für die definierten Ziele und das spezifische Kanalnetz und wurden häufig finanziell gefördert. Eine Auflistung der getätigten Investitionen und Betriebskosten ist daher schwer vergleichbar und quantitativ nicht übertragbar.

Vor diesem Hintergrund wird derzeit am Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen (FiW) ein vom MKULNV gefördertes Projekt durchgeführt, welches wirtschaftliche Aspekte bei der Abflusssteuerung betrachtet. Das Ziel dabei ist, Möglichkeiten der Standardisierung von Arbeitsschritten und den Einsatz von Standardwerkzeugen bei der Planung und Umsetzung zu prüfen, um Aufwendungen und damit die notwendigen Projektkosten zu reduzieren und so das Interesse an einer Abflusssteuerung zu steigern. Gerade in den aktuellen Diskussionen um Klimawandel und demografischen Wandel, gewinnen anpassungsfähige Lösungen wie die Abflusssteuerung an Bedeutung.

Durch die geplante Realisierung und den Betrieb einer Abflusssteuerung in einer zweiten praktischen Phase werden Grundlagendaten für tatsächliche Investitionen und Betriebskosten bereitgestellt, die unter Berücksichtigung der vorhandenen Randbedingungen Anhaltswerte für weitere Netzbewirtschaftungen darstellen können.

Keywords

Abflusssteuerung, Netzbewirtschaftung, Standardwerkzeug, anpassungsfähige Lösung

2 Einführung

Die Abflusssteuerung, als Variante der Netzbewirtschaftung, wird schon seit über 30 Jahren in der Fachwelt als Instrument zum optimierten Betrieb eines Kanalnetzes und somit auch zur Verbesserung der Beschaffenheit der Oberflächengewässer diskutiert. Sie wurde in verschiedenen Projekten meist theoretisch entwickelt, aber weniger häufig praktisch umgesetzt. Netzbetreiber stehen ihr aber immer noch skeptisch gegenüber. Dies liegt an dem hohen Planungsaufwand, den immer noch geringen Erfahrungen mit umgesetzten Beispielen sowie an den unklaren rechtlichen Rahmenbedingungen. Die DWA hat mit dem 2005 herausgegebenen Merkblatt 180 „Handlungsrahmen zur Planung der Abflusssteuerung in Kanalnetzen“ (DWA 2005) den Grundstein gelegt, dass die Abflusssteuerung als potenzielle Realisierungsvariante bei der entwässerungstechnischen Planung berücksichtigt wird.

Seitdem gibt es weitere Entwicklungen, wie die Diskussion um den Klimawandel und den demografischen Wandel, wodurch anpassungsfähige Lösungen wie die Abflusssteuerung an Bedeutung gewinnen. Auch die Mess- und Kommunikationstechnik haben sich weiterentwickelt und die Fortschritte in der Computertechnik sind so weit, dass Rechenzeiten für die Simulation verschiedener Szenarien immer seltener der begrenzende Faktor sind.

Einige Voraussetzungen für die Abflusssteuerung als ernstzunehmende Planungsvariante sind damit gegeben. Für die Stärkung in der Planung und der praktischen Umsetzung müssen nun Planer und Netzbetreiber gewonnen werden und das Kosten-Nutzen-Verhältnis positiv ausfallen.

Am Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft wurde bereits 2001 das Pilotprojekt „Einrichtung einer Abflusssteuerung in den Einzugsgebieten der Kläranlagen Eschweiler und Schleiden“ (Hüben, Lange 2009) durchgeführt als ein erster Schritt, die Abflusssteuerung praktisch anwendbar werden zu lassen und Netzbetreibern in Nordrhein-Westfalen eine Hilfestellung bei der Umsetzung zu geben. Erfahrungen aus diesem und anderen Projekten zur Abflusssteuerung zeigen jedoch, dass das Thema Abflusssteuerung sehr komplex ist und die ersten praktischen Umsetzungen meist nicht unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten betrachtet werden können.

Da jedoch häufig wirtschaftliche Gesichtspunkte (Aufwand – Nutzen) der Grund für Netzbetreiber sind, eine Abflusssteuerung nicht in Betracht zu ziehen und als Konsequenz daraus immer noch großer Nachholbedarf bei der praktischen Umsetzung von Abflusssteuerungen besteht, wird am FiW derzeit ein Forschungsprojekt mit mehreren Projektpartnern (siehe Kapitel 6) durchgeführt, welches wirtschaftliche Aspekte bei der Abflusssteuerung betrachtet. Das Projekt wird vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) gefördert und umfasst eine bereits abgeschlossene theoretische Phase und eine laufende praktische Phase für die Planung, Realisierung und den Betrieb einer Abflusssteuerung am Beispiel des Einzugsgebietes der Kläranlage Kenten.

Im Folgenden werden anhand dieses Projektbeispiels wirtschaftliche Aspekte bei der Netz-
bewirtschaftung erörtert.

3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Abflusssteuerung

Wirtschaftliche Gründe sind ein Hauptargument dafür, dass die Abflusssteuerung in Kanal-
netzen bisher wenig praktisch umgesetzt wird. Beziffert werden kann die Wirtschaftlichkeit
einer Abflusssteuerung aber nur in wenigen Fällen, da die erzielbaren Vorteile nicht alle un-
mittelbar monetär bewertet werden können. Werden Investitionskosten eingespart, weil
durch die Steuerung vorhandenes Speichervolumen genutzt und damit nicht neu gebaut
werden muss, ist eine Quantifizierung noch relativ gut möglich (Rohlfing et al. 2007). Jedoch
wird es schon schwieriger, die Optimierung des Kanalbetriebs durch Steuerung (z.B. Verrin-
gerung von Ablagerungen und damit weniger Reinigungsaufwand) genau zu beziffern oder
die Reduzierung von Mischwassereinleitungen und den positiven Effekt auf das Gewässer
monetär zu bewerten.

In Deutschland wurden bereits einige Projekte zur Abflusssteuerung entwickelt und auch
umgesetzt. Jede Steuerung stellte dabei eine individuelle Lösung für die definierten Ziele und
das spezifische Kanalnetz dar und viele Projekte wurden finanziell gefördert. Eine Auflistung
der getätigten Investitionen und Betriebskosten ist daher schwer vergleichbar und quantitativ
nicht übertragbar, weshalb hier der Schwerpunkt auf die Erörterung qualitativer Wirtschaft-
lichkeitsbetrachtungen gelegt wird.

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Abflusssteuerung müssen neben den Kosten
für Investitionsaufwand und Betrieb insbesondere die Kosten für die Planung und Umsetzung
in Betracht gezogen werden. Gerade in der Planungsphase einer Abflusssteuerung liegt
großes Potenzial für Kosteneinsparungen, wenn berücksichtigt wird, welche Voraussetzungen
sich günstig und welche sich ungünstig auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis bei der Instal-
lation einer Abflusssteuerung auswirken.

Da der noch relativ hohe Aufwand in der Planungs- und Umsetzungsphase viele Netzbetrei-
ber zurückhaltend gegenüber einer Abflusssteuerung macht, liegt hier nicht nur in wirtschaft-
licher sondern auch in technischer Hinsicht das größte Optimierungspotenzial. In der nach-
stehenden Grafik sind vier Haupteinflussfaktoren dargestellt, die bei der Betrachtung einer
Abflusssteuerung unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden müssen.
Dazu gehören die Datenerhebung, die Simulation, die Genehmigung und auch die Anforde-
rung von Immissionsbetrachtungen.



Bild 1: Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit einer Abflusssteuerung

Die Betrachtung der Immissionsseite bei Mischwasserabschlägen gewinnt an Bedeutung, wie beispielsweise die Betrachtung durch das BWK-Merkblatt M3 bzw. durch die Anforderungen der EU-WRRL zeigen. Es ist daher zu prüfen, ob eine Steuerung rein mengenmäßig betrieben werden soll oder auch stoffliche Komponenten aus Immissionssicht berücksichtigt werden sollen. Beides wirkt sich auf die anderen drei anderen genannten Einflussfaktoren Datenerhebung, Simulation und Genehmigung aus. Diese werden im folgenden Kapitel am Beispiel eines laufenden Forschungsprojekts näher erläutert und dabei Wege aufgezeigt, wie die Wirtschaftlichkeit verbessert werden könnte.

4 Abflusssteuerung am Beispiel

4.1 Hintergrund und Ziele

In Deutschland wurden bereits einige Projekte zur Kanalnetzbewirtschaftung bearbeitet (z.B. Erbe (2004)), davon auch viele ausschließlich auf theoretischer Basis. Die Ziele der Projekte und umgesetzten Abflusssteuerungen sind unterschiedlich, wie z.B. die Entlastungsminimierung oder die Nutzung von Stauvolumen vor dem Hintergrund der Schwallbewirtschaftung. Jede Abflusssteuerung muss individuell mit erheblichen Aufwendungen geplant und umgesetzt werden. Allein bei der Vorplanung und der Abschätzung des Steuerpotenzials ist es notwendig, die Simulationen von entsprechenden Fachkräften durchführen zu lassen, da die

Simulationen und Optimierungsalgorithmen auf die jeweiligen Randbedingungen vor Ort anzupassen sind. Die eingesetzten Simulationsprogramme sind in Abhängigkeit der jeweiligen Fragestellung vielfältig. Es können hydrodynamische und hydrologische Modelle zum Einsatz kommen oder eine Kopplung mehrerer Modelle, z.B. bei integrierter Betrachtung von Kanalnetz, Kläranlage und Gewässer. Auch die Programme zur Simulation des gesteuerten Netzes, d.h. die Verarbeitung der Steuerregeln (Wenn-Dann-Regeln, Fuzzy-basierte Regler, Optimierungsproblem) sind zahlreich. Die folgende Tabelle 1 zeigt einige Beispiele für eingesetzte Simulationsprogramme in Steuerungsprojekten.

Ein weiterer Grund dafür, dass jedes Vorhaben als Einzelfall betrachtet wird, ist die Genehmigung von Abflusssteuerungen in Deutschland, für die keine einheitliche Praxis existiert. Wichtige Aspekte als Grundlage für eine Genehmigungsfähigkeit wurden aus den gesammelten Erfahrungen verschiedener Projekte formuliert (Hüben, Lange 2009; Lange et al. 2012), müssen aber immer mit der jeweils zuständigen Aufsichtsbehörde abschließend erarbeitet werden.

Der Hintergrund des laufenden Forschungsvorhabens am FiW ist, dass durch Standardisierung von Arbeitsschritten und den Einsatz von Standardwerkzeugen bei der Planung und Umsetzung Aufwendungen und damit die notwendigen Projektkosten reduziert werden könnten, um so das Interesse an einer Abflusssteuerung zu steigern. Das Projekt verfolgt daher folgende Ziele:

- Prüfung der Möglichkeiten zur Standardisierung bei Planung und Umsetzung,
- Theoretische Entwicklung und praktische Umsetzung einer Abflusssteuerung,
- Herausarbeitung wirtschaftlicher Aspekte,
- Förderung des Interesses bei Netzbetreibern.

Durch die geplante Realsierung und den Betrieb einer Abflusssteuerung in einer zweiten praktischen Phase werden Grundlagendaten für tatsächliche Investitionen und Betriebskosten bereitgestellt, die unter Berücksichtigung der vorhandenen Randbedingungen Anhaltswerte für weitere Netzbewirtschaftungen darstellen können.

Tabelle 1: Eingesetzte Simulationsprogramme in Projekten zur Abflusssteuerung

Eingesetzte Programme	Ort, Projekt	Betrachtung von	Steuerziele	Umsetzung Steuerung durch	Quelle
HYSTEM-EXTRAN, itwh. CONTROL, KOSIM	Leipzig	Kanalnetz und Kläranlage	Vergleichmäßigung KA-Zulauf, Ausnutzung vorhandener Speichervolumina, integrierte Betrachtung Kläranlage und Kanalnetz	Wenn-Dann-Regeln	Rohlfing et al. 2007
LWAFLOT, FITASIM	Eschweiler	Kanalnetz	Minimierung Entlastungsereignisse, Ausnutzung vorhandener Volumina und Vermeidung Ausbauvolumen	Wenn-Dann-Regeln	Hüben et al. 2009a
HYSTEM-EXTRAN, itwh. CONTROL, Vorhersagemodell für Niederschlag unter Verwendung von Radardaten	Wien	Kanalnetz	Minimierung MW-überlauf in die Donau, Vergleichmäßigung KA-Zulauf, Verbesserung Kanalbetrieb	Wenn-Dann-Regler, fuzzybasiert	Fuchs et al. 2007
itwh. CONTROL, ASM2d, SIMBA für KA	Wilhemshaven	Kläranlage und Kanalnetz		Wenn-Dann-Regler, fuzzybasiert	Seggelke 2011
	Emmerich	Kläranlage und Kanalnetz	Vergleichmäßigung KA-Zulauf, Nutzung freie Kapazitäten Kanalnetz, Minimierung Entlastungsereignisse	selbstlernendes Software- Agentensystem	Bongards, Stockmann 2011
SIMBA, SWMIM (Kanalnetz), Fuzzy-Regler und State-Machine	Hornburg-Bröl, Projekt "KANNST"	Kläranlage und Kanalnetz	Gewässerschutz, Vergleichmäßigung KA-Zulauf, Einsparung Volumen im Kanalnetz	selbstlernendes Regelsystem auf Basis neuronaler Netze, Fuzzy-Regler u. Niederschlagsprognose	Bongards 2010, Graner 2011
SIMBA, SIMBA/ SWMIM bzw. HYSTEM- EXTRAN (Nachweis für rückstaugefährdete Bereiche)	Hildesheim, Projekt "ADESBA"	Kanalnetz	Reduzierung Mischwasserentlastung, Vermeidung von Ausbauvolumen im Kanalnetz	generalisierten Regelalgorithmus, der vorkonfektioniertes Regelungsprinzip ermöglicht	Pabst et al. 2010, Peikert 2011
HYSTEM-EXTRAN-GÜTE (Kanalnetz), SIMBA (KA), itwh.CONTROL (Steuerungssoftware zur Kopplung)	Chemnitz	Kläranlage und Kanalnetz	dynamische Regelung des max. Mischwasserzuflusses zur KA.	integrierte Steuerung, Fuzzy-Regler	Seggelke et al. 2009
LWAFLOT, itwh.CONTROL	Glehn, RBF Bendstraße	Kanalnetz und Kläranlage	Reduzierung Mischwasserentlastung, Optimierung Beschickung Kläranlage und Retentionsbodenfilter	Wenn-Dann-Regeln	Dahmen, Beeneken 2006

4.2 Projektgebiet

Die Durchführung einer Abflusssteuerung unter wirtschaftlichen Aspekten beginnt mit der Auswahl des Projektgebiets. Das angestrebte Ziel (Gewässerschutz, Minimierung der Entlastungen, ...) muss mit einer Abflusssteuerung erreichbar sein, das Kanalnetz muss steuerwürdig sein, es müssen Daten verfügbar sein und der Betreiber muss Interesse an einer Abflusssteuerung haben.

Das laufende Vorhaben wird im Einzugsgebiet des Gruppenklärwerks Bergheim-Kenten durchgeführt. Das Ziel der Abflusssteuerung im Netz Kenten ist die Reduzierung der Entlastungsmengen und damit verbunden eine optimierte Weiterleitung zum Klärwerk Kenten sowie eine hohe Auslastung des vorhandenen Retentionsbodenfilters Kenten.

Vor Projektbeginn wurde eine erste Abschätzung zur Steuerwürdigkeit des Kanalnetzes im EZG Kenten mit dem Programmpaket PASST des DWA Merkblattes M 180 – Abflusssteuerung (DWA 2005) vorgenommen, die ergab, dass das Gebiet für eine Steuerung prädestiniert ist. Auch die Datenlage und die technische Ausrüstung der Becken erfüllen die Voraussetzungen für die Umsetzung einer Abflusssteuerung.

Das betrachtete Einzugsgebiet des Gruppenklärwerks Bergheim-Kenten ist relativ flach und umfasst eine zu entwässernde Gesamtfläche A_{EK} von 2.425 ha. Es wird überwiegend im Mischsystem entwässert. Gegenwärtig existieren im Gesamteinzugsgebiet 34 Regenüberlaufbecken (offene/ geschlossene Rund- bzw. Rechteckbecken und Stauraumkanäle) sowie 4 Regenüberläufe und ein Retentionsbodenfilter. Das Gesamtspeichervolumen beträgt rd. 65.000 m³. Daraus ergibt sich mit rd. 69 m³/ha A_{red} ein vergleichsweise hohes spezifisches Speichervolumen. Die Kläranlage ist auf einen Mischwasser- /Trockenwetterzufluss von 624 l/s entsprechend 54.000 m³/d ausgelegt.

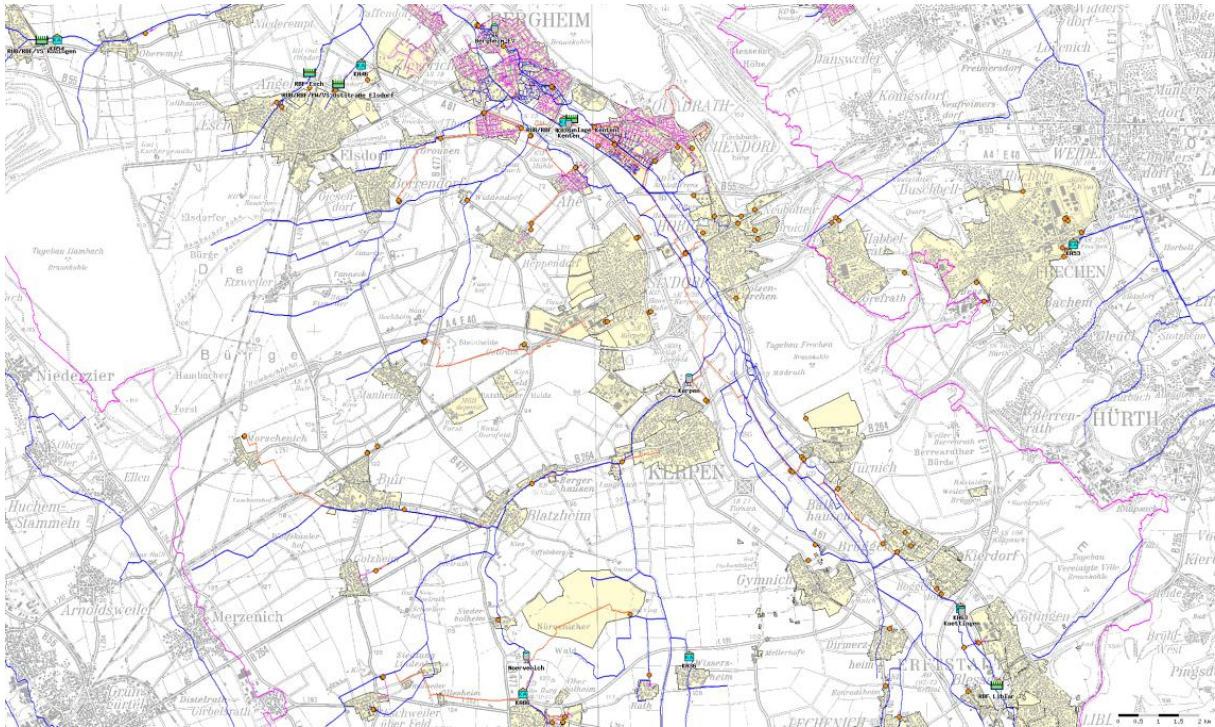


Bild 2: Einzugsgebiet der Kläranlage Kenten (Ertfverband 2011)

Die maximale Fließzeit bis zur Kläranlage beträgt ca. 6 h, wobei die Nachlauf-/Entleerungszeiten im Netz sehr lang sind (bis über 24 Stunden), so dass es zu langen Einstauzeiten kommt. Die Einleitung erfolgt in die Erft und deren Nebengewässer.

4.3 Datengrundlage und Auswahl der zu steuernden Becken

Ein sehr entscheidender kostenbeeinflussender Aspekt bei der Planung und Umsetzung einer Abflusssteuerung ist die verfügbare Datengrundlage. Sie sollte vollständig, plausibel und möglichst digital vorliegen, um den zusätzlichen Aufwand für eine Datenerhebung gering zu halten. Aus den Projekterfahrungen am FiW (Hüben, Lange 2009; Lange et al. 2012) wurde ein Katalog erstellt, der es erleichtern soll, schnell festzustellen, ob die notwendigen Daten für die Planung einer Abflusssteuerung verfügbar sind.

Für die Steuerung wurde der wirtschaftliche Aspekt eingebracht, indem eine Vorauswahl der zu steuernden Becken getroffen wurde. Die Hauptauswahlkriterien für die Vorauswahl der 8 Becken waren die Lage im Netz, das Speichervolumen und die gute technische Ausrüstung. Anschließend wurde durch Simulation die Eignung der Becken für die Steuerung aus hydraulischer Sicht überprüft und bestätigt.

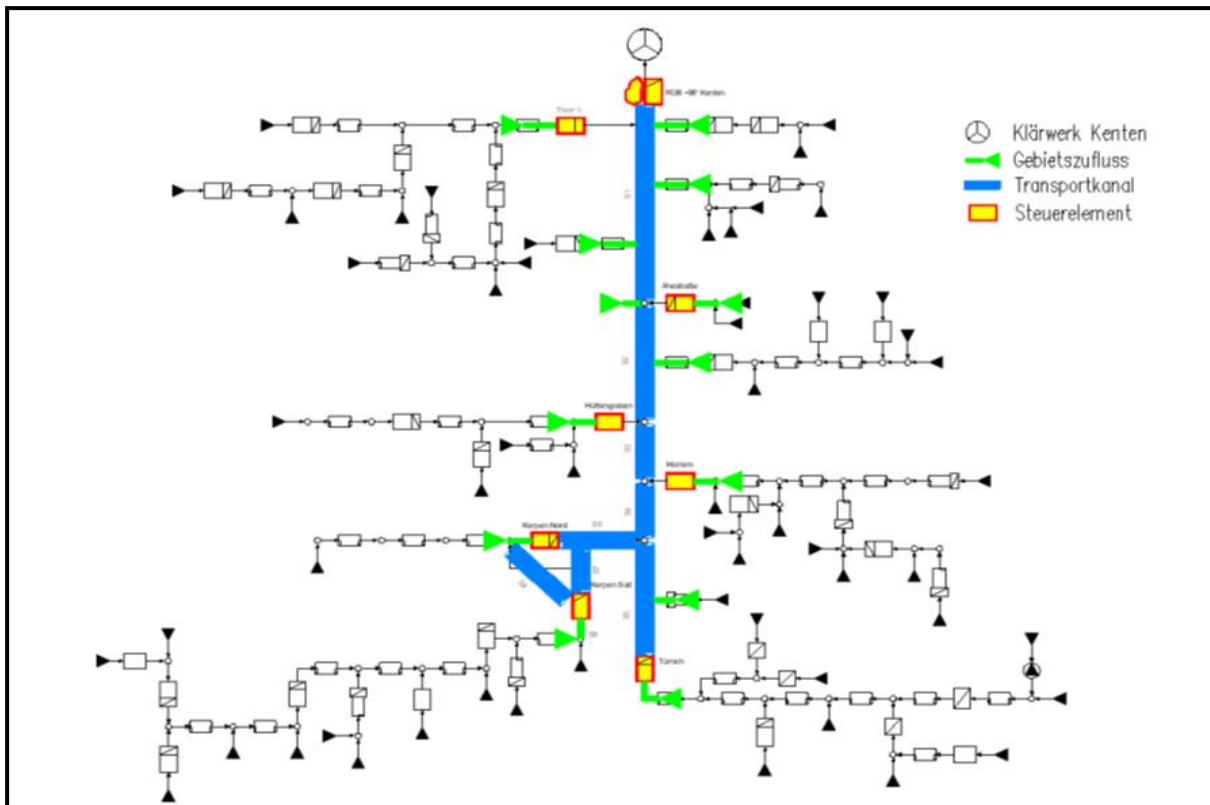


Bild 3: Grobnetzmodell mit Steuerelementen für das EZG des GWK Kenten

4.4 Verwendete Modelle und Simulationswerkzeuge

Modelle und Simulationswerkzeuge werden in der Planungsphase und in der Betriebsphase einer Abflusssteuerung eingesetzt. Der Einsatz von Standardwerkzeugen würde hier wesentlich zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit der Umsetzung einer Abflusssteuerung führen. Darüber hinaus sind Modelle und Programme von Vorteil, die einen überschaubaren Dateninput erfordern, in der Anwendung erprobt sind, flexibel einsetzbar sind (Simulation und Steuerung) sowie eine einfache nachträgliche Anpassung durch modularen Aufbau ermöglichen.

Da in der Praxis noch kein derartiges Standardwerkzeug zu den allgemein anerkannten Regeln der Technik gehört, werden im Beispielprojekt drei Modelle für die unterschiedlichen Aufgaben eingesetzt und deren Ergebnisse verglichen, wie in Bild 4 grafisch dargestellt ist.

Das hydrologische Modell MOMENT (BGS 2009) wird vielfach als Grundlage für Netzanzeigen eingesetzt, das hydrodynamische Modell EXTRAN (itwh GmbH, Hannover) ist seit vielen Jahren in der Anwendung erprobt und SIWA SEWER ASSIST (Siemens AG) ist ein als Standardwerkzeug konzipiertes simulations- und optimierungsbasiertes Assistenz- und Steuerungssystem zum verbesserten Kanalnetzbetrieb. Es dient zur Modellierung des Ist-Zustands und des gesteuerten Zustands und ermöglicht durch die Verwendung einer spezi-

ellen Baustein-Bibliothek eine schnelle und einfache Anpassung der Abflusssteuerung an nahezu jedes Kanalnetz.

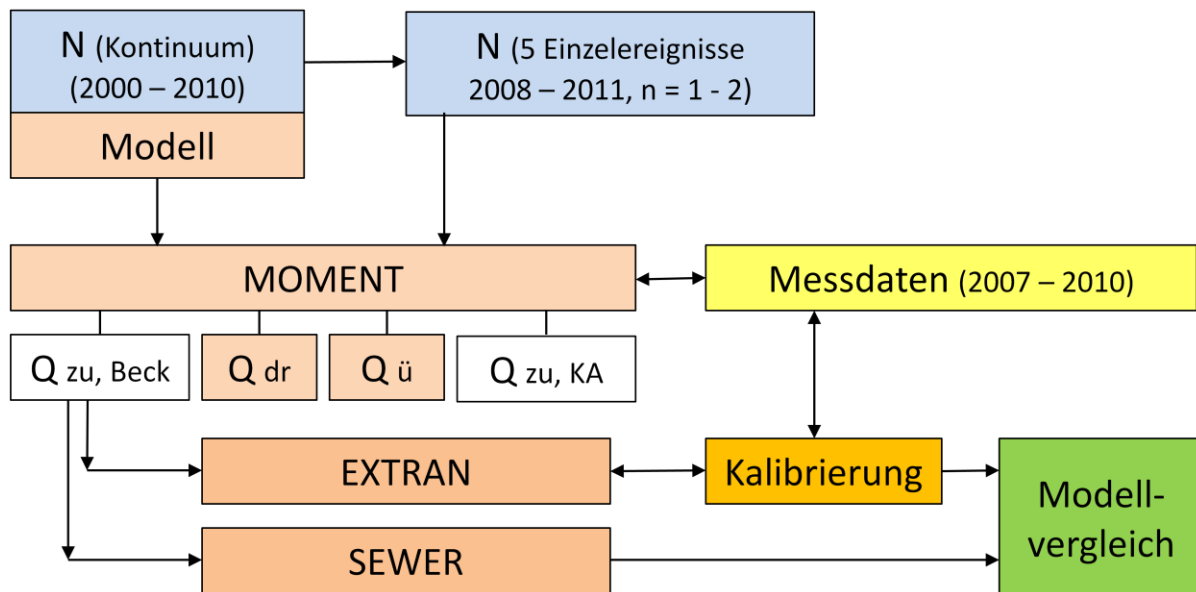


Bild 4: Verwendete Modelle und ihre Verknüpfung

MOMENT wird im Projekt zum Abbilden des Ist-Zustands und zum Erzeugen von Zulaufganglinien als Eingang für die anderen beiden Modelle verwendet. Die Ergebnisse aus MOMENT werden einerseits mit Messdaten verglichen, andererseits zum Überprüfen des Modells EXTRAN herangezogen. Das hydrodynamische Modell EXTRAN bildet den Ist-Zustand ab, wird anhand von Messdaten kalibriert und für den direkten Vergleich mit dem Optimierungstool SIWA SEWER eingesetzt, welches zur Modellierung des Ist-Zustands und des gesteuerten Zustands dient.

In der ersten Projektphase wurde unter Annahme einer gleichen Datengrundlage die Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus dem kalibrierten Modell EXTRAN und aus SIWA SEWER überprüft, was für den Ist-Zustand bestätigt werden konnte. Unter dieser Voraussetzung kann angenommen werden, dass der abgebildete gesteuerte Zustand in SIWA SEWER plausibel ist und richtige Steuerentscheidungen getroffen werden, sofern das Optimierungsproblem korrekt formuliert und gelöst wird, was in der zweiten Projektphase mit Daten untermauert werden soll.

Das Projekt soll auch Aufschluss geben, ob die Planung und der Betrieb einer Abflusssteuerung mit einem einzigen Simulationswerkzeug durchgeführt werden kann und so die Kosten sinken lässt (Investition für Programme, Definition von Schnittstellen, Arbeitszeit von Experten und Betrieb, ...).

4.5 Genehmigung

Die Genehmigung beeinflusst insofern die Wirtschaftlichkeit einer Abflusssteuerung, als dass sie die notwendige Voraussetzung für den Betrieb derselben ist.

Die Anforderungen zum Nachweis der Mischwasserbehandlung sind in Deutschland länder-spezifisch. Für die Genehmigung von Abflusssteuerungen gibt es in Deutschland und auf Länderebene kein einheitliches Verfahren, so dass bisher für jedes Praxisbeispiel neu entschieden werden muss. Ein standardisiertes Verfahren würde den Aufwand sowohl für die Betreiber als auch für die genehmigenden Behörden verringern und gewährleisten, dass bestimmte Mindestanforderungen erfüllt werden.

Im Beispielprojekt wurde die zuständige Aufsichtsbehörde in der ersten theoretischen Projektphase bereits frühzeitig eingebunden. Aus den Erfahrungen bisheriger Forschungsprojekte und den Gesprächen mit der Behörde wurden wichtige Aspekte als Grundlage für eine Genehmigungsfähigkeit deutlich, die in der nachstehenden Checkliste (Tabelle 2) zusammengestellt wurden und die Genehmigung weiterer Abflusssteuerungen unterstützen kann.

Die Checkliste ist eine Inhaltsbeschreibung. Denkbar sind in Zukunft auch Standardisierungen für einzelne Punkte, wie die Festlegung einer maßgebenden Niederschlagsbelastung oder eine verbindliche Testphase vor Inbetriebnahme der Steuerung. Jedoch werden diese Standardisierungen auch in Zukunft immer mit den Zielen der jeweiligen Steuerungen korrespondieren.

Tabelle 2: Checkliste für die Genehmigung einer Abflusssteuerung

Inhalt	zugehörige Unterlagen	vorhanden bzw. erfüllt √
Beschreibung Projektgebiet		
Gebiets- und Netzdaten	Projektbericht, Netzanzeige, Schmutzfrachtberechnung, ...	
Niederschlagsbelastung	Projektbericht, N-Stationen	
Besonderheiten (Schutzgebiete,...)	...	
Emissionsnachweis		
Angewandetes Verfahren bzw. Programm		
Zulässigkeit Entlastungen an Einleitstellen		
(Immissionsnachweis)		
Nach BWK-M3 bzw. BWK-M7		
Darlegung Steuerziele		
z.B. Reduzierung Mischwasserentlastung, Optimierung Kanal- bzw. Kläranlagenbetrieb, Einsparung Speichervolumen		
Steuerpotenzial		
Abschätzung mit PASST	Ergebnis: vermutlich steuerungswürdig / für Steuerung prädestiniert	
Rechn. Nachweis durch Simulation	Ergebnis: Steuerpotenzial, zu steuernde Elemente	
Verwendete Programme, Niederschlagsbelastung		
Modellkalibrierung/ -verifizierung	verw. Datengrundlage, Umgang mit Fehlwerten, unplausiblen Werten	
Simulation Ist-Zustand	Modell/ Programm:	
Simulation gesteuerter Betrieb	Modell/ Programm:	
Vergleich Ist-Zustand und gesteuerter Betrieb	Ergebnis: Reduzierung Mischwasserentlastung in m ³ od.%, Einsparung Speichervolumen in %, m ³ , ...	
Erläuterung Steuerstrategie		
Beschreibung der zu steuernden Elemente	Kenndaten V, Qdr, Hmax, ...	
Steueralgorithmus (Regeln, Optimierungsgleichung,...)		
Risiko- und Störungsanalyse		
Handlungsplan zur Störungsbeseitigung		
Ausfallstrategie	Vorgehen bei Fehlen von Aggregaten, Messgrößen, Optimierung	
EMSRN-Technik		
Bestand und Bedarf für zu steuernde Elemente	Betriebsdaten	
Steueralgorithmus (Regeln, Optimierung...)		
Planungsablauf Steuerung		
Theoretischer Nachweis		
Praktische Umsetzung mit Testphase		
Besonderheiten		
...		
...		

4.6 Ergebnisse

Das Ziel der Abflusssteuerung im Beispielgebiet ist die Reduzierung der Entlastungsmenge und somit die positive Beeinflussung der Gewässergüte. Die Ergebnisse der theoretischen Betrachtungen in der ersten Projektphase zeigten, dass dieses Ziel erreicht werden kann. Unter Beachtung der Randbedingungen, wie Weiterleitung zum Klärwerk Kenten, hydraulische Leistungsfähigkeit der Transportsammler, technisch einstellbare Drosselbereiche, Maximalzufluss zur Kläranlage, Fließzeiten, Mischungsverhältnisse sowie der unterschiedlichen aufnehmenden Gewässer wurden das ungesteuerte und das gesteuerte Kanalnetz simuliert. Dadurch wurde die Anwendbarkeit des Optimierungstools SIWA SEWER ASSIST gezeigt, welches als innovatives Instrument die Umsetzung einer Abflusssteuerung erleichtert und die netzspezifischen Gegebenheiten in der Optimierungsgleichung sehr gut berücksichtigen kann.

Die Einschätzung der Wirtschaftlichkeit der Abflusssteuerung ist in diesem wie in den meisten Fällen aber schwierig, da die erzielbaren Vorteile nicht alle unmittelbar monetär bewertet werden können. In der ersten Projektphase wurden daher verschiedene Einflussfaktoren auf die Wirtschaftlichkeit der Abflusssteuerung analysiert und bewertet. Ähnlich zu der Einschätzung der Steuerwürdigkeit eines Netzes durch PASST, wurde daraus eine Bewertungsmatrix entworfen, die auf dem Ergebnis von PASST aufbaut und nun weiterentwickelt wird.

Die qualitativen Aussagen, welche Voraussetzungen sich günstig und welche sich ungünstig auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis bei der Installation einer Abflusssteuerung auswirken, werden in der zweiten Projektphase ergänzt, wenn die Abflusssteuerung realisiert und anschließend betrieben wird. Die tatsächlichen Investitionen und Betriebskosten werden dann dokumentiert, so dass zum Projektabschluss auch quantitative Angaben zur Wirtschaftlichkeit der Steuerung vorliegen.

5 Ausblick

Wirtschaftliche Gründe sind bei vielen Entscheidungsfindungen maßgebend. Dies trifft auch für Maßnahmen in der Netzbewirtschaftung zu, weshalb trotz einiger realisierter Projekte immer noch großer Nachholbedarf bei der praktischen Umsetzung von Abflusssteuerungen besteht.

Am Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft wird derzeit ein Forschungsprojekt bearbeitet, welches sich neben den technischen auch den wirtschaftlichen Aspekten der Abflusssteuerung widmet. Nachdem in der ersten theoretischen Phase die technische Erreichbarkeit der Ziele und die Wirtschaftlichkeit qualitativ beleuchtet wurden, folgt nun eine zweite Projektphase, in der die theoretisch erarbeiteten Ergebnisse in der Praxis verifiziert werden sollen. Damit werden auch Grundlagendaten für tatsächliche Investitionen und Betriebskosten bereitgestellt, die unter Berücksichtigung der vorhandenen Randbedingungen Anhaltswerte für weitere Netzbewirtschaftungen darstellen können.

Nur durch praktisch umgesetzte, erfolgreiche Projekte kann das Interesse für Abflusssteuerung bei Netzbetreibern geweckt werden. Denn gerade die Abflusssteuerung bietet in Zeiten der Diskussion um Klimawandel und demografischen Wandel Vorteile, weil sie einen integralen Betrachtungsansatz hat: Das Kanalnetz ist immer im Wechselspiel mit der Kläranlage und mit dem Gewässer zu sehen. Man kann den integralen Ansatz, der sich bei der Abflusssteuerung hauptsächlich auf das unterirdische Netz bezieht, auf oberirdische Netze ausweiten, wie das Straßennetz bzw. Infrastrukturnetz. In der Zusammenschau der verschiedenen Netze bieten sich evtl. mehr bzw. andere als die bisher praktizierten Lösungen und lassen diese wirtschaftlich werden.

6 Danksagung

Die dargestellten Ergebnisse entstammen überwiegend dem Projekt „Großtechnische Erprobung eines standardisierten Optimierungs- und Simulationswerkzeugs zur Online-Kanalnetzsteuerung am Beispiel des Einzugsgebiets der Kläranlage Kenten im Erftverbandsgebiet, Abflusssteuerung in Kanalnetzen unter dem Aspekt der Wirtschaftlichkeit“. Hiermit sprechen wir dem Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) unseren Dank für die Förderung des Projektes aus.

Projektbeteiligte:

Forschungsinstitut für Wasser- und Abfallwirtschaft an der RWTH Aachen e.V.

Erftverband, Bergheim

PFI Planungsgemeinschaft GbR, Hannover

Siemens AG, Industry Sector, Industry Automation Division, Karlsruhe

7 Literatur

ATV-DVWK (2001): Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen - Erläuterungen und Beispiele – Merkblatt M 177, ATV-DVWK-Regelwerk, Juni 2001, Hennef.

ATV (Abwassertechnische Vereinigung) (1992): Arbeitsblatt A 128 - Richtlinie für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, ATV Regelwerk, April 1992

Bongards, M. (2010): Steuern und Regeln in Kanal und Klärwerk, UmweltMagazin Oktober-November 2010, s. 14-15.

BGS - Water- Brandt Gerdes Sitzmann Wasserwirtschaft GmbH 2009: MOMENT 8, Modellierung von Mischwasserentlastungen, Dokumentation Teil III, Anwendungshinweise Version 8, Juli 2009

Bongards, M., Stockmann, A. (2011): Regelung des Kanalnetzes der Stadt Emmerich zur Vergleichmäßigung des Kläranlagen-Belastung, Vortrag auf der 74. Sitzung der DWA Arbeitsgruppe Integrale Abflusssteuerung (ES 2.4) am 14./15.11.2011, Köln, unveröffentlicht.

BWK - Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (2007): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Nieder-

schlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse, Merkblatt 3, November 2007.

BWK - Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V. (2008): Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt 3, Merkblatt 7, November 2008.

Dahmen, H., Beeneken, T. (2006): Projekt zur Steuerung des RBF Bendstraße in Glehn, unveröffentlichter Bericht, Erftverband.

DWA (2005): DWA-Merkblatt M 180 - Handlungsrahmen zur Planung der Abflusssteuerung in Kanalnetzen – mit Programmpaket PASST, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Dezember 2005, Hennef.

DWA (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, Merkblatt DWA-M 153, August 2007, DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef.

DWA (2006): Leitlinien der integralen Entwässerungsplanung, DWA-A 100. DWA Regelwerk, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. Hennef, 2006.

Erbe, V. (2004): Betriebserfahrungen an realisierten Systemen. Vortrag auf dem ATV-DVWK-Seminar „Abflusssteuerung in Kanalnetzen – eine kostensparende Technologie“ am 4. und 5. Mai 2004 in Köln

Erftverband (2011): Auszug aus dem Datenbestand des Erftverbands.

Fuchs, L.; Beeneken, T., Nowak, R., Pfannhauser, G. (2007): Entwicklung und Implementierung einer Abflusssteuerung für das Kanalnetz der Stadt Wien, Korrespondenz Abwasser 2007 (54) Nr. 7, S. 680-689.

Graner, M. (2011): Forschungsprojekt Kanalnetzsteuerung (KANNST), Vortrag auf der 74. Sitzung der DWA Arbeitsgruppe Integrale Abflusssteuerung (ES 2.4) am 14./15.11.2011, Köln, unveröffentlicht.

Hüben, S., Lange, M., Rolfs, T., Einfalt, T., Wagner, R. (2009): Überarbeiteter Leitfaden zur Abflusssteuerung, erarbeitet im Rahmen des Projekts „Errichtung einer Abflusssteuerung in den Einzugsgebieten der Kläranlagen Eschweiler und Schleiden, Teil 2“, gefördert durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, unveröffentlicht.

Hüben, S., Lange, M., Rolfs, T., Einfalt, T., Wagner, R. (2009a): Abschlussbericht zum Pilotprojekt „Errichtung einer Abflusssteuerung in den Einzugsgebieten der Kläranlagen Eschweiler und Schleiden, Teil 2“, Einzugsgebiet der Kläranlage Eschweiler, gefördert durch das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und

Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (AZ 54-2-3.3-1823-vMe), unveröffentlicht.

- Lange, M.; Siekmann, T.; Hüben, S.; Dahmen, H.; Kiesewski, R.; Rohlfing, R.; Gerke, S.; Sohr, S.; Hanss, H. (2012): Großtechnische Erprobung eines standardisierten Optimierungs- und Simulationswerkzeugs zur Online-Kanalnetzsteuerung am Beispiel des Einzugsgebiets der Kläranlage Kenten im Erftverbandsgebiet, Abschlussbericht unveröffentlicht, gefördert vom MKULVN, Vergabe-Nr. 08/058.2 – Einzelauftrag 10.
- MUNLV - Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2003): Retentionsbodenfilter. Handbuch für Planung, Bau und Betrieb (1. Aufl.). Düsseldorf.
- N.N. (1995): Wassergesetz für das Land Nordrhein-Westfalen- LWG-Landeswassergesetz. In der Fassung vom 25. Juni 1995.
- N.N. (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts, WHG – Wasserhaushaltsgesetz. In der Fassung vom 31. Juli 2009.
- Pabst, M., Beier, M., Rosenwinkel, K.-H., Schütze, M., Alex, J., Peikert, D., Niclas, C. (2010): Adaption und Entwicklung einer vorkonfektionierten Steuerungsbox zur Abflusssteuerung von Kanalnetzen, Korrespondenz Abwasser 2010 (57), Nr. 6. S. 551-557.
- Peikert, D. (2011): Erfahrungen bei der Implementierung von ADESBA in Hildesheim, Vortrag auf der 74. Sitzung der DWA Arbeitsgruppe Integrale Abflusssteuerung (ES 2.4) am 14./15.11.2011, Köln, unveröffentlicht.
- Rohlfing, R., Nietzschmann, C., Weilandt, M. (2007): Erfahrungen mit der Abflusssteuerung in Leipzig, Vortrag auf dem 8. Kölner Kanal Kolloquium 2007, Aachener Schriften zur Stadtentwässerung Band 11.
- Seggelke, K., Träncker, J., Fuchs, L., Krebs, P. (2009): Fuzzybasierte Regelung des Mischwasserzuflusses, Großtechnische Untersuchung zur Integration von Kanalnetz und Kläranlage, Korrespondenz Abwasser 2009 (56), Nr. 2, S. 144-151.
- Seggelke, K. (2011): Kanalnetz- und Kläranlagenzuflusssteuerung, Beispiel Wilhelmshaven, Vortrag auf der 74. Sitzung der DWA Arbeitsgruppe Integrale Abflusssteuerung (ES 2.4) am 14./15.11.2011, Köln, unveröffentlicht.