

DWA-Themen

Abflusssteuerung in Kanalnetzen – Anwendungsbeispiel

November 2018 · T1/2018



DWA-Themen

Abflusssteuerung in Kanalnetzen – Anwendungsbeispiel

November 2018 · T1/2018



Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Herausgeber und Vertrieb:

DWA Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-88721-697-9 (Print)
978-3-88721-698-6 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2018

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Publikation darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Die Qualität der Gewässer hat sich in den letzten Jahrzehnten dank der hohen Investitionen in entwässerungs- und abwasserreinigungstechnische Einrichtungen deutlich verbessert. Mit dieser Entwicklung geht einher, dass Flüsse und Seen regelmäßig in den Fokus der Stadt- und Landschaftsplaner gelangen, da sauberes und erlebbares (Regen-)Wasser ein wichtiger Baustein für die Lebensqualität in unseren Städten ist.

Die europäische Wasserrahmenrichtlinie fordert in Artikel 4 Umweltziele den guten Zustand der Gewässer. Dies impliziert einen ganzheitlichen, ökologischen Ansatz bei der Bewirtschaftung von Gewässern und eine genaue Kenntnis der Herkunftswege von Belastungen. Die in der Richtlinie verankerte integrative und vorrangig immissionsorientierte Sichtweise lässt weitergehende Maßnahmen zur Verringerung der Gewässerbelastung erwarten.

Das Kanalnetz, die Kläranlage und das Gewässer stehen über die Einleitungsstellen in einem engen Bezug. Die Abkehr von der bisherigen zumeist punktuellen hin zu einer linienförmigen Betrachtungsweise mit der Bezugsgröße Gewässerabschnitt bedarf deshalb eines aufeinander abgestimmten Betriebskonzepts. Mit den heute zumeist statisch wirkenden (ungesteuerten) Entwässerungstechniken lassen sich die zukünftigen Forderungen nicht ohne weiteres widerspruchsfrei erfüllen.

Gerade vor dem Hintergrund der ganzheitlichen Betrachtungsweise bietet sich die integrale Abflusssteuerung (iAST) als eine Planungsvariante an. Sie nutzt den sich aus der Diskrepanz zwischen Planungs- und Ist-Zustand bietenden Handlungsspielraum konsequent aus.

Der vorliegende Themenband liefert ein Anwendungsbeispiel für die Planung einer integralen Abflusssteuerung und orientiert sich dabei an dem Merkblatt DWA-M 180 „Handlungsrahmen zur Planung der Abflusssteuerung in Kanalnetzen“. Das Beispiel beruht auf einem fiktiven Kanalnetz in einer Stadt namens Astlingen, das eine Vielzahl von Randbedingungen aufweist, die für reale Kanalnetze charakteristisch sind und die Planung einer integralen Abflusssteuerung bestimmen. Da in dem Anwendungsbeispiel für Astlingen zahlreiche Aspekte der integralen Abflusssteuerung nicht berücksichtigt werden können, sind weiterführende Hinweise in grau hinterlegten Kästen hervorgehoben.

Das Beispiel soll eine Hilfestellung für Interessierte bieten, um auch bei abweichenden Randbedingungen eine systematische und erfolgversprechende Planung zu ermöglichen. Besonders angesprochen sind Abwasserbeseitigungsbetriebe und deren Auftragnehmer, die das Bewirtschaftungspotenzial von Entwässerungssystemen zur Verbesserung von Gewässerschutz und betrieblicher Effizienz nutzen wollen.

Verfasser

Das Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe ES-2.4 „Integrale Abflusssteuerung“ im Fachausschuss „Systembezogene Planung“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

BEENEKEN, Thomas	Dipl.-Ing., Hannover
ERBE, Volker	Dr.-Ing., Wuppertal
HAAS, Ulrich	Dipl.-Ing., Stuttgart (Sprecher)
LANGE, Maja	Dipl.-Ing., Aachen
MANG, Jürgen	Dr.-Ing., Essen
MUSCHALLA, Dirk	Prof. Dr.-Ing., Graz
PABST, Michael	Dr.-Ing., Hannover
PFEFFER, Stefan	Dipl.-Ing., Bad Mergentheim
REDER, Christian	Dipl.-Ing., Bremen
ROHLFING, Richard	Dr.-Ing., Hannover
SCHEER, Martina	Dr.-Ing., Oberstdorf
SCHUMACHER, Bert	LRBD Dipl.-Ing., Detmold
SCHÜTZE, Manfred	Dr.-Ing., Magdeburg
WEILANDT, Matthias	Dr.-Ing., Essen (ehemaliges Mitglied bis 21.12.2016)

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BERGER, Christian	Dipl.-Ing., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
-------------------	--

Inhalt

Vorwort	.....	3
Verfasser	.....	4
Bilderverzeichnis	.....	6
Tabellenverzeichnis	.....	7
Abkürzungsverzeichnis	.....	8
1 Projektgebiet	.....	9
2 Veranlassung	.....	11
3 Planungsgrundlage	.....	12
3.1 Entwässerungssystem	.....	12
3.1.1 Kanalnetz und Kläranlage	.....	12
3.1.2 Hydraulischer Zustand	.....	13
3.1.3 Bauwerke	.....	13
3.2 Belastungen	.....	13
3.2.1 Trockenwetter	.....	13
3.2.2 Niederschlag	.....	14
3.3 Messdatengrundlage	.....	15
3.4 Betriebserfahrungen	.....	15
3.5 Gebietsentwicklungen	.....	15
3.6 Checkliste Planungsgrundlagen	.....	15
4 Potenzialprüfung	.....	16
4.1 Abschätzung des Steuerpotenzials	.....	16
4.1.1 Steuerungswürdigkeit	.....	16
4.1.2 Simulation Ist-Zustand	.....	16
4.2 Auswahl der Steuerelemente	.....	17
4.3 Anwendung des Zentralbeckenansatzes	.....	17
5 Simulation	.....	18
5.1 Strategie	.....	18
5.2 Modellierung und Simulation	.....	20
5.2.1 Systemkonfiguration	.....	20
5.2.2 Modellierungsannahmen	.....	21
5.2.3 Simulationssoftware	.....	22
5.3 Ergebnis	.....	23
5.3.1 Ohne Erhöhung des Kläranlagenzulaufs	.....	23
5.3.2 Mit Erhöhung des Kläranlagenzulaufs	.....	24
6 Integration in das Prozessleitsystem	.....	25
7 Stand technische Ausrüstung	.....	26
7.1 Bestandsaufnahme	.....	26
7.1.1 Regenüberlaufbecken 1	.....	27

Abflusssteuerung in Kanalnetzen – Anwendungsbeispiel

7.1.2	Regenüberlaufbecken 2.....	28
7.1.3	Stauraumkanal SKO 3.....	29
7.1.4	Regenüberlaufbecken 4.....	29
7.1.5	Regenüberlaufbecken 6.....	30
7.1.6	Weitere Sonderbauwerke.....	30
7.2	Erneuerungsbedarf.....	30
8	Ausfallstrategie	32
8.1	Störungen	32
8.2	Rückfallebene	32
9	Kostenschätzung	33
10	Genehmigung	34
10.1	Probetrieb	34
10.2	Regelbetrieb	35
Anhang A Funktionsweise einer integralen Abflusssteuerung		36
Anhang B Checkliste Planungsgrundlagen		37
Anhang C Checkliste Bestandsaufnahme.....		39
Anhang D Bewertungstabelle zur Abschätzung der Steuerwürdigkeit.....		46
Anhang E Steueralgorithmus als Structured Text der IEC-Norm		47
Anhang F Gesamtdarstellung des Kanalnetzes Astlingen		48

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Blick auf „Astlingen“	9
Bild 2:	Stadtfluss von „Astlingen“	9
Bild 3:	Entwässerungssystem der Stadt Astlingen	10
Bild 4:	Auslaffahne am RÜB 6 bei einem schwachen Regenereignis	11
Bild 5:	Zusammenhang zwischen einzustellendem Drosselabfluss und Füllgrad.....	19
Bild 6:	Schematische Darstellung des Kanalnetzes Astlingen	21
Bild 7:	Gesamtüberlaufvolumen für verschiedene Steuerungsszenarien.....	23
Bild 8:	Überlaufvolumen der Einzelbauwerke für Ist- und gesteuerten Zustand.....	24
Bild 9:	Überlauffrachten der Einzelbauwerke für Ist- und gesteuerten Zustand.....	24
Bild 10:	Überlaufvolumen verschiedener Steuerungsszenarien und max. Kläranlagenzulauf.....	25
Bild 11:	Integration iAST in das PLS	26
Bild 12:	RÜB 1 Betriebsgebäude	27
Bild 13:	RÜB 1 Trennbauwerk bei laufender Beckenentleerung.....	27
Bild 14:	RÜB 2 offenes Becken	28
Bild 15:	RÜB 2 zustandsbedingt zu erneuernder Regelschieber mit Stellantrieb	28
Bild 16:	RÜB 2 zustandsbedingt zu erneuernder Schaltschrank.....	28
Bild 17:	SKO 3 Entlastungsschwelle.....	29
Bild 18:	RÜB 4 Speicherkammer	30

Bild 19:	RÜB 4 Drosselorgan	30
Bild 20:	Zusammenhang von Speicherauslastung und Drosselabfluss für Steuerpunkte.....	35
Bild 21:	Nachweis von Regeleingriffen anhand von Ganglinien	35
Bild 22:	Funktionsweise einer integralen Abflusssteuerung	36
Bild 23:	Kanalnetz Astlingen, implementiert in Simba	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kenndaten der verwendeten Niederschlagsdaten.....	14
Tabelle 2:	Simulation Ist-Zustand: Abläufe aus Sonderbauwerken	16
Tabelle 3:	Simulation Ist-Zustand: Überläufe aus Sonderbauwerken	16
Tabelle 4:	Systemdaten der Teileinzugsgebiete	20
Tabelle 5:	Systemdaten der Sonderbauwerke	20
Tabelle 6:	Konzentrationen von Abwasserinhaltsstoffen	22
Tabelle 7:	Erneuerungsbedarf.....	31
Tabelle 8:	Zusammenstellung von Investitionskosten.....	33

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
A_{EK}	kanalisiertes Einzugsgebiet
AST	Abflusssteuerung
A_u	undurchlässige Fläche
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i> (Übertragungsstandard)
EZG	Einzugsgebiet
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i> (Mobilfunkstandard)
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i> (Mobilfunkstandard)
iAST	integrale Abflusssteuerung
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i> (Normungsgremium)
LTE	<i>Long Term Evolution</i> (Mobilfunkstandard)
MID	Magnetisch-induktive Durchflussmessung
NG	(Gelände-) Neigungsgruppe
PLS	Prozessleitsystem
Pw	Pumpwerk
Q_f	Fremdwasserabfluss
Q_m	Mischwasserabfluss zur Kläranlage
Q_{sx}	Tagesspitze des Schmutzwasserabflusses
RS	Regenschreiber
RÜ	Regenüberlaufbauwerk
RÜB	Regenüberlaufbecken
SKO	Stauraumkanal mit obenliegender Entlastung
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung
UMTS	<i>Universal Mobile Telecommunications System</i> (Mobilfunkstandard)
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
ZBA	Zentralbeckenansatz

1 Projektgebiet

Der Stadtname von Astlingen setzt sich zusammen aus der für Abflusssteuerung üblichen Abkürzung AST und dem Namenszusatz „-ingen“, was vornehmlich im süddeutschen Raum eine häufig verwendete Wortendung ist und auf eine Zugehörigkeit – meistens auf Personen – hinweist.

Astlingen (Bild 1, beispielhafte Fotografie), mit seinen rd. 35.000 Einwohnern, ist eine frei erfundene Stadt, welche repräsentativ für viele größere und kleinere Städte in ganz Deutschland oder anderen Regionen steht.



Bild 1: Blick auf „Astlingen“

Der Stadtkern von Astlingen weist eine Mischnutzung auf. Hier befinden sich Verwaltungs- und Bürogebäude. Die ausgedehnte Fußgängerzone in der historischen Altstadt wird dominiert von Einzelhandel und Wohngebäuden. Nördlich des Zentrums liegt der Stadtpark. In den Außenbereichen hat sich im Westen ein größeres Gewerbegebiet entwickelt, ansonsten geht das stark urban geprägte Stadtinnere in Wohngebiete mit Ein- und Mehrfamilienhäusern über. Im Zuge einer Strukturreform wurde die benachbarte Ortschaft im Osten eingemeindet.

Die Stadt wird durchzogen von einem größeren Fluss, dem Stadtfluss (Bild 2). Der Uferbereich ist durch die bestehende Bebauung geprägt und dadurch für die Gemeinschaft kaum zugänglich. In ihn mündet ein Bach, welcher zuvor durch den Stadtpark fließt (Parkbach) und hier als naturnah gestaltetes Fließgewässer für erholungssuchende Bürger und Touristen erlebt wird. An seinem Ufer finden sich Spiel- und Liegewiesen.



Bild 2: Stadtfluss von „Astlingen“

Anfang der 70er Jahre erlebte Astlingen einen wirtschaftlichen Aufschwung. In dieser Zeit wurde das bis dato natürlich gewachsene Gewerbegebiet im Westen auf die andere Flussseite nach Süden hin