

# ABFLUSSSTEUERUNG POTENZIALE ERKENNEN UND NUTZEN

U. Haas, Stuttgart

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Abflussbeeinflussung .....	2
2.1	Bauwerke .....	2
2.2	Maschinen- und Messtechnik .....	3
2.3	Fernwirktechnik .....	4
2.4	Steuerungstechnik .....	4
3	Steuerungswürdigkeit .....	5
4	Potenziale im Kanalnetz .....	5
4.1	Ausgangssituation .....	5
4.2	Netzcharakteristik .....	6
4.3	Abflussverhalten .....	7
4.4	Regenbelastung .....	8
4.5	Auswertung .....	9
5	Potenziale auf der Kläranlage .....	10
6	Fallbeispiele .....	12
7	Ausblick .....	14

## 1 EINLEITUNG

Die Wasserqualität der Fließgewässer hat sich in den letzten Jahrzehnten dank der hohen Investitionen in entwässerungs- und abwasserreinigungstechnische Einrichtungen deutlich verbessert. Aufgrund der in der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie verankerten integrativen und vorrangig immissionsorientierten Sichtweise sind dennoch weitere oder weitergehende Maßnahmen zur Verringerung der Gewässerbelastung zu erwarten. Selbstverständlich werden die Forderungen nach Überflutungssicherheit und gleichzeitig besserer Auslastung der Kanalnetze sowie geringer Ablaufwerte bei gleichzeitig hoher Betriebsstabilität der Kläranlagen bestehen bleiben.

Kanalnetz, Kläranlage und Gewässer stehen über die Einleitungsstellen in einem engen Bezug. Die Abkehr von der bisherigen, zumeist punktuellen Betrachtungsweise hin zu einer linienförmigen Betrachtungsweise mit der Bezugsgröße Gewässerabschnitt bedarf deshalb eines aufeinander abgestimmten Betriebskonzeptes.

Die ökologischen Rahmenbedingungen und die Finanzmittelknappheit der öffentlichen Hand zwingen den Planer und den Betrieb Hand in Hand zu arbeiten, um versteckte Potenziale zu finden und vorhandene Ressourcen noch besser zu nutzen. Mit statisch wirkenden (ungesteuerten) Entwässerungstechniken lassen sich die

zukünftigen Forderungen nicht ohne weiteres widerspruchsfrei erfüllen. Gerade vor dem Hintergrund der ganzheitlichen Betrachtungsweise bietet sich die Abflusssteuerung (AST) als eine Planungsvariante an. Sie nutzt den sich aus der Diskrepanz zwischen Planungs- und Betriebsbedingungen bietenden Handlungsspielraum konsequent aus.

## 2 ABFLUSSBEEINFLUSSUNG

### 2.1 Bauwerke

Die in Tabelle 1 aufgeführten Bauwerke eines Entwässerungsnetzes sind steuerungstechnisch relevant. Die Kenndaten dieser Netzelemente sind zu ermitteln.

Werden Leistungsreserven erkannt, so führt eine gezielte Umverteilung der Abflüsse mittels Abflusssteuerung zu einer Vergleichmäßigung der Entlastungsmerkmale (Menge, Dauer, Häufigkeit) an Regenauslässen.

Der Betriebsweise der Regenbecken kommt noch eine besondere Bedeutung zu. Während bei Hauptschlussbecken der Abfluss durch das Becken geleitet wird, kann bei Nebenschlussbecken der Entleerungsvorgang gezielt erfolgen (qualifizierter Nebenschluss).

**Tabelle 1: Netzelemente und deren Relevanz für die Abflusssteuerung**

Regenbecken (RB) Regenüberlaufbecken (RÜB) Regenrückhaltebecken (RRB) Regenklärbecken (RKB)	bautechnisch relevant: Beckenvolumen, Höhenlage, Bauwerksgeometrie, Einbauten (Messeinrichtung, Drosselorgan, Klappen, Tauchwände etc.) hydraulisch relevant: Zulaufgestaltung, Drosselabfluss, maximale Einstaubebene, Länge, Form sowie Höhenlage der Entlastungsschwelle Sonstiges: Betriebsweise, Einzugsgebiet, Vorfluter
Regenüberlauf (RÜ)	bautechnisch relevant: Höhenlage, Bauwerksgeometrie, Einbauten (Drosselorgan, Regelschieber, Tauchwände etc.) hydraulisch relevant: Zulaufgestaltung, Drosselabfluss, Länge, Form sowie Höhenlage der Entlastungsschwelle Sonstiges: Einzugsgebiet, Vorfluter
Transport- oder Verbindungskanal	Durchmesser, Volumen, Fließzeitverhalten
großvolumige Kanalabschnitte: Stauraumkanäle (SK) SK als Kaskade (SKK) Zulaufkanäle (ZK)	Zusätzlich zu Regenbecken: Art der Stauraumaktivierung, maximale Einstaubebene, aktivierbarer Kanalstauraum, Kenndaten der zugehörigen Sonderbauwerke

Speicherräume finden sich aber nicht nur allein im Kanalnetz. In Ausnahmefällen kann Regenwasser auch auf der Oberfläche, z.B. durch Einstau von Plätzen (Park-, Fest-, Sportplätze) zwischengespeichert werden. Die damit verbundene Einschränkung der Nutzung ist zu berücksichtigen.

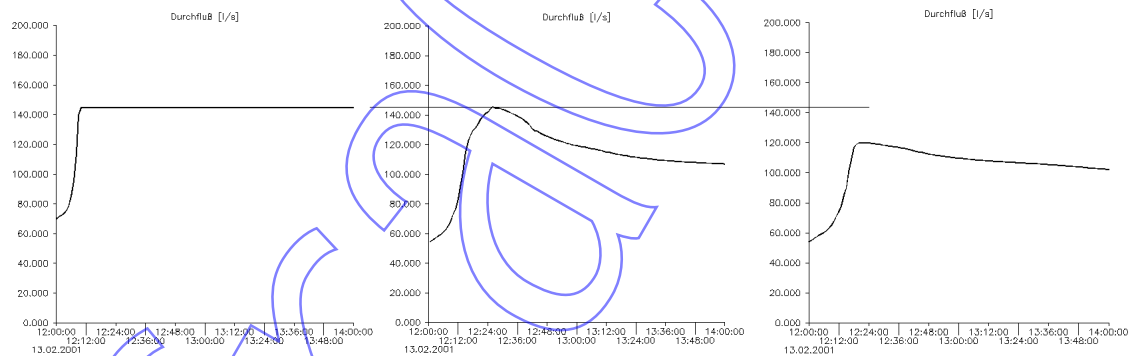
## 2.2 Maschinen- und Messtechnik

Die Organe zur aktiven Beeinflussung der Abfluss-, Speicher- und Entlastungsvorgänge im Kanalnetz sind:

- verstellbare Schieber
- bewegliche Wehrschwellen
- Pumpen

Früher wurden Drosselabflüsse an Regenbecken mittels fest eingestellter Schieber oder mit Drosselstrecken erzwungen. Im Zuge von Sanierungsmaßnahmen werden diese Einrichtungen gegen verstellbare Organe ausgetauscht. Sehr oft werden Regelschieber eingesetzt, welche einer lokalen Steuerung unterliegen.

Bei hydrostatisch wirkenden Drosselorganen tritt der Bemessungsabfluss in der Regel nur bei maximalem Wasserstand auf. Zu Zeiten von Teilfüllungen wird die Kapazität der Kläranlage nicht ausgenutzt, da der Beckenabfluss infolge des kleineren Vordrucks geringer ist. Es wird Speicherkapazität verschwendet, da bereits Einstau erfolgt, wenn dies noch gar nicht notwendig ist. Zudem wird die Entleerungszeit unnötig verlängert, da nur während der kurzen Zeitspanne des Volleinstaus die größte zulässige Entleerungsrate weitergeleitet wird. Im Fall eines gesteuerten Schiebers wird der Bemessungsabfluss sofort erreicht und das Becken füllt sich langsamer (Bild 1). Dadurch wird das Entlastungsvolumen gegenüber der statischen Methode reduziert.



**Bild 1: Abflussganglinien, links: Regelschieber, Mitte: fest eingestellter Schieber bei Bemessungsregen, rechts: fest eingestellter Schieber bei einem schwachen Regenergebnis**

Im Hinblick auf eine übergeordnete Steuerungsstrategie sind die Stellorgane bezüglich ihrer Eignung/Nachrüstung für den Regelungsbetrieb, Dimension (minimale und maximale hydraulische Leistungsfähigkeit), Zuverlässigkeit im Betrieb und Ausbaustand (Baujahr) zu erfassen.

Die Messtechnik unterlag in den vergangenen Jahren einem enormen Entwicklungsfortschritt. Alle abfluss- und entlastungsrelevanten Bauwerke der Kanalisation wie auch die Kläranlage sind messtechnisch sehr gut ausgestattet.

Messgeräte erfassen die Entlastungstätigkeit im Entwässerungsnetz und geben Informationen weiter:

- Abfluss
- Füllstand
- Niederschlagshöhe
- Wassergüte

Im Hinblick auf eine übergeordnete Steuerungsstrategie sind die Messgeräte bezüglich ihres Messprinzips und Messbereichs, ihrer Zuverlässigkeit und datentechnischen Anbindung zu erfassen.

### 2.3 Fernwirktechnik

Unter Fernwirktechnik werden Einrichtungen wie Reglerbausteine, Steuerungsrechner, Anlagen zur Übertragung von Zustandsinformationen und Stellbefehlen verstanden.

Sie dienen der kontinuierlichen oder manuell abfragbaren Kontrolle des Funktionsverhaltens ferner Bauwerke. Dies beinhaltet nicht nur eine Übertragung von Betriebszuständen (z. B. Ein-/Aus-Zustand von Aggregaten), sondern auch von Informationen zu Entlastungsereignissen (z. B. Einstauhäufigkeit und Überfallhöhe). Bei Fernwirkssystemen ist es möglich interaktiv einzugreifen. Dies kann z. B. die Einstellung bzw. Veränderung eines Drosselabflusses sein.

Im Hinblick auf eine übergeordnete Steuerungsstrategie sind die Funktionalitäten eines Fernüberwachungs- bzw. Fernwirksystems zu erfassen. Dies beinhaltet folgende Aspekte:

- Übertragung aller steuerungsrelevanten Messsignale und Steuerungsbefehle
- Verbindungsart zwischen Steuerungszentrale und Vor-Ort-Anlagen
- Zuverlässigkeit und Zeitverhalten (Übertragungsverzögerungen) der Verbindung

### 2.4 Steuerungstechnik

#### Lokale Steuerung:

Bei der lokalen Steuerung werden die Stellorgane des Entwässerungssystems unabhängig voneinander betrieben. Informationen aus einem örtlich begrenzten Bereich dienen als Grundlage für den Steuerungseingriff. Dies trifft beispielsweise für die Ablaufmengenbegrenzung an einem Regenbecken mit vorgegebenen Abfluss zu.

#### Verbundsteuerung:

Hier werden die jeweiligen Sollwerte der lokalen Regelkreise in Abhängigkeit von aktuellen und ggf. vorausgerechneten Zuständen des Entwässerungssystems, also auch von anderen Stellen im System modifiziert.

#### Steuerungsalgorithmen:

Die Kriterien, welche die Steuerungsziele konkretisieren sind u.a.:

- Überlaufhäufigkeiten und -volumen
- Überlaufmengen und -konzentrationen
- Maximaler Kläranlagenzufluss unter Einhaltung der Ablaufwerte
- Gewässergütebasierte Kriterien

Folgende Basisstrategien lassen sich aus den Kriterien u.a. entwickeln:

- Gleichmäßige Auslastung von Speicherraum, Entlastung erst zulassen, wenn alle Speicherräume gefüllt sind
- Berücksichtigung des aktuellen Zustandes (Hydraulik und Güte) des Gewässers; Regenentlastungen in sensitive Gewässer zuletzt
- Berücksichtigung des aktuellen Zustandes der Kläranlage, insbesondere bei kritischen Zuständen (z. B. erhöhte Schlamm Spiegelbildung), ggf. Reduktion des Kläranlagenzuflusses

### 3 STEUERUNGSWÜRDIGKEIT

Zur vereinfachten Abschätzung der Steuerungswürdigkeit eines Entwässerungssystems hat die DWA-Arbeitsgruppe ES 2.4 „Integrale Abflusssteuerung“ eine Bewertungstabelle entwickelt. Sie liegt dem Merkblatt DWA-M 180 "Handlungsrahmen zur Planung von Abflusssteuerung in Kanalnetzen" auf CD in digitaler Form bei. Für diese Bewertungstabelle müssen Kenndaten des zu untersuchenden Kanalnetzes zusammengestellt werden. Diese Kenndaten werden mit Bewertungspunkten versehen. Die Summe der Bewertungspunkte ist das Kriterium für die Zweckmäßigkeit weitergehender Untersuchungen zur Abflusssteuerung.

### 4 POTENZIALE IM KANALNETZ

#### 4.1 Ausgangssituation

Die hydraulische Bemessung des Kanalnetzes zielt auf eine ausreichende Dimensionierung der Fließquerschnitte ab und setzt auf der sicheren Seite liegende Abflüsse an. Die Folge ist ein verbesserter Entwässerungskomfort, da auch stärkere Regenereignisse sicher abgeleitet werden. Bei kleineren Regenereignissen bleibt allerdings wertvoller Kanalstauraum ungenutzt. So werden beispielsweise Mischwassernetze während mehr als 90% der Zeit mit weniger als 10% ihrer Transportkapazität beaufschlagt.

Die Planung von Anlagen zur Regenwasserbehandlung hat eine andere Zielsetzung. Sie soll das Gewässer vor Schmutzeinträgen schützen. Hier führt ein auf der sicheren Seite liegendes, großes Beckenvolumen zu selteneren Überläufen.

Die Bemessungsansätze für die Regenwasserbehandlung sind mit dem Planungshorizont der Kläranlage in Einklang zu bringen. Vielerorts ist festzustellen, dass die Siedlungsentwicklung in den Einzugsgebieten recht unterschiedlich verlaufen ist. Deshalb darf man davon ausgehen, dass Regenbecken, unabhängig davon, dass sie sich während eines Regenereignisses alle füllen, dennoch ungleichmäßig ausgelastet sind.

Alle drei Aspekte sprechen dafür, dass Potenzial für die Abflusssteuerung in den Kanalnetzen gefunden wird.

Die meisten Kanalnetze werden als ungesteuerte, statische Systeme betrieben. Treten bei der Abwasserableitung hydraulische Engpässe auf oder führen Mischwasserentlastungen zu nicht vertretbaren Gewässerverunreinigungen, so werden diese Probleme i.d.R. auf konventionelle Art "an Ort und Stelle" gelöst:

- Neubau von Regenbecken
- Aufweitung der Rohrdurchmesser
- Abkopplung von Entwässerungsgebieten
- alternative Entwässerungsmethoden

In aller Regel liegt ein Allgemeiner Kanalisationsplan (AKP) vor und dient der Verwaltung als perspektivisch-strategische Richtschnur. Er besteht aus drei Hauptkomponenten:

- der hydraulischen Berechnung - Bestand/Prognose
- der Schmutzfrachtberechnung - Bestand/Prognose
- einem Maßnahmen- und Kostenplan

Im Zuge der Abarbeitung dieser Komponenten stößt der Planer zwangsläufig an die Grenzen konventioneller Lösungsansätze, wenn er auf folgende Grundsätze achtet:

- wirtschaftliche und gleichzeitig ökologisch sinnvolle Lösungen anzubieten,
- eine nachhaltige und technisch zukunftsfähige Konzeption zu entwickeln,
- Betriebs- und Unterhaltung mit Überwachungstechniken zu verknüpfen

## 4.2 Netzcharakteristik

In der Tabelle 2 ist ein Auszug aus der Bewertungstabelle (DWA-M 180) aufgeführt, welcher sich mit der Kanalnetzcharakteristik befasst. Die Qualität der Eigenschaften ist mit Punkten zur Abschätzung der Steuerungswürdigkeit belegt (Klammerwerte).

**Tabelle 2: Bewertungstabelle zur Steuerungswürdigkeit; C. Kanalnetz(-charakteristik)**

C.1	Anzahl vorhandener Steuerungseinrichtungen (z.B. Pumpen, Schieber, Wehre)	mehrere (4)	1-2 (2)	keine (0)
C.2	Sammlergefälle	flach < 0,2 % (4)	mittel (2)	steil > 0,5 % (0)
C.3	Leistungsfähige Maschen im Sammlernetz	mehrere (4)	1-2 (2)	keine (0)
C.4	Anzahl vorhandener Rückhalteanlagen (Becken und Stauraumkanäle (> 50m <sup>3</sup> ))	>4 (4)	1 - 3 (2)	0 (0)
C.5	Anzahl vorhandener Entlastungsanlagen	>6 (4)	2 - 6 (2)	<2 (0)
C.6	Absolutes Speichervolumen (Becken und / oder Kanalstauräume)	> 5000 m <sup>3</sup> (4)	2000 - 5000 m <sup>3</sup> (2)	< 2000 m <sup>3</sup> (0)
C.7	Spezifisches Speichervolumen (= absolutes Speichervolumen bezogen auf undurchlässige Fläche)	> 40 m <sup>3</sup> /ha (4)	20 - 40 m <sup>3</sup> /ha (2)	< 20 m <sup>3</sup> /ha (0)
C.8	Anzahl Zulaufsammler zur Kläranlage	> 2 (3)	2 (1)	1 (0)

C.1: Steuerungseingriffe in das Abflussgeschehen erfolgen an Pumpen, Schiebern, Wehren etc.. Sind diese Stellorgane bereits vorhanden, so kann eine Abflusssteuerung häufig bereits durch einfache Ergänzungen der Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik umgesetzt werden.

C.2: In Sammlern mit großen Profilquerschnitten und mit geringem Gefälle kann durch eine oder wenige Kaskaden zusätzlicher Stauraum aktiviert werden. Es ist zu prüfen,

ob der Einstau zu unerwünschten Kanalablagerungen führt oder, ob im Gegenteil, die Kaskade gezielt für eine Kanalspülsteuerung eingesetzt werden kann.

C.3: Maschen im Kanalnetz bieten die Möglichkeit, Abflüsse über mehrere Sammler zu verteilen. Damit können Belastungen flexibler umverteilt werden.

C.4: Sind im Entwässerungssystem viele Regenrückhalteanlagen vorhanden, stellt sich bei starren Drosselabflüssen häufig eine ungleichmäßige Auslastung ein. Der Vorteil der Abflusssteuerung ist, dies ausgleichen zu können.

C.5: Sind im Entwässerungssystem mehrere Entlastungsanlagen vorhanden, so kann auf unterschiedliche Belastungssituationen flexibler reagiert werden. Der Vorteil einer Abflusssteuerung der Drosselabflüsse wirkt sich hier eher aus, als bei Entwässerungssystemen mit nur wenigen Entlastungsanlagen.

C.6: Große aktivierbare Volumina bedeuten ein besseres Kosten-Nutzen-Verhältnis, da ein Teil der Kosten einer Steuerung nicht von der Größe der Anlagen abhängt, sondern als Fixkostenanteil immer aufgewendet werden muss.

C.7: Steht nur wenig spezifisches Speichervolumen zur Verfügung, so sind die Speicherräume bereits bei kleineren Niederschlägen gefüllt. Da im Netz dann keine Reserven vorhanden sind, kann die Situation mit Abflusssteuerung nicht verbessert werden.

### 4.3 Abflussverhalten

In der Tabelle 3 ist ein Auszug aus der Bewertungstabelle (DWA-M 180) aufgeführt, welcher sich mit dem Abflussverhalten des Kanalnetzes befasst.

**Tabelle 3: Bewertungstabelle zur Steuerungswürdigkeit; D. Netzverhalten**

D.1	Lokal begrenzte Überschwemmungsbereiche	mehrere (2)	1-2 (1)	keine (0)
D.2	Anzahl von Becken mit ungleichmäßiger Ausnutzung	> 1 (4)	1 (2)	keines (0)
D.3	Ungleichmäßiges Entlastungsverhalten	stark (4)	mittel (2)	gering (0)

D.1: Häufig werden bei Starkregenereignissen lokal begrenzte Überschwemmungsbereiche beobachtet, während andere Teilgebiete noch ausreichend freie Kapazitäten aufweisen. Bei nicht vorhandenen baulichen Engpässen ist dies ein Hinweis darauf, dass vorhandene Ressourcen im Kanalnetz nicht ausgenutzt werden. Dies kann durch Abflusssteuerung verbessert werden.

D.2: Eine ungleichmäßige Ausnutzung von Becken deutet darauf hin, dass die vorhandenen Ressourcen nicht optimal genutzt werden. Trifft dies nur auf ein Becken zu, so kann bereits eine lokale Steuerung eine bessere Ausnutzung des Speicherraums bewirken. Werden mehrere Becken ungleichmäßig ausgenutzt, so kann eine Verbundsteuerung im Sinne einer lastfallabhängigen Beeinflussung der Drosselabflüsse die Situation verbessern.

D.3: Ein ungleichmäßiges Entlastungsverhalten weist darauf hin, dass die Speicherkapazitäten im Kanal nicht richtig ausgenutzt werden. Je stärker die Unterschiede im Entlastungsverhalten sind, um so erfolgversprechender ist es, z. B. durch eine lastfallabhängige Beeinflussung der Drosselabflüsse eine bessere Ausnutzung der Speicherräume zu erreichen.

### 4.4 Regenbelastung

AST-basierte Lösungsansätze potenzieren geradezu die Möglichkeiten des Planers, weil der Faktor "Zeit" hinzukommt. AST greift nämlich noch während des Regenereignisses in laufende Abfluss- und Speichervorgänge ein und optimiert sie.

Die Abflusssteuerung erwirkt den größten Nutzen bei Regenereignissen mit hoher Häufigkeit (= kurze Wiederkehrzeit T). Dies sind gerade die Regenereignisse, welche aufgrund des Mischungsverhältnisses und der damit verbundenen hohen Entlastungskonzentration als kritisch einzustufen sind (Bild 2). Hingegen ist bei Starkregenereignissen die Effektivität gegenüber einem ungesteuerten Netz vernachlässigbar oder ganz aufgehoben.

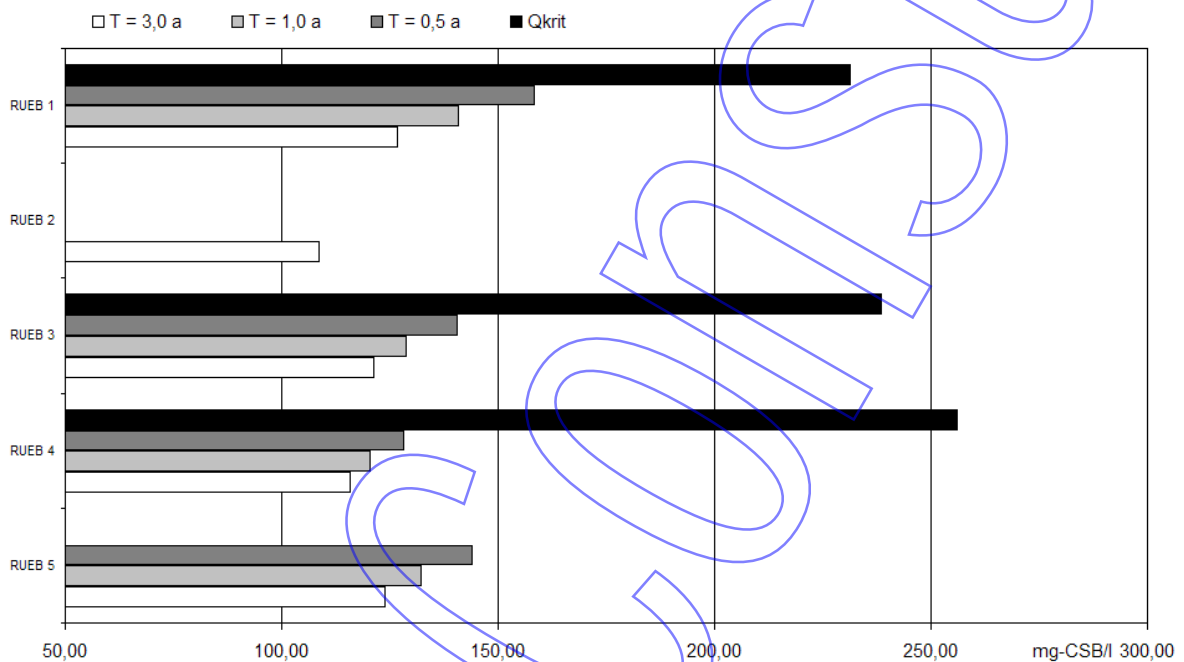


Bild 2: Entlastungskonzentrationen von Einzelregenereignissen

Aber nicht nur die Regenintensität spielt eine wichtige Rolle. Vor allem bei ungleichmäßiger Beregnung kommen die Vorteile der Abflusssteuerung zur Geltung. Die beiden, in Bild 3 dargestellten Regenverläufe im Einzugsgebiet einer Kläranlage machen deutlich, wie in Folge der Ungleichberegnung auch die Regenbecken ungleichmäßig ausgelastet sein können. Die Kapazität der Kläranlage wird so nicht optimal genutzt.

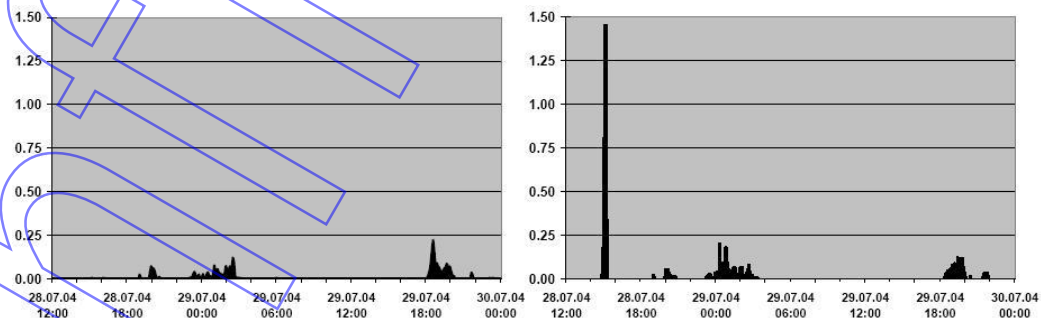


Bild 3: Beispiel einer Ungleichberegnung innerhalb eines Einzugsgebiets einer Kläranlage



### 4.5 Auswertung

Nachdem die Kenndaten zusammengetragen sind, eine erste Abschätzung des Steuerungspotenzials anhand der Bewertungstabelle erfolgt ist, sollten die Daten tabellarisch und graphisch aufbereitet werden, um sie weiter analysieren zu können.

Folgende Parameter bieten sich an:

- spezifisches Beckenvolumen
- Entlastungskonzentration
- Mischungsverhältnis
- Situation des Gewässers

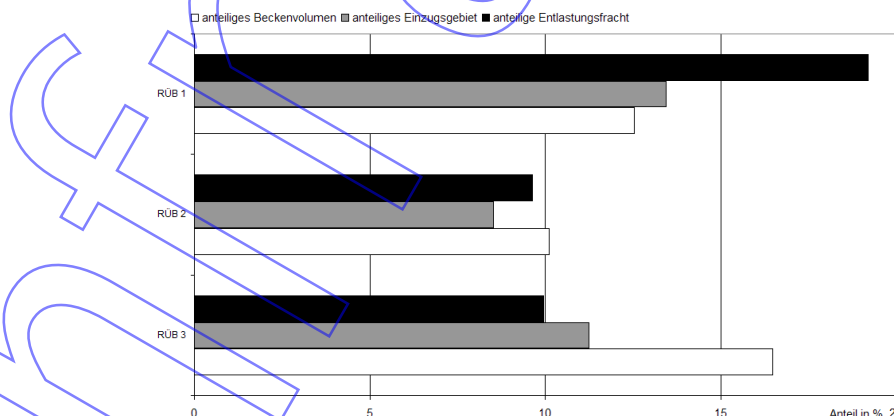
Diese Werte werden dann mit Erfahrungswerten verglichen, wie sie in Tabelle 4 auszugsweise dargestellt sind [5].

**Tabelle 4: Ranking Tabelle für den Beckenüberlauf an einem Durchlaufbecken**

Unterschreitungs- häufigkeit	BÜ - Tage mit Überlauf Anzahl n Tage pro Jahr	BÜ-Überlaufdauern Stunden pro Jahr
0 - 20 %	0 sehr selten	0 sehr kurz
20 - 40 %	1 selten	<= 1 kurz
40 - 60 %	2 - 9 durchschnittlich	> 1 - 4 durchschnittlich
60 - 80 %	10 - 26 oft	> 4 - 14 lang
80 - 100 %	>= 27 sehr oft	> 14 sehr lang

Neben der Auswertung von Absolutwerten kommt der Betrachtung von Relativwerten eine größere Bedeutung zu. Dieser Vergleich ermöglicht eine Aussage dahingehend, welches Potenzial in der Steuerung einzelner Becken steckt und welche überhaupt in eine Verbundsteuerung integriert werden sollen.

In Bild 4 sind beispielhaft die "Beitrags-"Anteile Beckenvolumen, Einzugsgebietsgröße und Entlastungsfracht auf Basis der Summen für das gesamte Einzugsgebiet aufgetragen. Man erkennt, dass das RÜB 1 wesentlich höher zur Entlastung beiträgt, als es eigentlich zur Größe seines angeschlossenen Einzugsgebiets gehört. Genau das Gegenteil ist beim RÜB 3 festzustellen. Hingegen wird das RÜB 2, zumindest bei gleichmäßiger Überregnung, fast optimal genutzt. Alle drei Balken sind fast gleich lang und weisen damit eine gewisse Ausgewogenheit für die untersuchten Kennwerte auf. Das RÜB 2 ist somit bezüglich einer Steuerung weniger interessant als die anderen beiden Becken.



**Bild 4: Anteil an Beckenvolumen, angeschlossener Fläche und Entlastungsfracht**

Müßte man sich noch zwischen den beiden verbleibenden Becken entscheiden, so wäre dem RÜB 3 Vorrang einzuräumen, da auch mit Herunternahme des Drosselabflusses und dem damit verbundenen Anstieg der Entlastungsfracht, kein ausbalanciertes Verhältnis geschaffen werden kann; Beckenvolumen steht im Vergleich zum Einzugsgebiet mehr als ausreichend zur Verfügung.

## 5 POTENZIALE AUF DER KLÄRANLAGE

Bei der Nachweisführung für ein vorzuhaltendes Beckenvolumen wirken sich die Ausgangsdaten unterschiedlich sensitiv aus [4]. Die Möglichkeiten der Einflussnahme sind begrenzt, da wichtige Parameter wie Niederschlag, befestigte Flächen und Wasserverbrauch praktisch unveränderbar sind. Bild 5 verdeutlicht aber, dass der Bemessungsabfluss zur Kläranlage eine tragende Rolle spielt.

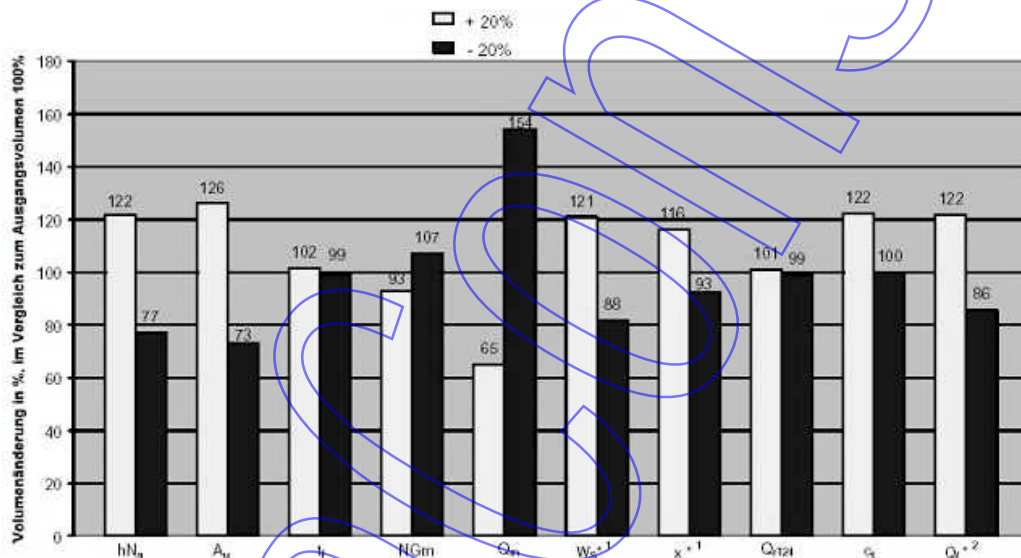


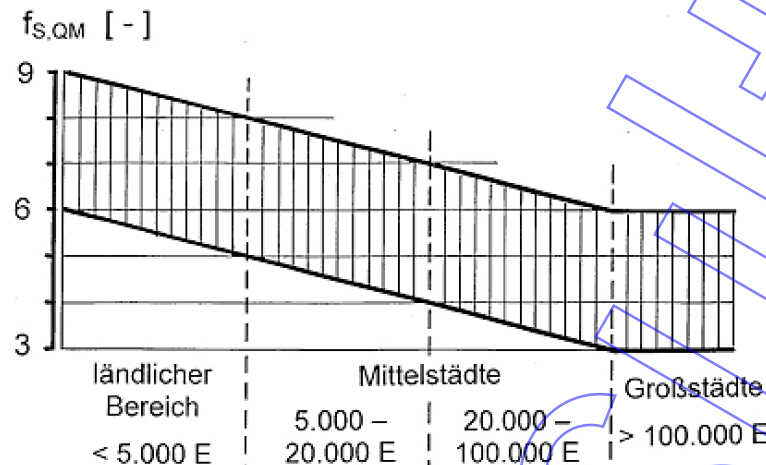
Bild 5: Änderung des Speichervolumens durch Variation der Ausgangsdaten [4]

Bisher wurde der Mischwasserzufluss zur Kläranlage auf einen festen Wert  $Q_{m(alt)} = 2 \times Q_s + Q_f$  festgelegt. Nach [3] ergibt sich  $Q_{M(neu)}$  nunmehr aus einem Spitzenfaktor, dem mittleren jährlichen Schmutzwasserabfluss und dem Jahresmittelwert des Fremdwasserabflusses zu:

$$Q_M = f_{S,QM} \times Q_{S,aM} + Q_{F,aM} \text{ (l/s)}.$$

Unter Berücksichtigung des Spitzenfaktors und der "alten" Berechnungsweise von  $Q_m$  als 85%-Wert in  $m^3/d$  und einem Stundenspitzenfaktor, so ergibt sich:  $Q_{M(neu)} = 3$  bis  $3,5 Q_{m(alt)}$ .

Mit der anzusetzenden Bandbreite des Spitzenfaktors (Bild 6) wird formal die Möglichkeit eingeräumt, das erforderliche Speichervolumen für die Regenwasserbehandlung in Verbindung mit dem Auslastungsgrad der Kläranlage zu optimieren. Eine Erhöhung des Kläranlagenzuflusses ist möglich, solange die zulässigen Ablaufgrenzwerte eingehalten werden.



**Bild 6: Bereich des Faktors  $f_{S,QM}$  zur Ermittlung des optimalen Mischwasserabflusses zur Kläranlage auf der Basis des mittleren jährlichen Schmutzwasserabflusses [3]**

Bei einsetzendem Regen führt der Mischwasserzufluss zu einer Verdrängungsströmung im Vorklärbecken, welche die Trockenwetterfracht aufwirbelt und zu einem Stickstoffstoss in der Belebung führt. Besonders gefährdet sind Anlagen mit Vorklärbecken deren Aufenthaltszeit deutlich über einer Stunde liegt. Des weiteren ist darauf zu achten, dass das Absetzverhalten des Nachklärbeckens unbeeinflusst von schädlichem Schlammabtrieb bleibt.

Wenn die Kläranlage empfindlich auf Schmutzstoffstöße oder hydraulische Spitzen reagiert, wird der Kläranlagenzufluss mittels Abflusssteuerung bei Regenereignissen nur langsam gesteigert. Dies führt dazu, dass indessen die Ressourcen im Kanalnetz stärker in Anspruch genommen werden. Eine integrierte Steuerung zwischen Kläranlage und Kanalnetz kann die zum Teil gegensätzlichen Anforderungen der Teilsysteme Kanalnetz/Kläranlage im Sinne einer Optimierung des Gesamtsystems ausgleichen.

In der Bewertungstabelle des DWA-Merkblatts zur Abflusssteuerung werden entsprechend der Möglichkeiten auf der Kläranlage Punkte verteilt (Klammerwerte), welche in die Beurteilung der Steuerungswürdigkeit des Gesamtsystems eingehen.

**Tabelle 5: Bewertungstabelle zur Steuerungswürdigkeit; F. Kläranlage**

F.1	Möglicher Mischwasserzufluss	$> f_{S,QM} \cdot Q_{S,aM} + Q_{F,aM}$ (3)	$= f_{S,QM} \cdot Q_{S,aM} + Q_{F,aM}$ (1)	$< f_{S,QM} \cdot Q_{S,aM} + Q_{F,aM}$ (0)
F.2	Kläranlage reagiert empfindlich auf hydraulische und/oder Schmutzfrachtstöße	sehr empfindlich (2)		wenig empfindlich (0)

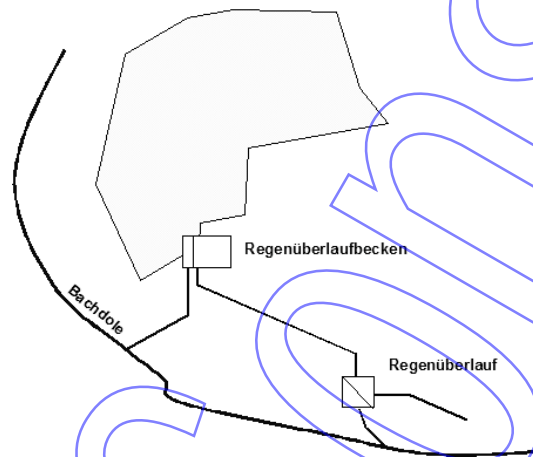
Neben der steuerungstechnischen Lösung gibt es eine Reihe weiterer Möglichkeiten auf einen erhöhten Mischwasserzufluss zu reagieren. Diese sind im Einzelfall zu prüfen und nachfolgend, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, aufgeführt:

- Bypass Vorklärung
- Bewirtschaftung Schlammwasser
- Zusätzliches Belüftungsvolumen
- Optimierung Einlaufbauwerk Nachklärung

- Mischwasserbehandlung im Nachklärbecken
- Anpassung der Rücklaufschlammstrategie

## 6 FALLBEISPIELE

**Vorfluterferne Regenwasserbehandlung.** Eine Regenwasserbehandlung wird besonders wirtschaftlich am Ende eines Ablagerungsträchtigen Entwässerungsgebietes gebaut, beispielsweise am Übergang von einem flachen zu einem steilen Gelände. Findet sich am gewählten Standort kein Vorfluter, so kann in das weiterführende Kanalnetz zurückentlastet werden. Der Abschlag ins Gewässer erfolgt dann an einem anderen Entlastungsbauwerk (z.B. Regenüberlauf) weiter abwärts.



**Bild 7: Schema zu "vorfluterferne RW-Behandlung" und "Entlastung in Bachdole"**

Die Situation vor dem Bau des Beckens kann dazu führen, dass der Spülstoß aus dem flachen, oben liegenden Gebiet auf einen Regen- oder Beckenüberlauf trifft, welcher gerade entlastet. Die Situation nach dem Bau des Beckens, als ungesteuerte Lösung, birgt die Gefahr, dass das Becken seinen hoch verschmutzten Inhalt leert, solange das Netz unterhalb entlastet. Dies ist nicht tolerierbar.

Mittels Steuerung kann die Entlastungstätigkeit des Netzes unterhalb abgefragt und eine Beckenentleerung gestoppt werden. Es kann zusätzlich dafür gesorgt werden, dass die Beckenreinigung erst einsetzt, wenn der relativ saubere obere Wasserkörper des Beckens abgewirtschaftet ist.

**Entlastung in Bachdole.** Relativ oft findet man die Situation vor, dass die Entlastung eines Regenbeckens in eine Bachdole erfolgt. Leider ist die Aufnahmekapazität einer Bachdole durch ihren Querschnitt beschränkt, so dass Regenwasser im Kanalnetz verbleiben muss.

Für ein konventionelles, statisches Netz gilt, dass sich die Entlastungsmenge aus dem möglichen Einleitvermögen in die Bachdole ergibt. Dieses wiederum errechnet sich aus der Kapazität bei Vollfüllung abzüglich des Abflusses bei einem gewählten Bemessungsregen. Erfahrungsgemäß ist die zusätzliche Aufnahmekapazität der Dole gering und die meisten Regenereignisse müssen deshalb ins Kanalnetz rückentlastet werden.

Steuerungstechnisch kann die Entlastung mittels einer Abfrage des Wasserspiegels in der Dole optimiert werden. Damit steht die Dole für viele Regenereignisse zur Verfügung und das Bauwerk ist optimal genutzt.

**Zulauf Kläranlage.** Kläranlagen werden oftmals über lange, große Transportsammler beschickt; auf dem Kläranlagengelände befindet sich dann ein Regenbecken, um den Zulauf zur Kläranlage auf das erlaubte Maß zu drosseln. Im Beispiel hat der Transportsammler seinen Ausgangspunkt an einem Regenüberlauf, welcher zu einem Regenüberlaufbecken (RÜB) umgebaut werden soll.

Wird in Zukunft der Transportsammler vom Ablauf des neuen RÜB beschickt, so wäre er nicht wirtschaftlich ausgelastet. Und zudem ist es nicht sichergestellt, dass das RÜB auf der Kläranlage sinnvoll bewirtschaftet ist.

Steuerungstechnisch lässt sich die Situation im Sinne eines verbesserten Gewässerschutzes optimieren. Das Prinzip muss heißen: Befülle allen Stauraum auf und vor der Kläranlage und nutze sodann das Volumen des neuen RÜB. Dies wird erreicht, indem das Becken einen ausreichend bemessenen Drosselschieber erhält, welcher auch größere Abflüsse weiterleitet.

Dieser Ablauf führt zu einer Vergleichmäßigung der Beckenausnutzung. Die Folge ist, dass ein Maximum an Spülstoß im Netz gefangen wird. Es ist davon auszugehen, dass kleinere Regen gar nicht entlasten. Eine solche Vorgehensweise wird um so interessanter, wenn es Gewerbe- oder Industrieflächen am Standort des neuen RÜB gibt und das Becken als Wasserreservoir für eine Spülung des flachen Hauptsammlers genutzt werden soll.

**RW-Behandlung bei sensiblem Vorfluter.** Die folgend beschriebene Situation ist im Bild 8 dargestellt. Gemäß Vorgabe soll die Gewässersituation der kleineren Bachläufe verbessert werden, statt dessen wird eine relativ gesehen höhere Schmutzfrachtentlastung in den weniger sensiblen großen Vorfluter akzeptiert.

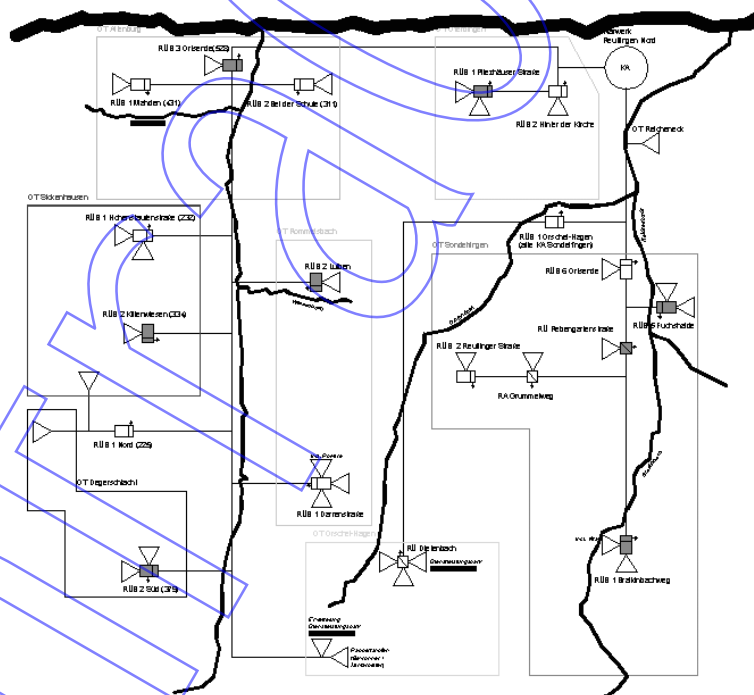


Bild 8: Verfahrensschema zum Beispiel "Sensibler Vorfluter"

Dies geschieht dadurch dass, bei den Regenüberlaufbecken, welche in die schützenswerten Bachläufe entlasten, die Drosselabflüsse variabel eingestellt werden. Mit Regenbeginn bis zur Beckenfüllung liegt der Drosselabfluss bei  $Q_m = 2,4xQ_{sx}+Q_{f24}$  (= Auslastungswert KA). Sobald die Becken gefüllt sind, wird der Drosselabfluss auf  $Q_m = 3,2xQ_{sx}+Q_{f24}$  erhöht.

Die Weiterleitung zur Kläranlage erfolgt am letzten Becken wiederum mit  $2,4xQ_{sx}+Q_{f24}$ . Nach Ablauf der Fließzeit der oben liegenden Einzugsgebiete wird der Drosselabfluss für alle Becken wieder auf  $2,4xQ_{sx}+Q_{f24}$  heruntergenommen, da nun kein hoher Schmutzfrachteintrag für die Bachläufe mehr zu befürchten ist. Die jeweilige Beckenentleerung setzt erst ein, wenn es aufgehört hat zu regnen bzw. sobald Kapazitäten auf der Kläranlage frei sind.

Mit Hilfe der variablen Drosselabflüsse, welche sehr einfach, lokal eingestellt werden, wird ein gleichbleibend geringer Schmutzfrachtaustrag bei gleichzeitig größtmöglichem Schutz für kleine Gewässer erreicht.

Durch die Modifikation der Drosselabflüsse gelangen, gegenüber einem einheitlichen Drosselabfluss aller Becken von  $Q_m = 2,4xQ_{sx}+Q_{f24}$ , rund 8% weniger Schmutzfracht aus den Regenüberlaufbecken in die Gewässer. Der Austrag in das weniger sensible Gewässer erhöht sich demgegenüber leicht.

## 7 AUSBLICK

Der VUBIC hat unter seinen Mitgliedern im Juli 2004 eine Kurzzumfrage gemacht, mit dem Ziel die künftigen Betätigungsfelder bei der Abwasserbeseitigung zu quantifizieren. Dabei kommt die Kanalbewirtschaftung (Regenbeckensteuerung) auf Platz drei der wichtigsten Aufgaben, hinter der Kanalsanierung und dem Aufbau des Kanalkatasters.

Diese hohe Priorisierung kann nur unterstrichen werden, wenn man sich das Kosten-Nutzen-Verhältnis einer Abflusssteuerung vergegenwärtigt.

Der Volksmund sagt, dass die letzten 10% immer die teuersten sind. Der Wahrheitsgehalt dieses Ausspruchs ist bei Wahl von konventionellen Mitteln zur Reduzierung der Gewässerbelastung nachvollziehbar. Im Falle des Einsatzes einer Kanalabflusssteuerung aber nicht, da genau diese Größenordnung erzielbar scheint.

### Anschrift des Verfassers

Ulrich Haas  
InfraConsult GmbH  
Schaiblestraße 1  
70499 Stuttgart

Tel. 0711 8822870  
Fax 0711 8822879  
ulrich.haas@infraconsult.de  
www.infraconsult.de

## Literatur- und Quellennachweis

- [1] DWA-M 180, Handlungsrahmen zur Planung der Abflusssteuerung in Kanalnetzen, Dezember 2005
- [2] Arbeitsblatt ATV A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, April 1992
- [3] ATV-DWK-A 198, Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen, April 2003
- [4] Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg, Arbeitsmaterialien zur Regenwasserbehandlung - Mischsystem, November 2000
- [5] B. Haller, Arbeitsmaterialien zur Regenwasserbehandlung in Baden-Württemberg, Betriebsleitertagung, Heilbronn, März 2009