

BEMESSUNG UND NACHWEIS VON REGENÜBERLAUFBECKEN - ANSPRUCH UND WIRKLICHKEIT -

Ulrich Haas, Stuttgart

1 Einführung

Ziel der Regenwasserbehandlung ist, dass die Summe der Jahresschmutzfrachten des entlasteten Mischwassers und des auf der Kläranlage mitbehandelten Regenwassers höchstens der Jahresschmutzfracht entspricht, die bei mittlerer Verschmutzung der Oberflächen bei getrennter Ableitung im unbehandelten Regenwasser enthalten wäre [1, 2].

Für die Auslegung der Anlagen zur Regenwasserbehandlung stehen Berechnungsverfahren zur Verfügung, wie sie im A 128 und M 177 [2, 3] beschrieben sind und im folgenden Beitrag diskutiert werden. Außerdem sind seit vielen Jahren in den Regenbecken Messeinrichtungen installiert und es liegt nahe, dieses Datenmaterial zu nutzen und dahingehend auszuwerten, ob die simulierten Verhältnisse der Realität entsprechen.

Wie gut sind also die getroffenen Annahmen und Berechnungsverfahren, welche Unsicherheiten gilt es bei deren Anwendung zu beachten? Welche Empfehlungen gibt es für zukünftige Planungsaufgaben? Diesen Fragen geht der folgende Beitrag nach, wobei der Autor nur die aus seiner Sicht wichtigsten Aspekte aufgreift.

2 Ausgangslage

2.1 Einzugsgebiet

Ausgangslage für eine Schmutzfrachtbetrachtung ist immer seltener das Einzelbecken, sondern das Einzugsgebiet einer Kläranlage. Die Abb. 1 zeigt mit welchen Sonderbauwerken das Kanalnetz i.d.R. ausgestattet ist.

Für die Auslegung der Bauwerke stehen verschiedene Arbeits- und Merkblätter der DWA zur Verfügung. Für die Bemessung und den Nachweis von Regenüberlaufbecken gilt, neben den Arbeitsmaterialien des Landes, aktuell das A 128 aus dem Jahr 1992, welches in einer überarbeiteten Version als A 102 als Gelbdruck vorliegt.

Anzahl und Standort der Sonderbauwerke lassen erste Rückschlüsse zu, mit welchen Besonderheiten bei der Schmutzfrachtsimulation zu rechnen ist:

- RKB 11 entleert oberhalb eines RÜ
- RRB 7 verlängert evtl. die Entleerungszeit des SK 3
- RÜB 1 auf der Kläranlage ist das Sammelbecken für unbehandelte Gebiete im EZG, ohne geordnete Zuflussverhältnisse
- ungleiche RÜB-Auslastungen, z.B. wegen der Brache

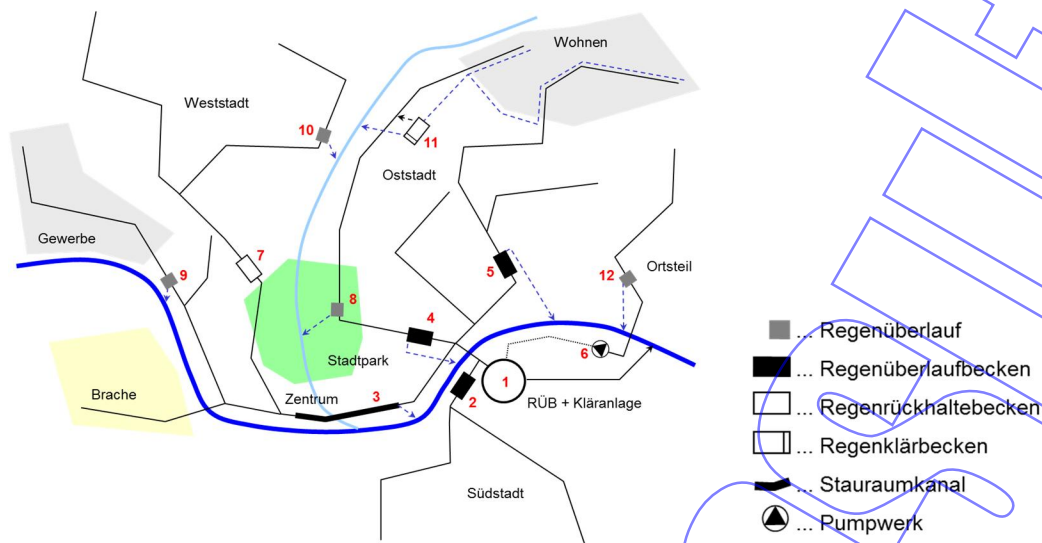


Abb.: 1: Typisches Kanalnetz mit Sonderbauwerken

2.2 Beckentypen

Die am meisten verbreiteten Beckentypen sind das Fangbecken und das Durchlaufbecken.

Fangbecken (Abb. 2, links) kommen i.d.R. zum Einsatz, wenn die Fließzeiten im Einzugsgebiet kurz sind und aufgrund der Gefälleverhältnisse mit einem Spülstoß zu Beginn eines Regens zu rechnen ist.

Im Gegensatz zu Fangbecken haben Durchlaufbecken einen Klärüberlauf (Abb. 2, rechts). Der Beckenzulauf unterliegt bei gefülltem Becken einer mechanischen Reinigung und muss über Q_{krit} liegen. Die Klärbedingungen bzgl. der Beckenabmessungen und der Horizontalgeschwindigkeit sind einzuhalten.

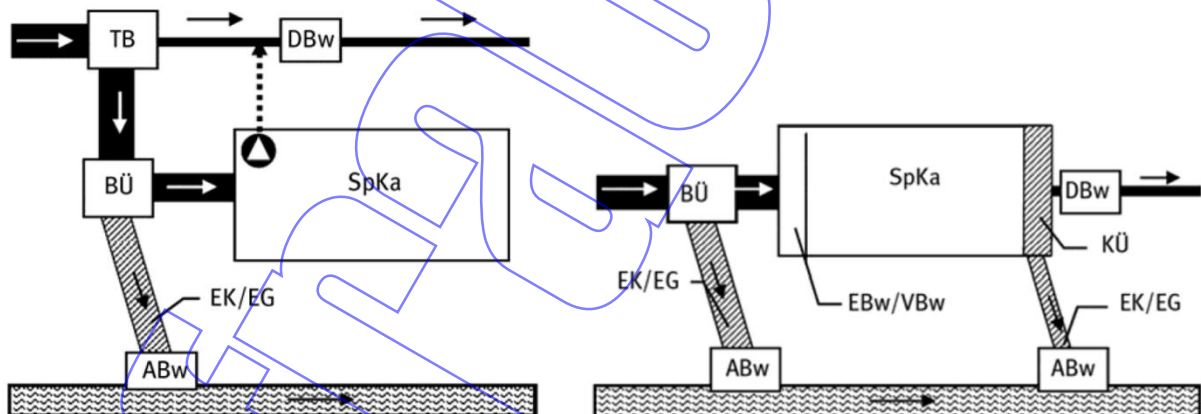


Abb. 2: Schematische Darstellung eines Fangbeckens im Nebenschluss und eines Durchlaufbeckens im Hauptschluss nach [4]

2.3 Berechnungsverfahren

Das Regelwerk bietet zwei Berechnungsverfahren an:

- das vereinfachte Bemessungsverfahren und
- das Nachweisverfahren

Wenngleich im neuen A 102 [5] der Leitparameter AFS zusätzlich eingeführt wird, so hat der CSB des A 128 [2] auch weiterhin seine Gültigkeit. Der Beitrag bezieht sich deshalb auf CSB-Frachten und CSB-Konzentrationen.

3 Vereinfachtes Bemessungsverfahren

3.1 Bezugslastfall

Der Bezugslastfall beschreibt einen typischen Belastungsfall, für welchen die Beckenvolumina ermittelt werden. Projektspezifische Abweichungen vom Bezugslastfall werden durch Anpassungen im Zuge des Bemessungsgangs ausgeglichen.

Für den Bezugslastfall gelten folgende Annahmen:

mittlerer Jahresniederschlag	800 mm
davon sind abflusswirksam	560 mm ($\psi = 0,7$)
mittlere CSB-Konzentration des Regenabflusses c_r	107 mg/l
des Trockenwetterabflusses c_t	600 mg/l
des Kläranlagenablaufs c_k	70 mg/l (bei Regenwetter)

3.2 Zielsetzungsgleichung

Die Zielgröße der Regenwasserbehandlung in Mischsystemen ist so festgelegt, dass die Gesamtemission aus Kanalnetz SF_e und Kläranlage SF_k maximal der Emission aus einem Trennsystem ohne Reinigung des Regenwassers SF_r entsprechen soll.

Ein Teil des Regenabflusses fließt zur Kläranlage und belastet das Gewässer mit der Ablaufkonzentration c_k . Der Rest des Regenwassers wird als Mischwasser mit der mittleren Konzentration c_e entlastet. Die Entlastungsrate ist der Quotient aus entlasteter Mischwassermenge zur Regenabflusssumme:

$$e = V_{QE} / V_{QR}$$

Die Zielsetzungsgleichung lautet:

$$SF_e + SF_k \leq SF_r$$

$$V_{QE} * c_e + V_{QK} * c_k \leq V_{QR} * c_r$$

$$V_{QE} * c_e + (V_{QR} - V_{QE}) * c_k \leq V_{QR} * c_r$$

mit V_{QR} / V_{QR} erweitert:

$$V_{QR} * V_{QE} / V_{QR} * c_e + V_{QR} * c_k - V_{QR} * V_{QE} / V_{QR} * c_k \leq V_{QR} * c_r$$

e_0 eingesetzt:

$$V_{QR} * e_0 * c_e + V_{QR} (1 - e_0) * c_k \leq V_{QR} * c_r$$

aufgelöst nach e_0 ergibt sich die Bestimmungsgleichung für die zulässige Entlastungsrate:

$$e_0 = 3700 / (c_e - 70)$$

$$25\% < e_0 < 75\%$$

3.3 Bemessungsgang

Im Anhang findet sich der Bemessungsgang für die Ermittlung des Speichervolumens.

Eine entscheidende Rolle bei der Ermittlung der zulässigen Entlastungsrate spielt die Entlastungskonzentration c_e , welche sich aus dem Mischungsverhältnis des Entlastungswassers und der Bemessungskonzentration c_b errechnet. Bei der Ermittlung der Bemessungskonzentration werden projektspezifische Einflüsse der Starkverschmutzer, des Jahresniederschlags und der Kanalablagerung berücksichtigt.

3.4 Vereinfachtes Aufteilungsverfahren

Nach erfolgter Bemessung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens darf dieses nach bestimmten Regeln im Einzugsgebiet verteilt werden.

Die Grenzen des vereinfachten Aufteilungsverfahrens lassen sich wie folgt beschreiben:

Regenüberläufe müssen so gestaltet sein, dass mindestens Q_{krit} weitergeleitet wird. Die Regenabflussspende von Regenrückhaltebecken muss mindestens 5 l/s,ha betragen, da sonst die Entleerungsdauer so lang ist, dass sie sich auf nachfolgende Entlastungen negativ auswirkt.

Zusätzlich gilt:

Die Entleerung von Regenklärbecken sollte erst erfolgen, wenn es die Zulaufmenge zur Kläranlage erlaubt.

4 Nachweisverfahren

4.1 Zielgröße

Der Nachweis der Regenwasserbehandlung gilt als erbracht, wenn die Summe der emittierten CSB-Schmutzfrachten aller Entlastungen ($S_{FÜ,A128}$) kleiner oder gleich der emittierten CSB-Schmutzfracht eines fiktiven Zentralbeckens vor der Kläranlage ($S_{FÜ,FZB}$) entspricht:

$$S_{FÜ,A128} \leq S_{FÜ,FZB}$$

4.2 Vorbemessung

Das Speichervolumen und die emittierte Schmutzfracht des fiktiven Zentralbeckens werden nach dem vereinfachten Bemessungsverfahren (siehe Anhang) vorbestimmt.

4.3 Modellansatz

Zur Anwendung von Schmutzfrachtmodellen wird eine langjährige kontinuierliche Regenreihe von mindestens 10 Jahren empfohlen, um statistisch verwertbare Ergebnisse in puncto Entlastungshäufigkeit, -dauer, -menge und -fracht zu erhalten.

In der Regel werden hydrologische Ersatzmodelle auf Basis eines Grobnetzes aufgestellt. Wenn gleich die Tendenz zu hydrodynamischen Modellen für die Translation im Kanalnetz erkennbar ist, so sind die zu erwartenden Computer-Rechenzeiten nach wie vor nicht unerheblich. Der Aufwand und der Nutzen, um derartige Globalberechnungen durchzuführen sind also abzuwägen. Falls eines Tages Einzelregenereignisse nachzubilden wären, wird eine detaillierte Hydraulik unumgänglich sein.

5 Weitergehende Anforderungen

Der vereinfachte Bemessungsgang nach A 128 definiert die Normalanforderungen und ist emissionsbezogen. Falls es die Gewässersituation erfordert, werden weitergehende Anforderungen an die Regenwasserbehandlung gestellt. Damit treten Immissionsbetrachtungen in den Vordergrund. Im Grundsatz sehen weitergehende Anforderungen eine höhere zu behandelnde Mischwassermenge vor und zwar sowohl im schmutzfrachttechnischen als auch im hydraulischen Sinne (hydraulischer Stress).

Nach [1] sind weitergehende Anforderungen dann erfüllt, wenn die nachgewiesene Entlastungsfracht bei Normalanforderungen auf 85 % abgemindert ist. Beispiel: In Abb. 3 berechnet sich die zulässige Entlastungsfracht $SF_{\dot{U},ZB}$ zu 52.061 kg CSB/a; die nachgewiesene Entlastungsfracht $SF_{\dot{U},A128}$ beträgt 47.364 kg CSB/a; dieser Wert entspricht 91 % bei Normalanforderungen. Bei weitergehenden Anforderungen dürfte die Entlastungsfracht nur 44.252 kg CSB/a betragen, dies entspricht dann dem geforderten Prozentsatz von 85 %.

Gesamtgebiet	V	11.420,90 m ³	V _{Que}	396.370 m ³ /a	SF _{ue}	47.364 kg-CSB/a
	V _{s,kum}	74,69 m ³ /ha	eo	52,1 %	SF _{ue,s}	309,75 kg-CSB/(ha a)
					C _{ue}	119,49 mg-CSB/l
					SF _{ue,128}	47.364 kg-CSB/a
					SF _{ue,FZB}	52.061 kg-CSB/a

Abb. 3: Ergebnis einer Schmutzfrachtsimulation (Auszug)

Sind in einem Einzugsgebiet unterschiedliche Anforderungen einzuhalten, so lässt sich die weitergehende Anforderung auch auf Einzelbauwerke anwenden.

Außerdem gilt für den Nachweis von Klärbedingungen, z.B. in Durchlaufbecken, eine ungeminderte kritische Regenspende von 30 l/s,ha, zusätzlich ist das Mindestmischungsverhältnis angehoben. Allerdings steigt die durchgesetzte Wassermenge bei Verdopplung der kritischen Regenspende (15 l/s,ha auf 30 l/s,ha) nur von 94 % auf 97 %. An dieser Stelle gibt es nach der Einführung des A 102 sicherlich Diskussionsbedarf.

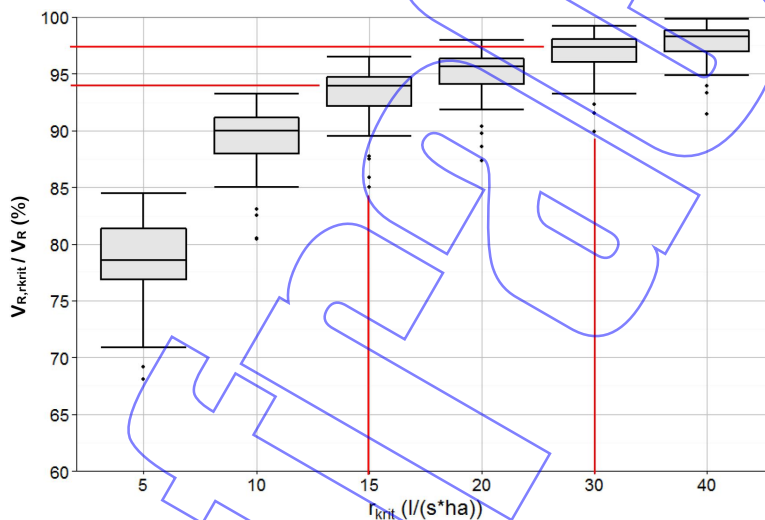


Abb. 4: Anteil des Regenabflusses unterhalb der kritischen Regenspende r_{krit} bezogen auf den Jahresniederschlagsabfluss nach [5]

6 Unsicherheiten

6.1 Sensitivitätsanalyse

Bestimmte Eingangsgrößen wirken sich besonders auf die Bemessung des Speichervolumens aus. In Abb. 5 sind die Auswirkungen der einflussreichsten Werte grafisch dargestellt.

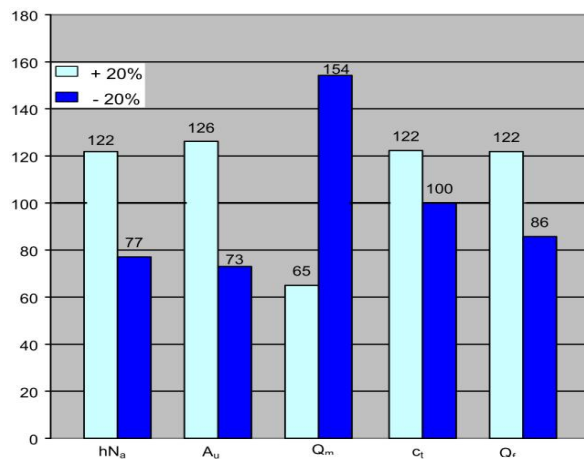


Abb. 5: Änderung des Speichervolumens durch Variation der Eingangsgrößen nach [1, 3]

6.2 Jahresniederschlag

Aus Abb. 5 ist ersichtlich, dass der Jahresniederschlag auf die Volumenbestimmung einen signifikanten Einfluss hat. Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe sollte deshalb ortsbezogen ermittelt sein, beispielsweise von einem (oder mehreren) ortsnahen Regenschreiber.

6.3 Undurchlässige Fläche

Die Eingangsgrößen, welche mit dem Oberflächenabfluss in Zusammenhang stehen, sind auf die undurchlässige Fläche A_u bezogen. Das A 128 erlaubt, falls keine genaueren Angaben vorliegen, die befestigte Fläche A_{red} der undurchlässigen Fläche A_u gleichzusetzen. Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass das Berechnungsergebnis damit enormen Schwankungen unterworfen ist, denn Abweichungen von 20% liegen durchaus in einem realistischen Rahmen. Die undurchlässige Fläche ist deshalb detailliert zu ermitteln - entsprechende Informationen liegen in aller Regel vor.

6.4 Fremdwasserabfluss

Der genehmigte Kläranlagenzulauf (Q_m) entspricht dem Drosselabfluss des letzten RÜB's vor der Kläranlage, welcher sich wiederum aus der Summe seines eigenen und der Beckenabläufe im Einzugsgebiet zusammensetzt. Da dieser Wert i.d.R. unveränderlich ist, führt ein versehentlich zu hoch angesetzter Fremdwasserabfluss zu größeren Beckenvolumina. Um Mängel dieser Art zu vermeiden, sollte der Fremdwasserabfluss standortgenau erhoben werden.

Eine andere Möglichkeit den Einfluss des Fremdwasserabflusses zu neutralisieren bestünde darin, die Trockenwetterkonzentration c_t unter 600 mg/l zuzulassen.

6.5 Regenabfluss aus Trenngebieten

Die CSB-Entlastung am fiktiven Zentralbecken gilt als Zielgröße für die Optimierungsschritte im Projektgebiet und unterstellt, dass die Planung an den Bauwerken zur Regenwasserbehandlung ansetzt.

Hierunter sind zu verstehen u.a. der Einbau von Schrägklärern oder die Nachschaltung von Bodenfiltern. Werden allerdings andere Planungsziele verfolgt, wie beispielsweise Änderung des Entwässerungsverfahrens, dann sind weitergehende Betrachtungen hinsichtlich des Einflusswerts „Regenabfluss aus Trenngebieten“ (Q_{rT24}) erforderlich. Fachbeiträgen ist zu entnehmen, dass der unvermeidbare Zufluss um ein Vielfaches über dem mittleren Schmutzwasserabfluss (Q_{s24}) liegen kann und deshalb die Wirklichkeit mit einem Ansatz $Q_{rT24} = Q_{s24}$ nur in den seltensten Fällen korrekt beschrieben wird.

Bei Flächenabkopplungen muss eine Neuberechnung erfolgen.

6.6 Absetzvorgang

Liegen Messungen zu den Entlastungskonzentrationen vor, dann sollten auch die Simulationsergebnisse diese in etwa widerspiegeln. Nach den Erfahrungen des Autors ist dies objektiv nur möglich, in dem die Absetzvorgänge berücksichtigt werden. Formal dürfen diese bislang nicht in Ansatz gebracht werden.

6.7 Pauschalansätze

Gut gemeinte Pauschalwerte oder Sicherheitszuschläge schränken die Übertragbarkeit auf die Realität ein. Beispiele hierzu sind:

- pauschale Befestigungsgrade für Gewerbegebiete von bis zu 80%, mit der Begründung, dass die zukünftige Nutzung der Fläche ungewiss ist
- generell höher angesetzte Befestigungsgrade als tatsächlich ermittelt, mit der Begründung, dass Baulücken bald geschlossen sind und der Innenbereich vor einer Nachverdichtung steht
- Ansatz höherer Wasserverbrauchswerte als die Recherche beim Wasserversorger eigentlich ergibt
- Ansatz zu hoher Verschmutzungskonzentrationen für z.B. Erwerbstätige (in Gewerbegebieten) oder einzelne Indirekteinleiter, mit der Begründung, dass man auf der sicheren Seite sein möchte
- anrechenbares Kanalvolumen bleibt unberücksichtigt und gilt als „eiserne Reserve“

7 Ergebnisbeurteilung

7.1 Simulationsergebnisse

In Abb. 6 sind beispielhaft die Ergebnisse aus einer Schmutzfrachtsimulation und der Eingangswerte aufgetragen. Zu sehen sind die „Beitrags-“Anteile Beckenvolumen (blau), Einzugsgebietsgröße (grün) und Entlastungsfracht (gelb) bei gleichmäßiger Überregnung. Man erkennt, dass das RÜB 1 wesentlich höher zur Entlastung beiträgt, als es die Größe seines angeschlossenen Einzugsgebiets vermuten ließe. Genau das Gegenteil ist am RÜB 3 festzustellen. Hingegen wird das RÜB 2 fast optimal genutzt. Alle drei Balken sind fast gleich lang und weisen damit eine gewisse Ausgewogenheit auf.

Die visuelle Darstellung erlaubt eine relativ rasche Plausibilisierung der Ergebnisse. So wäre als nächster Schritt zu überprüfen, ob sich der sehr hohe/niedrige Entlastungsteil der RÜB 1 und 2 beispielsweise anhand des Entlastungsverhaltens verifizieren lässt.

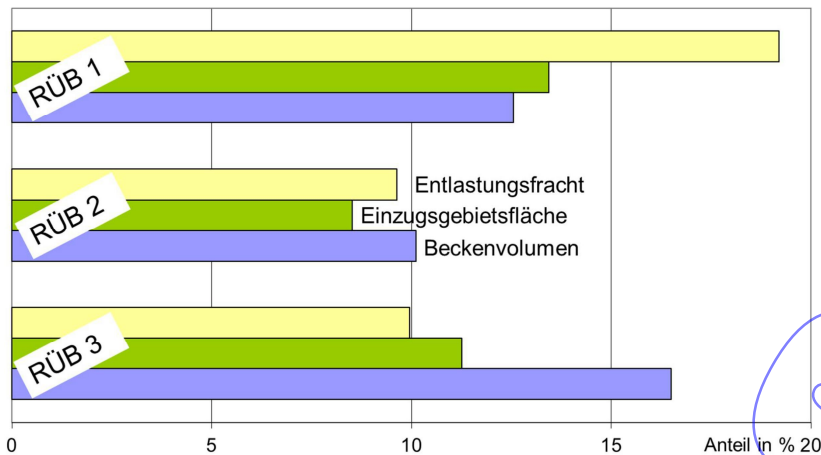


Abb. 6: Beckenbezogene Darstellung der Eingangswerte und Simulationsergebnisse

7.2 Messdatenauswertung

Eine funktionierende Messtechnik und eine korrekte Auswertung der Daten bilden eine wichtige Grundlage für die Plausibilisierung der Schmutzfrachtmodelle.

Die Abb. 7 zeigt die Ergebnisse der Datenauswertung für die Entlastungshäufigkeit über einen Zeitraum von 6 Jahren. Der gestrichelte senkrechte Balkenpfeil steht für die Max-Min-Spanne aller Jahre, das blaue Dreieck entspricht dem arithmetischen Mittelwert. Der rote Kreis zeigt das Ergebnis der Schmutzfrachtsimulation (30-jährliches Mittel).

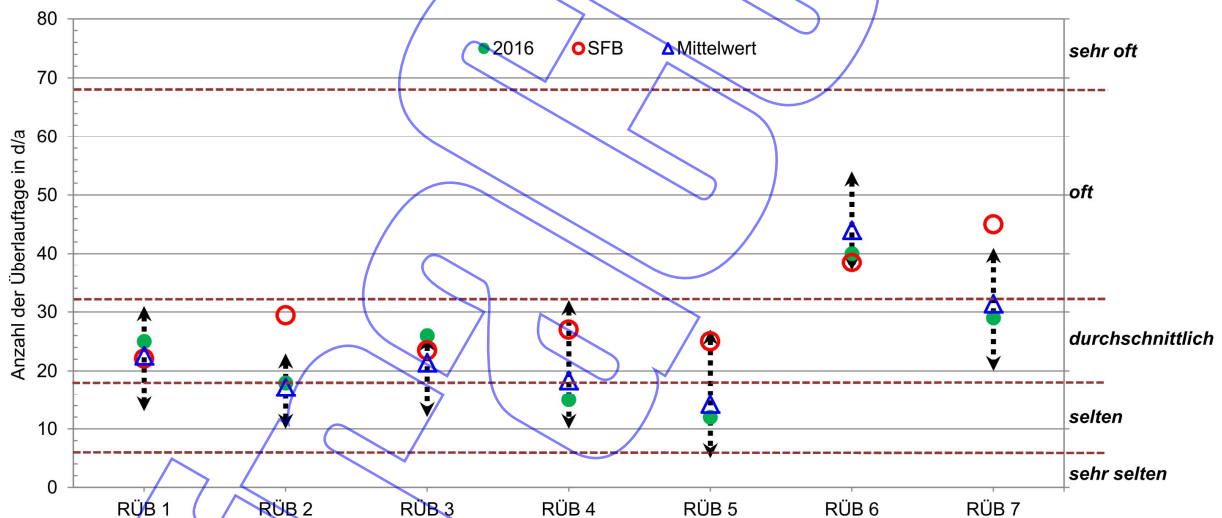


Abb. 7: Vergleichende Messdatenauswertung und statistische Einordnung des Entlastungsverhaltens

Zu erkennen ist, dass die Schmutzfrachtsimulation und der Mittelwert der Messdatenauswertung bei manchen Becken sehr gut übereinstimmen, beispielsweise beim RÜB 1, 3 und 6. Bei den anderen Becken lässt sich die Abweichung evtl. durch die Betriebsweise oder Mängel bei den Eingangsgrößen zur Berechnung erklären. Weitere Optimierungszyklen wären hier angezeigt. Insgesamt lässt die Gegenüberstellung den Schluss zu, dass Rückschlüsse von der Simulation auf die Realität und anders herum sehr wohl vertretbar sind.

8 Ausblick

8.1 Optimierungsprozess

Zurückkommend auf das Kap. 7.2 sollte der Planungsprozess zukünftig von zwei Zyklen gekennzeichnet sein, welche im Folgenden als Kenndatenzyklus und Prozessdatenzyklus bezeichnet werden (Abb. 4).

Hinter dem Begriff des Kenndatenzykluses verbirgt sich der eher theoretische Teil. Das sind mittels Simulationen und vereinfachten Verfahren gewonnene Erkenntnisse. Auf der Grundlage von zumeist emissionsorientierten Planungsrichtlinien werden Maßnahmen, beispielsweise zur Minimierung der Entlastungshäufigkeit von RÜB, vorgeschlagen, die den Soll-Zustand beschreiben.

Beim Prozessdatenzyklus hingegen gehen real gewonnene Messdaten oder Erfahrungswerte ein, welche bewertet und interpretiert, dann ebenfalls in Maßnahmenvorschläge münden und den Ist-Zustand beschreiben.

In der Umsetzungsphase werden die Ergebnisse aus beiden Zyklen mit einander verglichen, um zu einem ausgewogenen Maßnahmenpaket zu gelangen. Der eine Zyklus sollte nicht ohne den anderen abgearbeitet werden und beide werden über einen längeren Zeitraum mehrmals durchlaufen. Dies verdeutlicht, dass das Planen im Bestand mit Erfahrungs- und Messwerten zukünftig immer mehr an Bedeutung erlangen wird. Dieses Vorgehen unterstützt die integrierte Betrachtung.

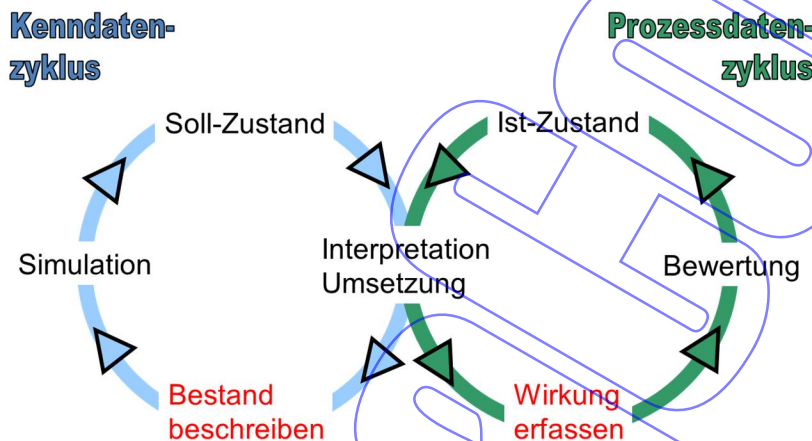


Abb. 8: Kenndaten- und Prozessdatenzyklus

8.2 Abflusssteuerung

Die DWA Arbeitsgruppe 2.4 „Integrale Abflusssteuerung“ beginnt aktuell die Arbeiten zum neuen A 180, welches die Abflusssteuerung als a.a.R.d.T. einführt.

Abb. 9 zeigt das Funktionsschema einer Abflusssteuerung. Man unterscheidet zwischen der lokalen Steuerung (HEUTE), bei welcher die Stellorgane in Regenbecken unabhängig von anderen Beckenstandorten betrieben werden und der Verbundbeckensteuerung, bei welcher die Sollwerte der lokalen Regelkreise in Abhängigkeit von aktuellen Systemzustandsinformationen modifiziert werden. Kommen neben den steuerbaren Anlagen in der Kanalisation auch die Stell- und Regelgrößen des Klärwerks hinzu, so spricht man von einer integralen Abflusssteuerung (MORGEN).

Aufgrund ihrer Anpassungsfähigkeit an veränderte Randbedingungen vereint die Abflusssteuerung ökologische (Berücksichtigung der Gewässersituation) und ökonomische (Nutzen der vorhandenen Speicherreserven) Ziele.

Die Simulation von gesteuerten Netzen ist möglich und sollte, ähnlich wie die Ergebnisse einer Schmutzfrachtberechnung am ungesteuerten Netz, anerkannt werden.

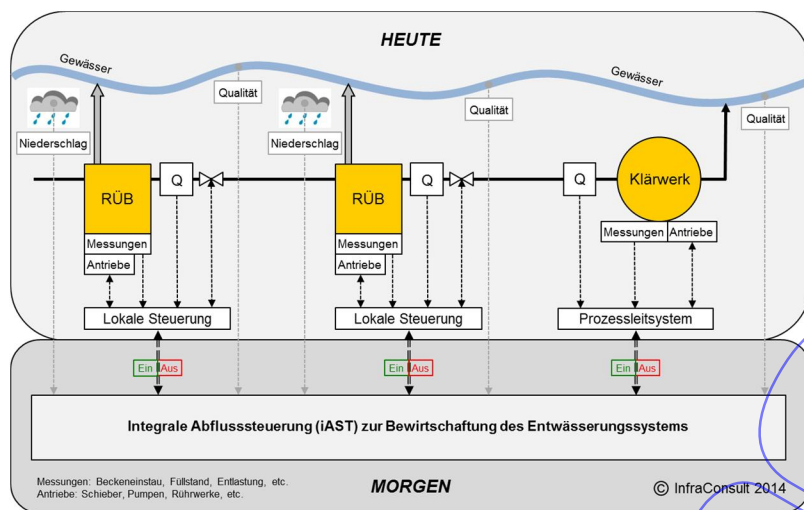


Abb. 9: Funktionsschema einer integralen Abflusssteuerung

9 Fazit

Nach den Erfahrungen des Autors lassen sich die Ergebnisse sorgsam aufgebauter Simulationsmodelle in einem gewissen Rahmen auf die Realität übertragen. Bei dem Vergleich von Messdaten und Simulation darf man sich nicht blind auf die Ergebnisse verlassen. Ob die Modelle und Verfahrensweisen zukünftigen Ansprüchen an die Gewässerqualität genügen, muss offen bleiben.

Literatur- und Quellennachweis

- [1] ARBEITSMATERIALIEN zur fortschrittlichen Regenwasserbehandlung in Baden-Württemberg mit Ergänzungen, Dezember 2000
- [2] ATV-A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, April 1992
- [3] ATV-DVWK-M 177, Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen - Erläuterungen und Beispiele, Juni 2001
- [4] DWA - A 166, Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung - Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, November 2013
- [5] DWA - A 102, GELBDRUCK, Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer Einleitung in Oberflächengewässer

Verfasser: Dipl.-Ing. Ulrich Haas
 InfraConsult GmbH, Stuttgart
 Tel.: 0711 8822871
 ulrich.haas@infraconsult.de
 www.infraconsult.de

Anhang

Vereinfachtes Bemessungsverfahren nach [2]

Mittlere Jahresniederschlagshöhe	Deutscher Wetterdienst	$h_{Na} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$
undurchlässige Gesamtfläche		$A_u = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ha}$
längste Fließzeit im Gesamtgebiet	nur bedeutsamere Flächen	$t_f = \underline{\hspace{2cm}} \text{ min}$
mittlere Geländeneigungsgruppe	$NG_m = \Sigma (NG_i \cdot A_{EKi}) / \Sigma (A_{EKi})$	$NG_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ --}$
MW-Abfluß der Kläranlage	Biologie bei Regenwetter	$Q_m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ l/s}$
TW-Abfluß, 24h-Tagesmittel	aus Misch- und Trenngeb.	$Q_{t24} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ l/s}$
TW-Abfluß, Tagesspitze	aus Misch- und Trenngeb.	$Q_{tx} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ l/s}$
Regenabfluß aus Trenngebieten	100% Q_{s24} aus Trenngeb.	$Q_{rT24} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ l/s}$
CSB-Konzentration im TW-Abfluß	Jahresmittel einschl. Q_{t24}	$c_t = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mg/l}$
mittlerer Fremdwasserabfluß	in Q_{t24} enthalten	$Q_{f24} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ l/s}$
Auslastungswert der Kläranlage	$n = (Q_m - Q_{f24}) / (Q_{tx} - Q_{f24})$	$n = \underline{\hspace{2cm}} \text{ --}$
Regenabfluß, 24h-Tagesmittel	$Q_{r24} = Q_m - Q_{f24} - Q_{rT24}$	$Q_{r24} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ l/s}$
Regenabflußspende	$q_r = Q_{r24} / A_u$	$q_r = \underline{\hspace{2cm}} \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$
TW-Abflußspende aus Gesamtgebiet	$q_t = Q_{t24} / A_u$	$q_{t24} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ l/(s} \cdot \text{ha)}$
Fließzeitabminderung	$a_f = 0,5 + 50 / (t_f + 100); \geq 0,885$	$a_f = \underline{\hspace{2cm}} \text{ --}$
mittl. Regenabfluß bei Entlastung	$Q_{re} = a_f \cdot (3,0 + 3,2 q_r) \cdot A_u$	$Q_{re} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ l/s}$
mittleres Mischverhältnis	$m = (Q_{re} + Q_{rT24}) / Q_{t24}$	$m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ --}$
x_a -Wert für Kanalablagerungen	$x_a = 24 Q_{t24} / Q_{tx}$	$x_a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ --}$
Einflußwert TW-Konzentration	$a_c = c_t / 600; \geq 1,0$	$a_c = \underline{\hspace{2cm}} \text{ --}$
Einflußwert Jahresniederschlag	$a_h = h_{Na} / 800 - 1; \geq -0,25; \leq 0,25$	$a_h = \underline{\hspace{2cm}} \text{ --}$
Einflußwert Kanalablagerungen	aus A 128, Bild 12; Anhang 4	$a_a = \underline{\hspace{2cm}} \text{ --}$
Bemessungskonzentration	$c_b = 600 (a_c + a_h + a_a)$	$c_b = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mg/l}$
rechn. Entlastungskonzentration	$c_e = (107 m + c_b) / (m + 1)$	$c_e = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mg/l}$
zulässige Entlastungsrate	$e_o = 3700 / (c_e - 70)$	$e_o = \underline{\hspace{2cm}} \text{ \%}$
spezifisches Speichervolumen	aus A 128, Bild 13; Anhang 4	$V_s = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3/\text{ha}$
erforderliches Gesamtvolumen	$V = V_s \cdot A_u$	$V = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3$