

GESTALTUNGSVORSCHLAG

Modernes Regenüberlaufbecken
Verbundbecken (SK im HS + DB im NS)

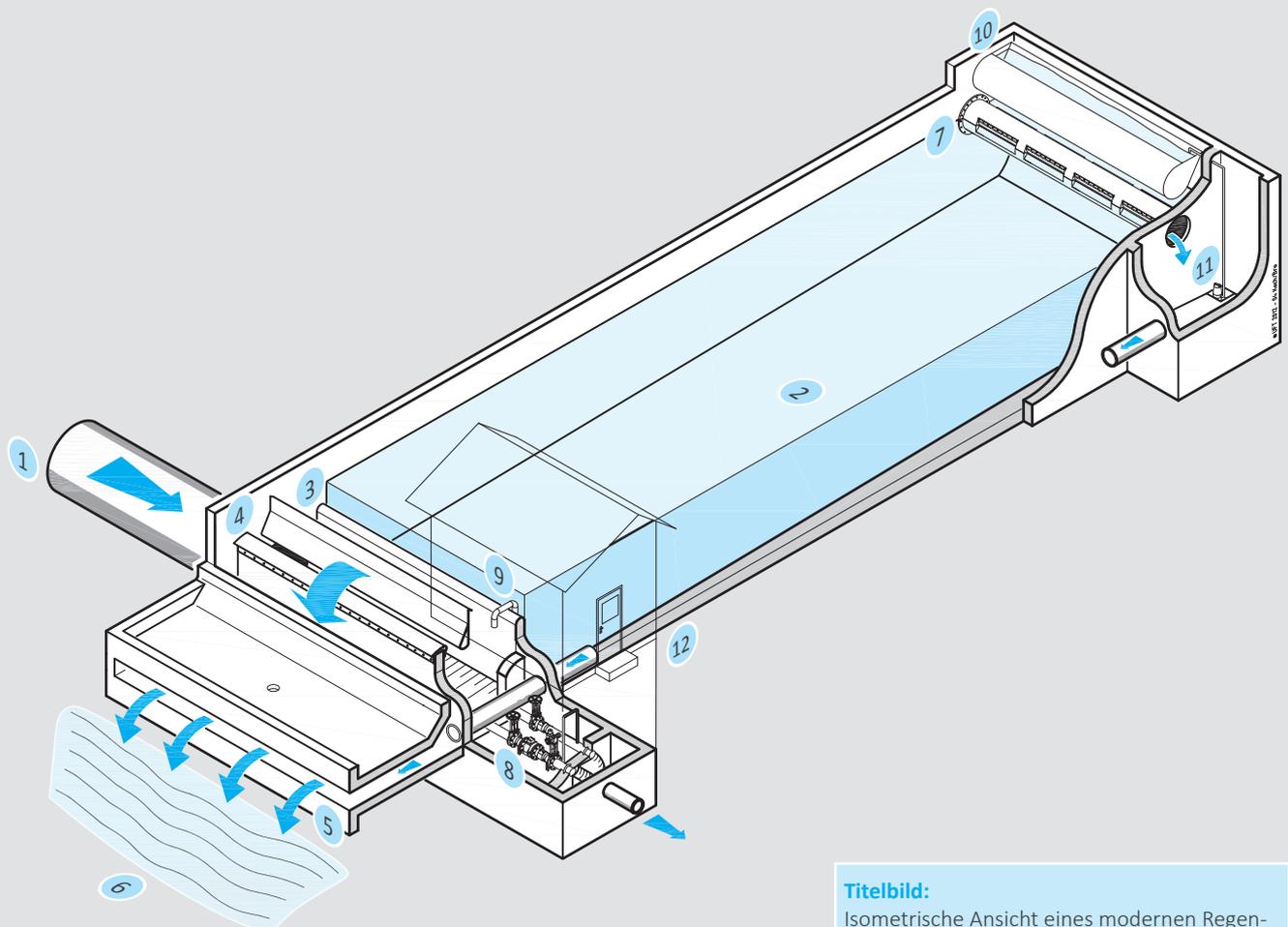
RÜB
0072

HYDRO-MECHANIK

ELEKTROTECHNIK

SERVICE UND WARTUNG

WISSENSCHAFTLICHE DIENSTE



Titelbild:
Isometrische Ansicht eines modernen Regenüberlaufbeckens, Bauteile und Ausrüstung

1	Stauraumkanal DN 2000, Länge: 100 m, Volumen: 240 m ³	5	Auslaufbauwerk	9	Pumpe zum Leeren des Nebenschlussbeckens
2	Rechteckbecken im Nebenschluss, Volumen: 400 m ³	6	Gewässer	10	Spülkippe zur Beckenreinigung
3	Trennbauwerksschwelle, rundkroniges, festes Wehr	7	Selbstregulierender Klärüberlauf	11	Spülwasservorrat mit Befüllpumpe für Spülkippe
4	Beckenüberlauf mit Tauchwand und Tragflügel-Messwehr	8	Drosselanlage mit MID, Notentleerung und Nachschacht	12	Betriebsraum mit Schaltschrank, Schreibpult, Dokumenten und Waschbecken

1 Stand der Regenwasserbehandlung im Mischsystem in Deutschland

Im Jahr 1971 legte der spätere Professor Karlheinz Krauth an der TH Stuttgart eine Dissertation mit dem Titel „Der Abfluss und die Verschmutzung des Abflusses in Mischwasserkanalisationen bei Regen“ vor, siehe Krauth (1971). Dies war die erste wissenschaftliche Arbeit zur Regenwasserbehandlung im Mischsystem.

In Baden-Württemberg, wo die Mischwasserkanalisation aus historischen und guten Gründen dominant ist – aber auch wegen der alarmierenden Verschmutzung des Bodensees – wurde deshalb zuerst mit dem Bau von Regenüberlaufbecken (RÜB) begonnen. Ab 1975 griff der Trend deutschlandweit über. UFT war seit 1977 dabei

und hat die Wurzeln an der Universität Stuttgart!

Heute ist der Bestand der Mischwasser-Regenüberlaufbecken in Deutschland auf ungefähr 24 500 existierende Anlagen mit einem aktivierbaren Stauvolumen von über 15 Mio. Kubikmetern angewachsen, vgl. Brombach und Dittmer (2016). Das entspricht einem mittleren Volumen pro RÜB von 617 m³. Rechnet man das heute in Deutschland im Mittel pro Bürger im öffentlichen Kanalnetz (Misch- und Trennkanalisationen) vorgehaltene Volumen zum zeitweisen Rückhalt von Regenwasserabflüssen zusammen, so ergibt das pro Bundesbürger ein mittleres Rückhaltevolumen von 703 Litern (2-3 Badewannenfüllungen). Das entspricht der Abwasserproduktion (nur die häuslichen Abwässer) des Bürgers von 5,6 Tagen. Oder krass ausgedrückt:

fünf Tage lang könnte im Mittel eine deutsche Kläranlage ausfallen, ohne dass es große Gewässerschäden gäbe – aber es dürfte keinen Fremdwasserabfluss geben und nicht regnen! In keinem Land der Welt ist die Regenwasserbehandlung durch dezentrale Rückhaltung so weit fortgeschritten!

Ganz anders als vor über 30 Jahren gibt es heute ein gewachsenes und umfassendes – wenn auch nicht immer aktuelles und kongruentes – technisches Regelwerk der DWA zur Bemessung, Gestaltung und Ausrüstung derartiger Regenwasserbehandlungsanlagen, siehe ATV-A 128 (1992), DWA-A 166 und DWA-M 176 (2013), ATV-DVWK-M 177 (2001) und ATV-DVWK-A 198 (2003). Dazu kamen Verordnungen und die finanzielle Förderung der Länder zum Bau von Regenüberlaufbecken. Die Erfolge der Regenwasserbehandlung im

Mischsystem durch RÜB sind unbestritten und zeigen sich in der allgemeinen Verbesserung der Gewässergüte.

Trotz der in über dreißig Jahren in der Bundesrepublik getätigten Investition von geschätzt 15 Mrd. € gibt es immer noch große Wissensdefizite über den Wirkungsgrad der verschiedenen Regenüberlaufbeckentypen und -größen. Daraus resultieren unterschiedliche Präferenzen bei der Auswahl des Beckentyps, der baulichen Gestaltung und der technischen Ausrüstung bei den Planern.

Es gibt auch von Bundesland zu Bundesland unterschiedliche Beurteilungen bestimmter Beckentypen. So sind z.B. in Nordrhein-Westfalen Stauraumkanäle mit unten liegender

Entlastung häufig zu finden, während diese in Süddeutschland gemieden werden. Auch gab und gibt es immer wieder „Modewellen“. So sei z. B. daran erinnert, dass in der Frühzeit der Regenwasserbehandlung wegen des propagierten Spülstoßeffectes Fangbecken stark favorisiert wurden, die heute durch den Umbau zu Durchlaufbecken saniert werden müssen. Das in den 1980er Jahren oft gebaute Schlangentrinnenbecken hat nie die Selbstreinigungskraft entfaltet, die sich die Erfinder erhofft hatten. Solche Becken sind heute wegen der asymmetrischen Bauform und der schiefen Beckensole sehr schwer zu sanieren.

Runde Wirbelschachtbecken waren in der Frühzeit des Regenbeckenbaus

insbesondere in Baden-Württemberg sehr beliebt, weil sie als Beton-Bauwerk ohne Technik tatsächlich eine relativ gute Selbstreinigungskraft haben. Heute weiß man, dass die damaligen ersten Rundbecken ein kleines Volumen und große Drosselabflüsse, also sehr kurze Leerungszeiten hatten. Die beobachtete Selbstreinigungskraft kam also nicht nur aus der Beckenform! Heute, wo fast jedes Regenbecken einen Stromanschluss hat und technische Reinigungshilfen üblich sind, hat sich das Argument überholt. Rundbecken mit zentralem Ablauf sind schlecht erweiterbar, benötigen durch den mittigen Sumpf viel Kanalgefälle und sind nach heutigen Ansprüchen doch nicht hinreichend selbstreinigend.

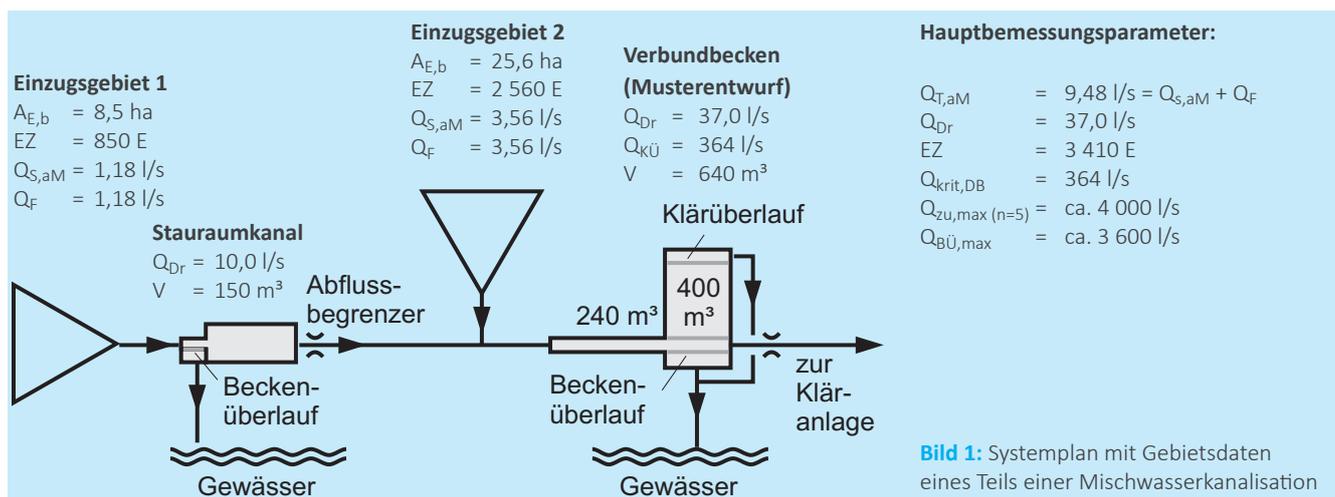


Bild 1: Systemplan mit Gebietsdaten eines Teils einer Mischwasserkanalisation

2 Ausgangsdaten für den Musterentwurf eines modernen Regenüberlaufbeckens

Der folgende Musterentwurf soll dem Planer eines neuen Regenüberlaufbeckens Ideen und Anregungen geben.

Wir versuchen darzustellen, wie aus unserer über 35-jährigen Erfahrung heute ein modernes RÜB mittlerer Größe aussehen könnte. Dabei haben wir das DWA-Regelwerk, bei dessen Erarbeitung wir aktiv dabei waren (DWA-A 110, DWA-A 166, DWA-M 176, ATV-DVWK-A 198), und neues Wissen aus Technik und Forschung eingebunden. Mit Stolz können wir über 400 eigene Gutachten und Forschungsarbeiten und über 200 wissenschaftliche Veröffentlichungen zum Thema Regenwasserbehandlung nachweisen.

Ausgangspunkt des Entwurfes ist ein Volumen von 640 m^3 , also etwa so groß wie das mittlere Volumen eines deutschen RÜBs von 617 m^3 gemäß Brombach und Dittmer (2016). **Bild 1** zeigt die zu diesem Beckenvolumen passende, typische, für unser Beispiel fiktiv angenommene Situation. Es handelt sich um eine reine Mischwasserkanalisation.

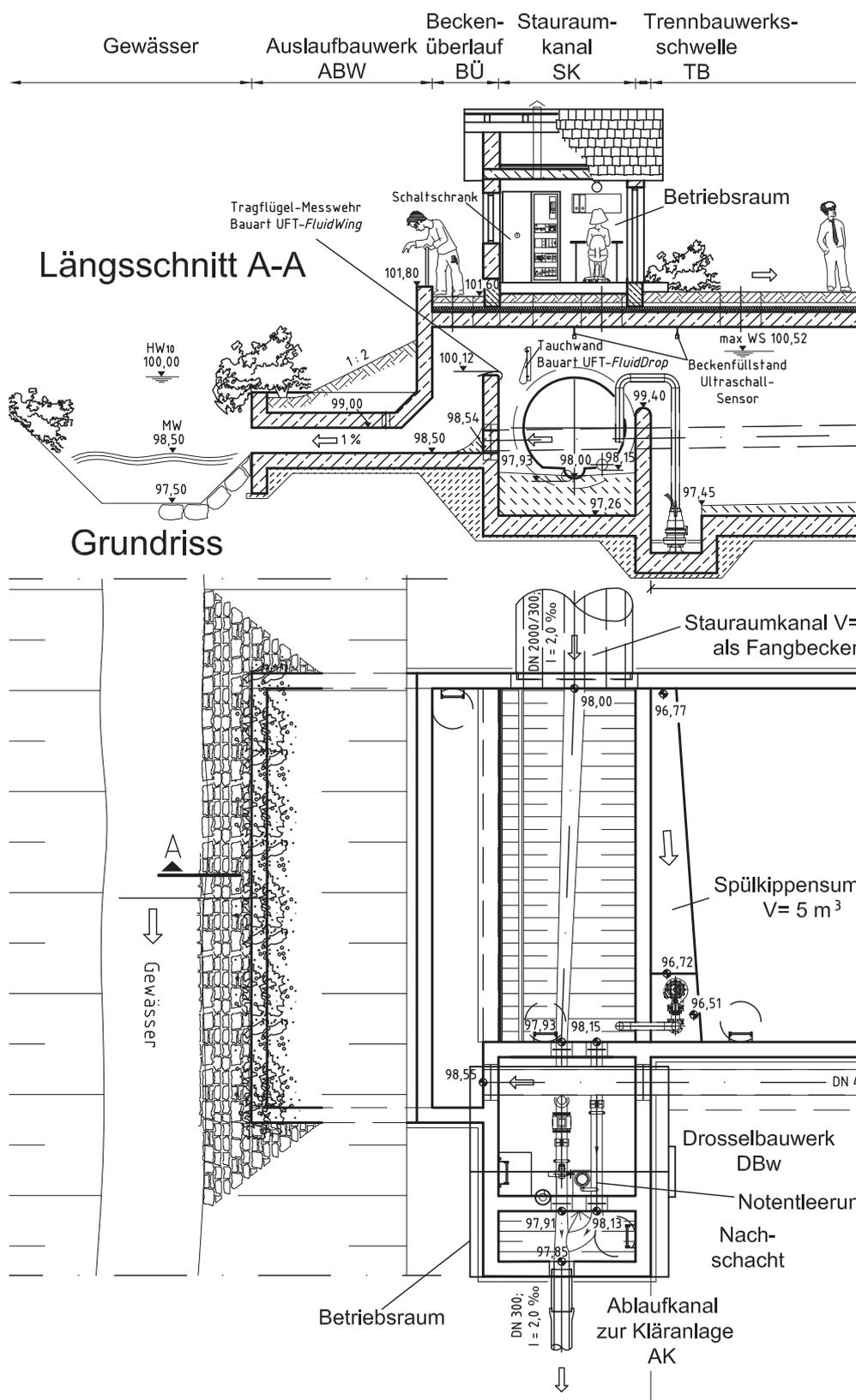
Oberhalb des Musterentwurfbeckens gibt es ein kleines Fangbecken als Stauraumkanal mit oberliegender Entlastung (SKO) mit 150 m^3 Volumen (hier nicht gezeigt).

An das Musterbecken sind direkt $25,6 \text{ ha}$ versiegelter Fläche angeschlossen, das entspricht, bezogen auf das Volumen von 640 m^3 , einem spezifischen Rückhaltevolumen von $25 \text{ m}^3/\text{ha}$. Gemessen an heute üblichen Werten ist das spezifische Rückhaltevolumen eher knapp. Der Abfluss in Richtung Kläranlage bei Regenwetter ist auf 37 l/s begrenzt. Das gezeigte System wurde einer Langzeitsimulation mit dem Modell KOSIM unterzogen und optimiert und erfüllt die Forderungen des Arbeitsblattes ATV-A 128 (1992) (Normalanforderungen).

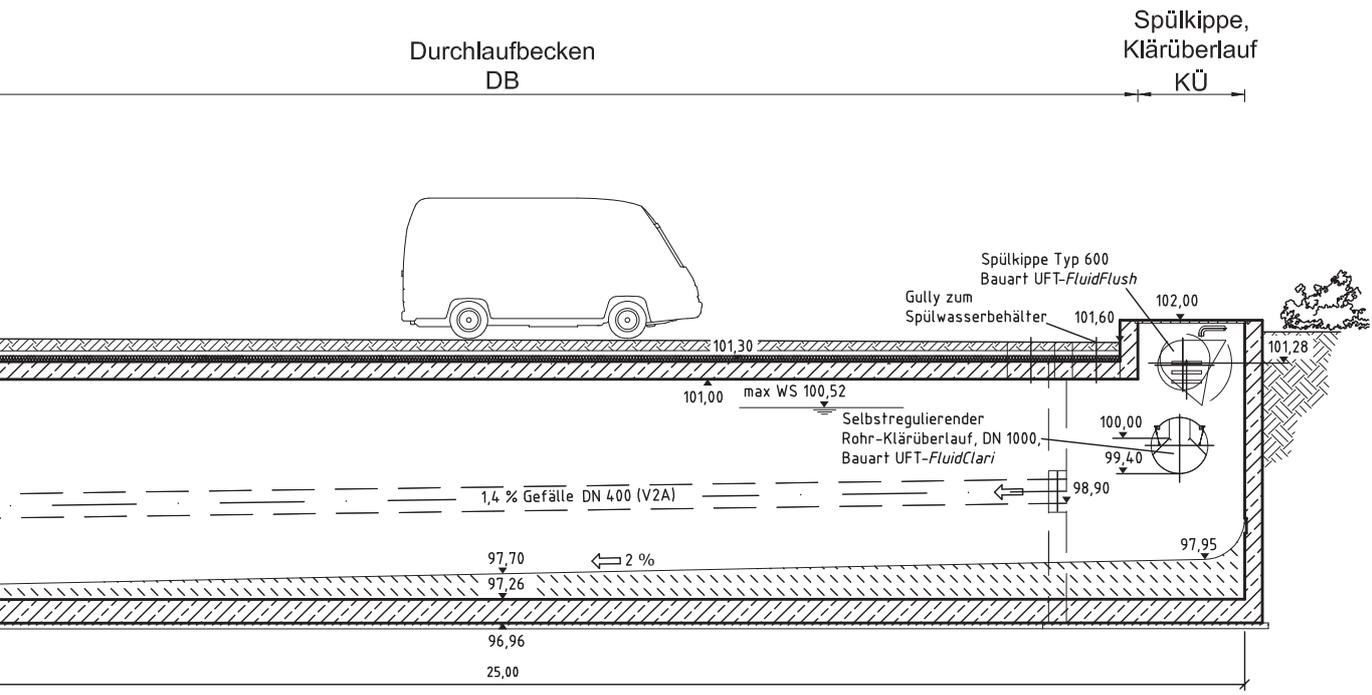
OPTIMIERUNGSZIELE FÜR DEN MUSTERENTWURF

Der Musterentwurf versucht in einem optimalen Kompromiss die folgenden, zum Teil einander entgegenstehenden Ziele zu vereinen:

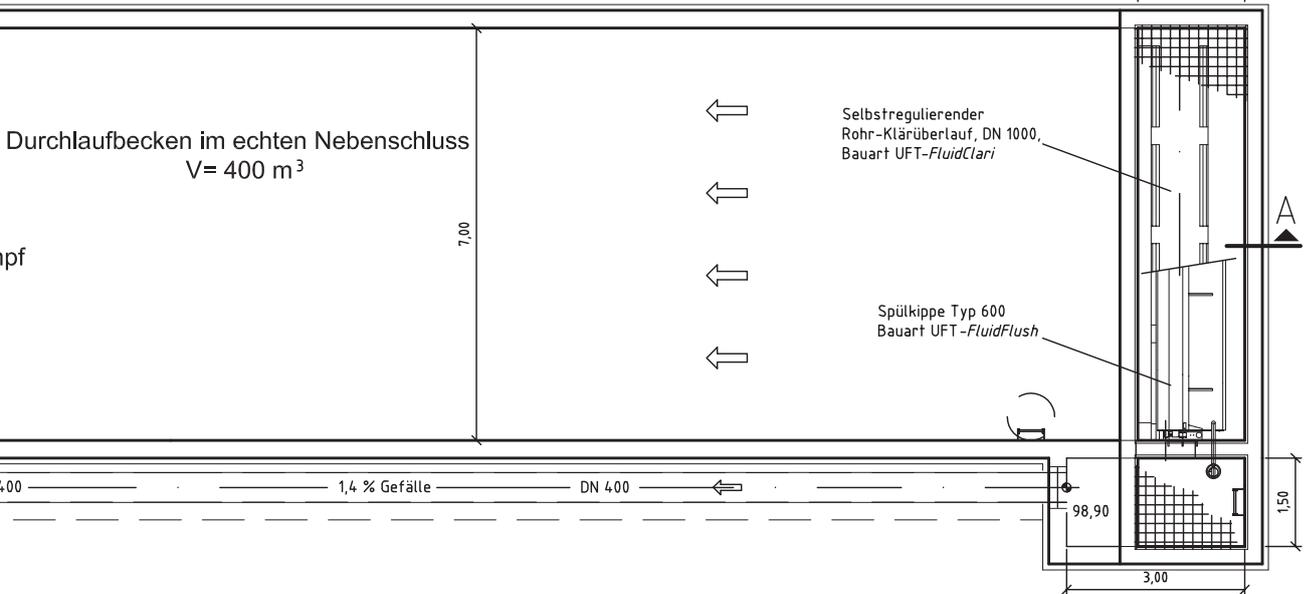
- » möglichst guter hydraulischer Wirkungsgrad
- » geringer Platzbedarf
- » kleiner Höhenverbrauch entlang
- » klare Bauwerksstruktur



- | | | |
|-----------------|--|---|
| stofflicher | <ul style="list-style-type: none"> » innovative Bauwerkskomposition » einfache Baubarkeit » hohe Betriebssicherheit | <ul style="list-style-type: none"> » niedrige Betriebskosten » Dauerhaftigkeit » spätere optionale Erweiterbarkeit |
| der Kanaltrasse | <ul style="list-style-type: none"> » einfache und gute Wartung » niedrige Baukosten | <ul style="list-style-type: none"> » Zukunftsfähigkeit, Aufrüstung zur Kanalnetzsteuerung, Eigenkontrolle |



240 m³, 100 m lang
im Hauptschluss



Durchlaufbecken im echten Nebenschluss
V = 400 m³

Zufahrt und Parkplatz für Wartungsfahrzeug

Spülwasserbehälter,
V = 7 m³
wird von Klärüberlauf befüllt
Zusätzlich 300 m² Parkplatzentwässerung anschließen!

3 Erläuterungen zum Musterentwurf

3.1 Wahl des Beckentyps

Um das erforderliche Volumen von 640 m^3 unterzubringen, wurde der Typ Verbundbecken (VB), bestehend aus einer Kombination aus Durchlaufbecken (DB) im echten Nebenschluss mit 400 m^3 und einem vorgelagerten statischen Stauraumkanal (SK) mit 100 m Länge und 240 m^3 Volumen, gewählt. Das hat den Vorteil, dass fast 40% des Gesamtvolumens preiswert in Betonfertighöhren entlang der Kanaltrasse und ohne zusätzlichen Grundstückverbrauch untergebracht werden können.

Das Durchlaufbecken mit 400 m^3 Volumen hat einen rechteckigen Grundriss. Seine freie Oberfläche, zusammen mit der technischen Ausrüstung mit einem selbstregulierenden Klärüber-

che stationäre Reinigungshilfe benötigt wird.

3.3 Rechteckbecken im Nebenschluss als Durchlaufbecken

Das rechteckige Durchlaufbecken liegt quer zur Kanaltrasse. Damit können Trennbauwerksschwelle und Beckenüberlauf platzsparend parallel zueinander angeordnet werden und bilden gleichzeitig die Trennbauwerks- und Beckenwand. Das erspart Baumasse.

Der Planer wird oft mit dem Problem konfrontiert, dass aus historischen Gründen das mittlere Längsgefälle des Sammlers vorgegeben ist und für die nachträgliche Anordnung eines Regenbeckens Höhe fehlt – auch wenn diese vielleicht an anderer Stelle verschwendet wird. Die Queranordnung hat dann den Vorteil, dass im Trennbauwerk wenig Sohlhöhe verbraucht wird: Zwischen Beckenzulauf auf $98,00$ und dem Ablauf zur Kläranlage auf $97,85$ liegen nur 15 cm Höhe, und doch können das Trennbauwerk und die Drosselanlage hydraulisch einwandfrei ausgebildet werden.

Der Boden des Rechteckbeckens liegt deutlich tiefer als die Sohle des ankommenden Kanals DN 2000. Dadurch werden Stauvolumen gewonnen und die Beckenlänge und -breite vermindert. Das Becken ist andererseits nicht so

lauf, reicht aus, um beim kritischen Abfluss von 364 l/s die Oberflächenbeschickung weit unter 10 m/h zu halten (A 166). Details siehe Brombach, Weiß und Pisano (2008). Im Nachweisverfahren nach A 128 entfallen der sonst geforderte Volumenzuschlag zum Kanalstauraum um 50% gemäß A 128 und die pauschale Erhöhung der Entlastungsfracht um 15% am BÜ gemäß ATV-DVWK-M 177. Das vorhandene Speichervolumen darf in der Schmutzfrachtberechnung in voller Höhe angerechnet werden. Nach unserem Stand des Wissens ist von einem guten stofflichen Wirkungsgrad der Anlage auszugehen.

Die Kombination beider Beckentypen und Bauarten hat einen klaren Grundriss. Die Funktion ist für das Wartungspersonal leicht verständlich. Der Platzverbrauch und die Baukosten sind minimiert. Sollte sich später ze-

tief, dass es auftriebsgefährdet wäre. Es wird aber eine Pumpe zum Entleeren benötigt. Der Förderstrom beträgt jedoch nur 25 l/s und die Förderhöhe ist maximal 3 m , die Pumpe ist klein, und der Leistungsverbrauch liegt unter 2 kW . Die Leerungszeit beträgt knapp 5 Stunden und erzeugt Stromkosten von etwa 2 € pro Beckenleerung. Dafür liegt das Volumen im echten Nebenschluss und kann gezielt, z.B. durch Fernwirkbefehl, entleert werden. Damit hat dieses Becken die künftige Option auf den Anschluss an eine Kanalnetzsteuerung (RTC Real Time Control).

Die Anordnung des Durchlaufbeckens im Nebenschluss hat auch noch den Vorteil, dass grobe, schwere Partikel nicht aus der bed load über die relativ hohe Trennbauwerksschwelle aus der vorbeifließenden Welle abgesaugt werden. Damit wird dem Durchlaufbecken nur eine „vorbehandelte“ Schmutzfracht zugeführt. Das erleichtert die spätere Reinigung der Beckensohle mit der am hinteren Beckenende hoch aufgehängten Spülkippe.

3.4 Klärüberlauf

Direkt unter der Spülkippe ist ein selbstregulierender Klärüberlauf in Form eines Rohres angeordnet. Dieser begrenzt den kritischen Abfluss

gen, dass aus heute noch unbekanntem Gründen das Volumen noch einmal vergrößert werden muss, dann lässt sich parallel nach oberstrom verschoben neben das vorhandene Durchlaufbecken ein zweite Beckenkammer bauen, sogar bei fließendem Wasser.

3.2 Stauraumkanal im Hauptschluss als Fangbecken

Der Stauraumkanal DN 2000 mit einer Länge von 100 m hat ein Gefälle von 2‰ und eine Trockenwetterrinne DN 300 mit Bermen. Beim mittleren Trockenwetterabfluss von $Q_{T,AM} = 9,48 \text{ l/s}$ herrscht in der Rinne eine Fließgeschwindigkeit von $0,5 \text{ m/s}$ und eine Schubspannung von über 1 N/m^2 , damit besteht gemäß DWA-A 110 (2006) keine Ablagerungsgefahr. Es ist davon auszugehen, dass für den Stauraumkanal keine zusätzli-

auf 364 l/s nahezu unabhängig von der Einstauhöhe. Damit wird zuverlässig eine Überlastung des Durchlaufbeckens vermieden. Die acht Schlitze à $1,30 \text{ m}$ Länge haben dabei eine Schwellenbelastung von $35 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$. Der zulässige Wert von $75 \text{ l/(s}\cdot\text{m)}$ nach Arbeitsblatt A 166 ist eingehalten.

Das Klärüberlaufrohr mündet in einen neben dem Becken angeordneten Schacht, an den auch die Parkplatzenwässerung angeschlossen ist. Damit wird kostenlos Wasser für die Spülkippe bereit gehalten. Vom Spülwasserbehälter führt eine Entlastungsleitung direkt zum Auslaufbauwerk.

3.5 Beckenüberlauf

Die Beckenüberlaufschwelle kann trotz des schmalen Beckens als feste Schwelle, im vorliegenden Fall sogar als Tragflügel-Messwehr, ausgebildet werden. Das vereinfacht die Beckenüberwachung und erlaubt das Bilanzieren der jährlichen Überlauffrachten. Die Anlage ist auf die zu erwartenden strengeren Auflagen zur Eigenkontrolle vorbereitet.

Der Beckenüberlauf ist etwas höher als der 10-jährliche Hochwasserstand im Gewässer angeordnet. Das „Rückwärtsüberlaufisiko“ ist damit gemäß ATV-A 128 (1992) hinnehmbar. Rückstausicherungen können entfallen.

Auf der Krone des Beckenüberlaufs ist ein Tragflügel-Messwehr angeordnet. Dieses spezielle Messwehrprofil hat eine bisher nicht gekannte Auflösung im Messbereich. So werden kleine und große Überlaufmengen durch Messen des Wasserstandes im Trennbauwerk bestmöglich erfasst. Dank des geringen Fließwiderstandes des Tragflügel-Messwehres bei großen Abflüssen wird in der 30-Jahre-Langzeitsimulation nie ein Rückstau in das oberwasserseitige Kanalnetz über die Höhe 100,52 m hinaus überschritten, siehe Bild 2. Zum Nachweis siehe Brombach, Weiß und Pisano (2008).

3.6 Auslaufbauwerk

Um die hydraulischen Verluste im Bauwerk und den hydraulischen Stress im Gewässer zu minimieren – es müssen immerhin im Extremfall 3 600 l/s abge-

ragt werden – wird eine neue Art von Auslaufbauwerk vorgeschlagen, das sich auch baulich anbietet. Statt des üblichen engen Rohrauslasses wird ein niedriger, langer Auslaufschlitz gewählt, der im Ufer versteckt ist. Spaziergänger dürften den Auslauf kaum wahrnehmen. So wird das Überlaufwasser nicht punktförmig mit erodierender Strahlwirkung eingeleitet.

3.7 Drosselbauwerk

Bei einer Beckengröße von 640 m³, dem Wunsch, zukunftsfähig zu sein und zur Minimierung des Trassenhöhenverbrauches gibt es nur eine Option zur Wahl der Drosselanlage: die Kombination aus motorgetriebenem Drosselschieber mit einem Magnetisch-Induktiven-Durchflussmesser (MID) in ungedückerter Leitung. Ein Stromanschluss ist bei Regenbecken

Gesamtanlage von der Kläranlage aus möglich. Es können der aktuelle Wasserstand im Becken, der Abfluss durch die Drosselanlage, der Überlauf zum Gewässer und Störmeldungen beobachtet und registriert werden. Auch eine Videoüberwachung ist heute möglich. Damit lassen sich ganz erhebliche Wartungskosten sparen. Über-

flüssige Inspektionsbesuche entfallen, und wenn eine Störung gemeldet wird, ahnt das Personal anhand der Meldungen, wo der Fehler liegt und kann sich entsprechend vorbereiten. Und wenn vielleicht später die Kanalnetzbewirtschaftung (RTC) kommt, hat man die technischen Voraussetzungen dafür bereits getroffen.

3.8 Betriebsraum

Zu einem Regenbecken dieser Größe gehört ein ebenerdig zugänglicher, hochwasserfreier kleiner Betriebsraum und ein Parkplatz für das Wartungsfahrzeug. Im Betriebsraum ist die elektrische Steuerung gegen Feuchtigkeit, Ratten und Ungeziefer geschützt. Im Schaltschrank sollten die wichtigsten Informationen optisch angezeigt werden. In einem Regal stehen die Betriebsanleitungen und das Beckenbuch, und es gibt einen Tisch und einen Stuhl, vielleicht auch ein Waschbecken und eine Toilette. Will man diese Investition nicht tätigen und stellt nur Freiluftschaltschränke auf, muss man damit rechnen, dass es in der Steue-

3.9 Fernüberwachung

Im Betriebsraum ist auch die Fernwirk-Außenstation untergebracht. Damit ist die Fernüberwachung der

LITERATUR

Krauth (1971): Der Abfluss und die Verschmutzung des Abflusses in Mischwasserkanalisationen bei Regen. Stuttgarter Berichte zur Siedlungswasserwirtschaft, Heft 45, Oldenbourg-Verlag, München.

Brombach, H.; Dettmar, J. (2016): Im Spiegel der Statistik: Abwasserkanalisation und Regenwasserbehandlung in Deutschland. *KA Korrespondenz Abwasser-Abfall* Heft 3, S. 176-186.

Arbeitsblatt ATV-A 128 (1992): Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen. Abwassertechnische Vereinigung e.V., St. Augustin : GFA, April 1992.

Arbeitsblatt DWA-A 166 (2013): Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und -rückhaltung. Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef : DWA, November 2013.

Merkblatt DWA-M 176 (2013): Hinweise zur konstruktiven Gestaltung und Ausrüstung von Bauwerken der zentralen Regen-

wasserbehandlung und -rückhaltung. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef : DWA, November 2013.

Merkblatt ATV-DVWK-M 177 (2001): Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen - Erläuterungen und Beispiele. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef : GFA, Juni 2001.

Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 (2003): Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef : ATV-DVWK, April 2003.

Brombach, Weiß und Pisano (2008): Sedimentation Control at Clarifier-type CSO Tanks. 11th International Conference on Urban Drainage, Edinburgh, UK.

Arbeitsblatt DWA-A 110 (2006): Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserkanälen und -leitungen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef : DWA, Aug. 2006.

WEITERE INFORMATIONEN ZUR REGENBECKENAUSRÜSTUNG

- » Produktinformation Selbstregulierender Rohr-Klärüberlauf, KÜR 0125r
- » Produktinformation Tragflügel-Messwehr, TFM 0184
- » Produktinformation Spülkippe, SPÜ 0211
- » Produktinformation Mess- und Regelstation mit MID, MIDg 0142 und MIDu 0143