

# **Einsparungen bei der Abwasserbeseitigung**

## **Beispiele aus der Beratungstätigkeit des Prüfungsverbandes zur Unterstützung von Gemeinden in frühen Planungsphasen**

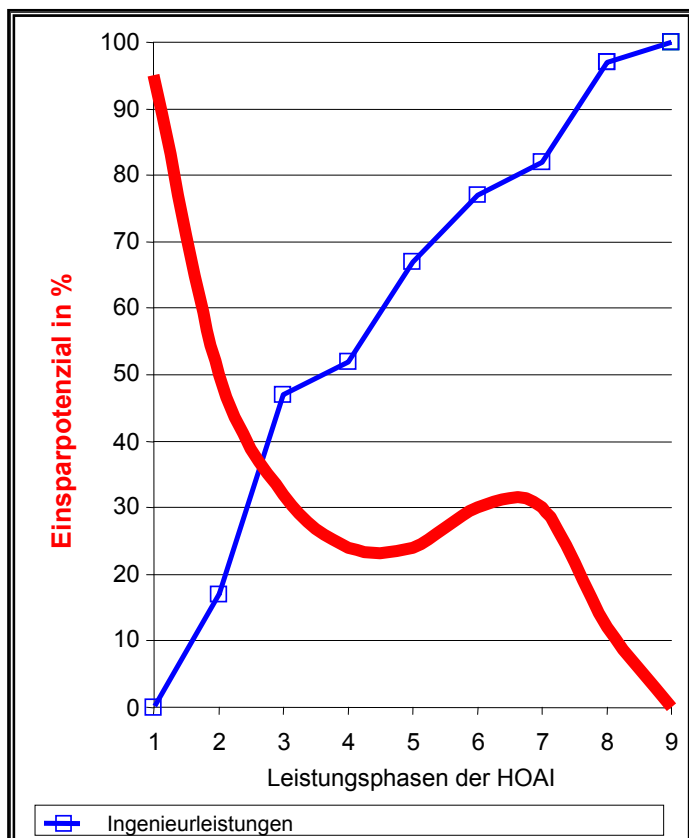
Verfasser: Florian **Funke**  
Peter **Hofmann**  
Hans-Peter **Plank**

<b>Inhaltsübersicht</b>	<b>Seite</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>116</b>
<b>2 Kläranlage der Stadt A</b>	<b>117</b>
<b>3 Mischwasserbehandlungsanlage der Stadt B</b>	<b>120</b>
<b>4 Mischwasserbehandlungsanlage des Abwasserzweckverbandes C</b>	<b>121</b>
<b>5 Generalentwässerungsplan der Stadt D</b>	<b>122</b>
<b>6 Begriffserläuterungen</b>	<b>124</b>

## 1 Einleitung

Nach Art. 57 Gemeindeordnung (GO) ist die Abwasserbeseitigung eine originäre Pflichtaufgabe der Gemeinden, die bei der Wahrnehmung dieser Aufgabe die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und Sparsamkeit (Art. 61 Abs. 2 Satz 1 GO) zu beachten haben. In den 80er und 90er Jahren waren kostenintensive Neubau- und Umbaumaßnahmen vor allem wegen gestiegener Anforderungen an die Reinigungsleistungen der Abwasserbeseitigungsanlagen erforderlich. Derzeit geht es häufig um Modernisierungs- und Sanierungsmaßnahmen sowie um Anpassungen im Zuge der Erteilung einer neuen wasserrechtlichen Erlaubnis nach Art. 16 Bayer. Wassergesetz (BayWG). Da die Verwaltungen und Bauämter in der Regel aus personellen und zeitlichen Gründen nicht in der Lage sind, die Aufgaben selbst wahrzunehmen, werden externe Ingenieurbüros mit der Entwurfs- und Ausführungsplanung beauftragt. Um den Investitionsaufwand für die Maßnahmen in akzeptablen Grenzen zu halten, ist eine intensive Zusammenarbeit der Kommunen als Auftraggeber mit den Genehmigungsbehörden und den Ingenieurbüros erforderlich. Das größte Potenzial für Kosteneinsparungen bei Abwasseranlagen liegt im konzeptionellen Bereich, in den Planungsphasen der Grundlagenermittlung und der Vorplanung. Die Erfahrung zeigt, dass auch noch bei den weiteren Leistungsphasen (z. B. Vorbereitung der Vergabe, Mitwirkung bei der Vergabe) nicht unerhebliche Einsparungen erzielt werden können. Jedoch wird dies immer schwieriger, je weiter ein Projekt fortgeschritten ist.

Die folgende Grafik zeigt, wie im Rahmen der fortschreitenden Leistungsphasen der Planung (blaue Linie) das Einsparpotenzial (rote Linie) rasch und erheblich abnimmt.



Im Rahmen der überörtlichen Rechnungsprüfung oder auf Antrag berät der Bayerische Kommunale Prüfungsverband (BKPV) möglichst frühzeitig die Gemeinden zur Angemessenheit, zur technischen Notwendigkeit und zur Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen und hilft bei der Suche nach technisch gleichwertigen, aber wirtschaftlicheren Alternativen. Wir machen den Gemeinden dabei keine Vorgaben, wie sie die Aufgaben im Rahmen der kommunalen Planungshoheit zu bewältigen haben, geben aber Empfehlungen.

Anhand einiger Beispiele aus der Prüfungs- und Beratungstätigkeit wird im Folgenden dargestellt, welche Einsparungen durch alternative Planungskonzepte, genaue Ermittlung der Bemessungsgrundlagen sowie geänderte Betriebsweisen möglich sind.

## 2 Kläranlage der Stadt A

### 2.1 Ausgangssituation

Die Kläranlage der Stadt A wurde im Jahr 1973 erbaut und im Jahr 2000 erweitert und general-saniert. Die Ausbaugröße der Kläranlage beträgt 54.000 EW. Der Wasserrechtsbescheid vom Juni 1997 gilt bis zum 31.12.2016.

Die Kläranlage ist im Jahr 2005 an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit gestoßen, teilweise wurden die Grenzen bereits überschritten.

### 2.2 Vorplanung für die Erweiterung der Kläranlage

Im April 2006 erteilte die Stadt dem Ingenieurbüro I den Auftrag, die Leistungsfähigkeit und die tatsächliche Belastung der Kläranlage zu untersuchen. Die Auswertung der Betriebstagebücher 2005 und 2006 ergab folgende Belastung der biologischen Stufe:

BSB <sub>5</sub>	:	rd. 70.000 EW
CSB	:	rd. 53.000 EW
AS	:	rd. 56.000 EW
N <sub>ges</sub>	:	rd. 60.000 EW
P	:	rd. 43.000 EW

Gemäß Wasserrechtsbescheid vom Juni 1997 ist die Kläranlage in die Anforderungsstufe 3 eingeordnet und hat folgende Ablaufwerte einzuhalten:

BSB <sub>5</sub>	:	15,0 mg/l
CSB	:	75,0 mg/l
AS (TW)	:	15,0 mg/l
NH <sub>4</sub> -N	:	5,0 mg/l
N <sub>ges</sub>	:	18,0 mg/l
P	:	1,5 mg/l

Außerdem wurde vermutet, dass der Fremdwasseranteil im Jahresmittel knapp unter 50 % liegt. Da die Kläranlage bereits an die rechnerischen Kapazitätsgrenzen stieß und die zulässigen Ablaufwerte unter Berücksichtigung der Verdünnung in den letzten Jahren vereinzelt überschritten wurden, beauftragte die Stadt das Ingenieurbüro im Juli 2007 mit einer Vorplanung zur bestehenden Kläranlage. Die Vorplanung sah eine Erhöhung der Ausbaugröße auf 95.000 EW (bezogen auf den Parameter BSB<sub>5</sub>) vor.

Die Investitionskosten für die geplanten Belebungsbecken mit einem zusätzlichen Volumen von 6.400 m<sup>3</sup> wurden einschließlich der erforderlichen Prozess- und Verfahrenstechnik auf 7,2 Mio. € brutto geschätzt. Für eine stationäre Schlamm-trocknungsanlage wurden 750.000 €, für eine Solartrocknungsanlage wurden weitere 2,6 Mio. € veranschlagt.

### 2.3 Änderungen der Vorplanung nach Beratungen durch den BKPV

Im Rahmen unserer Beratungstätigkeit haben wir in Zusammenarbeit mit dem Betriebspersonal die Betriebsbücher der Jahre 2005 bis 2007 ausgewertet. Dabei haben wir Folgendes festgestellt:

- Der biologische Teil der Kläranlage war mit rd. 70.000 EW (85 %-Spitzenwert des BSB<sub>5</sub>) belastet. Bei Regenwetter wurden kurzzeitig höhere Belastungswerte gemessen.
- An Wochenenden und insbesondere während der Betriebsferien eines abwasserintensiven Lebensmittelbetriebs sank die Belastung auf rd. 30.000 EW.
- Die Zulaufmenge bei Trockenwetter betrug nicht 18.400 m<sup>3</sup>/d, wie im Bescheid genannt, sondern tatsächlich nur rd. 10.000 m<sup>3</sup>/d. Die Kläranlage wäre daher bzgl. der Ablaufwerte nicht in die Anforderungsstufe 3, sondern in die Anforderungsstufe 2 einzuordnen gewesen.
- Der Fremdwasseranteil war durch Sanierungsmaßnahmen auf rd. 43 % gesenkt worden.
- Bei einem Fremdwasseranteil von 50 % waren in den Anforderungsstufen 2 und 3 folgende erhöhte Anforderungswerte (AW) einzuhalten:

	Anforderungsstufe 2		Anforderungsstufe 3	
	Bescheid mg/l	AW mg/l	Bescheid mg/l	AW mg/l
BSB <sub>5</sub>	20,0	13,3	15,0	10,0
CSB	90,0	60,0	75,0	50,0
NH <sub>4</sub> -N	10,0	6,7	5,0	3,3
N <sub>ges</sub>	18,0	12,0	18,0	12,0

- Die erhöhten Anforderungswerte der nach dem Bescheid zu Grunde gelegten Anforderungsstufe 3 wurden in den Jahren 2005 bis 2007 bezogen auf den Parameter N<sub>ges</sub> insgesamt nur dreimal und bezogen auf den Parameter BSB<sub>5</sub> nur einmal überschritten.

- Ursächlich für die Überschreitung des Grenzwertes  $N_{\text{ges}}$  war die stoßartige Einleitung von hochkonzentriertem Trübwasser während einer Klärschlammmentwässerungskampagne einer Fremdfirma. Der Grenzwert für  $BSB_5$  wurde bei einem extremen Hochwasserfall während der Schneeschmelze überschritten, als große Mengen an Erdmaterial in die Kanalisation eingespült wurden.

Mittels Berechnungen haben wir nachgewiesen, dass die bestehenden Belebungs- und Nachklärbecken ausreichend dimensioniert sind, um die geforderten Ablaufwerte einzuhalten.

Obwohl die Kläranlage im Jahr 2000 nur für eine Ausbaugröße von 54.000 EW nach dem ATV-DVWK-Arbeitsblatt A 131 bemessen wurde, ist sie in der Lage, bei höheren Belastungen die erforderlichen Ablaufwerte einzuhalten. Ein einziger Ausnahmefall tritt ein, wenn hohe Frachten aus einem Lebensmittelbetrieb und Zentratwasser aus der mobilen Schlammmentwässerung gleichzeitig anfallen.

Gründe für die gute Reinigungsleistung der Kläranlage sind:

- der leicht abbaubare Kohlenstoff (günstiges CSB/ $BSB_5$ -Verhältnis)
- die geringen N- und P-Frachten (im Vergleich mit  $BSB_5$ )
- die Bemessungstemperatur der Kläranlage durch Vermischung deutlich über 12 °C (weil die hohe Belastung aus dem angeschlossenen Lebensmittelbetrieb mit einer hohen Abwassertemperatur von mehr als 20 °C verbunden ist)
- die saisonalen Kampagnezeiten des Lebensmittelbetriebs in der warmen Jahreszeit
- ein engagiertes Betriebspersonal

Um die geforderten Ablaufwerte zuverlässig einhalten zu können, ist darauf zu achten, dass die hohen Belastungen aus dem angeschlossenen Lebensmittelbetrieb und der Schlammmentwässerung nicht gleichzeitig auftreten.

Mit dem Bau einer stationären Schlammmentwässerungsanlage kann erreicht werden, dass das Zentratwasser aus der Schlammmentwässerung der Kläranlage in den belastungsarmen Zeiten dosiert zugeführt wird.

Der BKPV hat in einer Kostenvergleichsberechnung nachgewiesen, dass der Bau einer solaren Klärschlamm-trocknungsanlage bei den derzeitigen Schlammmentsorgungskosten unwirtschaftlich ist.

Wir haben daher der Stadt empfohlen, bei der aktuellen Auslastung der Kläranlage auf den Neubau des 6.400 m<sup>3</sup> großen Belebungsbeckens und der solaren Schlamm-trocknungsanlage zu verzichten und derzeit nur die stationäre Schlammmentwässerungsanlage zu errichten. Dringend notwendig wären aber weitere Anstrengungen zur Reduzierung des Fremdwassers.

Die Kosteneinsparung beträgt derzeit rd. 9 Mio. €.

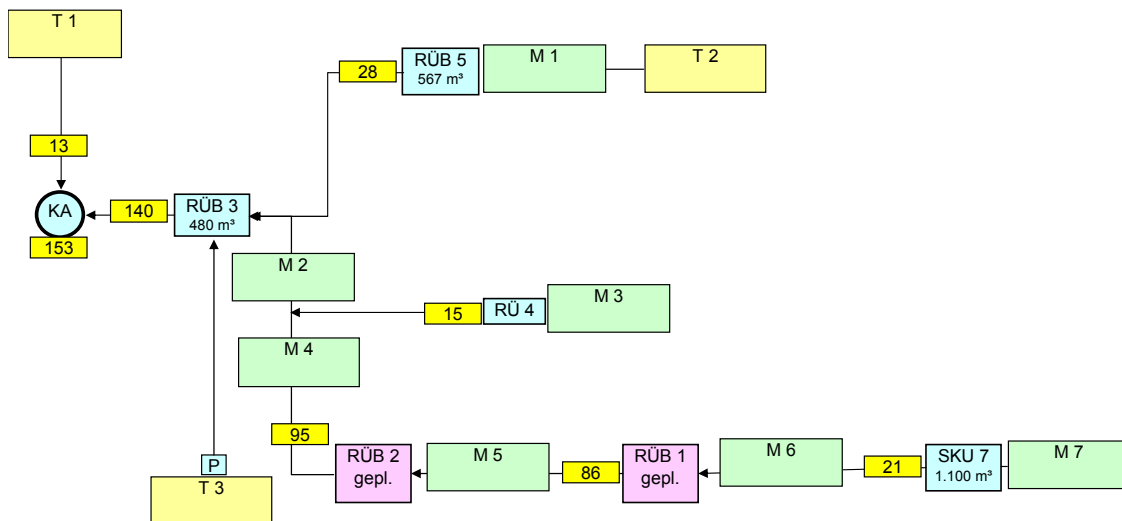
### 3 Mischwasserbehandlungsanlage der Stadt B

#### 3.1 Ausgangssituation

Nach dem gültigen Wasserrechtsbescheid sollte die Stadt B in den kommenden Jahren Regenüberlaufbecken bauen.

Für den Nachweis der Mischwasserbehandlung waren in den Planungsunterlagen für den Prognosefall unter anderem folgende Werte angesetzt:

$Q_{S24}$	=	25 l/s
$x$	=	11
$Q_{bx}$	=	62 l/s
$A_u$	=	122 ha



**Legende:**

M	Mischgebiet	RÜ	Regenüberlauf
T	Trenngebiet	RÜB	Regenüberlaufbecken
KA	Kläranlage	SKU	Stauraumkanal (Entlastung unten)
P	Pumpwerk	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">Q d</span>	Drosselabfluss (l/s)

#### 3.2 Änderungen aufgrund der Beratungen durch den BKPV

In Abstimmung mit der Verwaltung haben wir die für eine Schmutzfrachtsimulation bemes-sungsrelevanten Werte der Genehmigungsplanung anhand gemessener Werte überprüft und den aktuellen Verhältnissen wie folgt angepasst:

$Q_{S24}$	=	20 l/s
$x$	=	15
$Q_{bx}$	=	40 l/s
$A_u$	=	151 ha

Insbesondere bei den Abwassermengen ergaben sich nach Auswertung der Gebührenabrech-nungen der letzten Jahre deutliche Veränderungen gegenüber den Werten der Genehmi-gungsplanung. Der mittlere tägliche Schmutzwasserabfluss aus privaten Haushalten und ge-

werblichen Einleitungen war nachweisbar um rd. 30 % niedriger als in der Planung. Anhand von gemessenen Tagesganglinien im Kläranlagenzulauf konnte der Tagesspitzenwert  $x$  von 11 auf 15 geändert werden. Dadurch ergab sich eine Reduzierung des Trockenwetter-Spitzenabflusses um rd. 45 %. Für die Prognoseberechnung wurde eine realistische Zuwachsrate des Schmutzwasseranfalls von 10 % berücksichtigt. Obwohl die Auswertung der befestigten undurchlässigen Flächen anhand von Luftbilddaufnahmen, gültigen Bebauungsplänen und Begehungen eine Zunahme um rd. 23 % ergab und wir eine vom Kläranlagenpersonal nachgewiesene CSB-Konzentration von 650 mg/l zu Grunde legten, konnte das nach dem ATV-Arbeitsblatt A 128 ermittelte fiktive Gesamtbeckenvolumen von 2.194 m<sup>3</sup> auf 1.704 m<sup>3</sup> deutlich reduziert werden. Das unter Anrechnung bestehender Regenbecken und aktivierbarer Kanalspeicher ohne zusätzlichen Aufstau in der Kanalisation bereits vorhandene Speichervolumen war annähernd doppelt so groß wie das erforderliche. Für unveränderten Mischwasserzufluss haben wir mittels einer Schmutzfrachtsimulationsberechnung nachgewiesen, dass die zulässige Entlastungsfracht mit den vorhandenen Mischwasserbehandlungsanlagen nicht überschritten wird und die weiteren Rahmenbedingungen eingehalten werden. Aufwändige Drosselanpassungen waren nicht veranlasst.

Der Bau der geplanten Regenüberlaufbecken wurde in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde als nicht mehr notwendig erachtet. Mit geänderten Antragsunterlagen unter Nutzung der beiden vorhandenen Stauraumkanäle wurde eine wasserrechtliche Genehmigung beantragt und zwischenzeitlich erteilt. Ohne Berücksichtigung der weggefallenen Betriebs- und Unterhaltungskosten und ohne Abstriche am Gewässerschutz konnten deutlich über 750.000 € eingespart werden.

## **4 Mischwasserbehandlungsanlage des Abwasserzweckverbandes C**

### **4.1 Ausgangssituation**

Nach gültigem Wasserrechtsbescheid sollte ein Abwasserzweckverband mit zwei Mitgliedsgemeinden ein 2.000 m<sup>3</sup> großes betoniertes Rückhaltebecken bauen, um eine Verbesserung der Einleitungsbedingungen an einem abflussschwachen Gewässer zu erzielen. Der Fachberater für Fischerei befürchtete, mit der bisher genehmigten Einleitungsmenge von rd. 2.100 l/s aus dem bestehenden Regenüberlaufbecken wäre eine Beeinträchtigung der Gewässergüte und eine hydraulische Überlastung des Gewässers verbunden.

Die Baukosten wurden von Ingenieuren in einer Vorplanung mit rd. 400.000 € veranschlagt.

### **4.2 Änderungen der Planung aufgrund der Beratungen durch den BKPV**

In enger Zusammenarbeit mit der Verwaltung, dem Fachberater und den Genehmigungsbehörden haben wir die bemessungsrelevanten Parameter angepasst.

Wir konnten in einer Schmutzfrachtberechnung nachweisen, dass bezüglich des Schmutzaustrags aus den Mischwasserbehandlungsanlagen kein Handlungsbedarf bestand. Die zulässige Entlastungsfracht wurde im Nachweisverfahren um rd. 22 % unterschritten. In der aktuellen Gewässergütekarte wurde mit Güteklasse II ein zufriedenstellender Zustand des Gewässers

bestätigt. Hochwasserprobleme sind nach Auskunft aller Beteiligten nicht vorhanden. Entsprechende Ausuferungsflächen sind vorhanden.

Das rd. 320 m<sup>3</sup> große Fangbecken (Regenüberlaufbecken) wird über zwei Zulaufkanäle mit E-Querschnitten 600/1050 mm und 1200/1800 mm beschickt. Der zur Kläranlage weiterführende Drosselabfluss beträgt 80 l/s. Der Beckenüberlauf wird über ein kreisrundes Rohr DN 1200 mm in die Vorflut abgeschlagen. Bei dem im Bescheid zu Grunde gelegten Entlastungsabfluss von rd. 2.100 l/s handelte es sich um einen Spitzenabfluss zur Bemessung dieses Kanals.

Unter Verwendung einer repräsentativen Jahresniederschlagsreihe wurde nachgewiesen, dass das Fangbecken bei 56 Regenereignissen nur sechzehn Mal überläuft. Bei der maximalen Entlastungsmenge beträgt der durchschnittliche rechnerische Entlastungsabfluss rd. 450 l/s. Das maximale 5-Minuten-Abflussintervall liegt mit rd. 1.060 l/s deutlich unter dem untersuchten Bescheidswert von 2.100 l/s.

Vom Bau des rd. 400.000 € teuren Ortbetonbeckens samt maschinentechnischer Ausrüstung wurde daher, da für den Gewässerschutz nicht zwingend erforderlich, einvernehmlich aus wirtschaftlichen Gründen Abstand genommen. Zum Schutz der Fauna des abflussarmen Gewässers wurden an drei Stellen Renaturierungsmaßnahmen vorgeschlagen, die den Zweckverband nach Abzug von Fördermitteln nur noch mit rd. 15.000 € belasteten.

## **5 Generalentwässerungsplan der Stadt D**

### **5.1 Ausgangssituation**

Die Stadt D betreibt ein Mischwasserkanalnetz mit mehreren Entlastungsanlagen. Zur Verlängerung des Wasserrechtsbescheids für die Einleitung von Mischwasser in die Vorfluter mussten Mischwasserbehandlungsanlagen nachgewiesen werden. Da das Mischkanalsystem zahlreiche Verknüpfungen aufwies und eine eindeutige Zuordnung der Teileinzugsgebiete A und B zu den Regenüberlaufbecken 1 und 2 nicht möglich war, forderte das zuständige Wasserwirtschaftsamt als Nachweis eine Schmutzfrachtberechnung. Nach den Planungen, die zu Beginn



unserer Beratungstätigkeit vorlagen, wurde eine undurchlässige Fläche  $A_u = 214$  ha angesetzt. Daraus ergab sich ein erforderliches Gesamtspeichervolumen von  $6.900 \text{ m}^3$ .

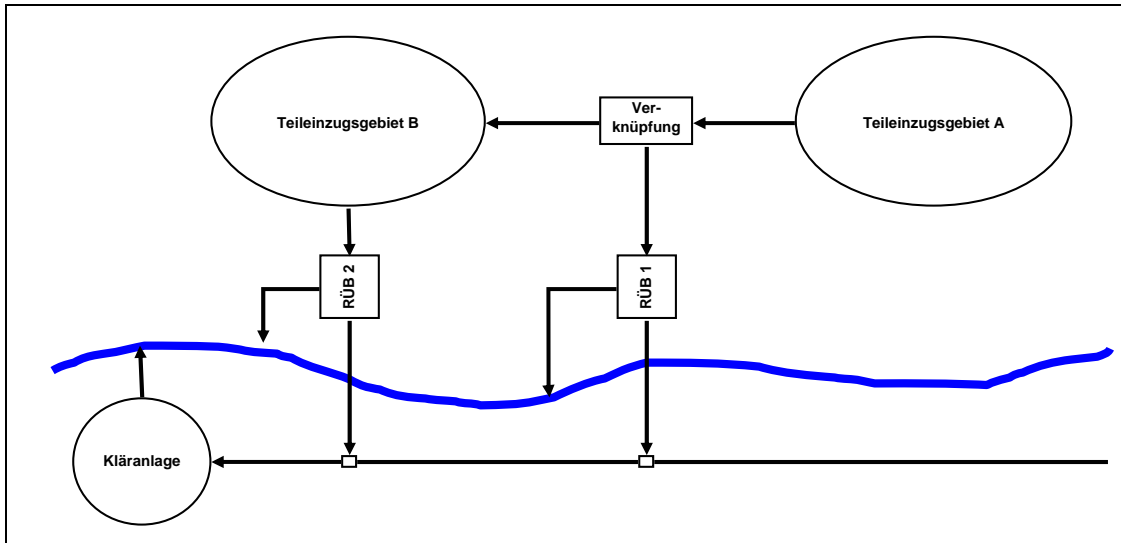


Bild 1: Netzsystem mit Verknüpfung der Teileinzugsgebiete A und B

## 5.2 Änderung der Planung aufgrund der Beratungstätigkeit des BKPV

Die bauliche Situation am Verzweigungsschacht (ehemaliger Regenüberlauf) war nicht bekannt und wurde auf unser Betreiben hin geklärt. Die Hauptwassermenge wurde in Richtung Gebiet B weitergeleitet und führte dort zu Überlastungen. Wir schlugen vor, durch den Einbau einer Absperrung die Wassermenge aus dem Gebiet A vollständig über das Becken 1 zu leiten, d. h. die Gebiete A und B hydraulisch klar zu trennen. Der Sammler zum Regenüberlaufbecken (RÜB) 1 ist in der Lage, die gesamte Wassermenge schadlos abzuleiten.

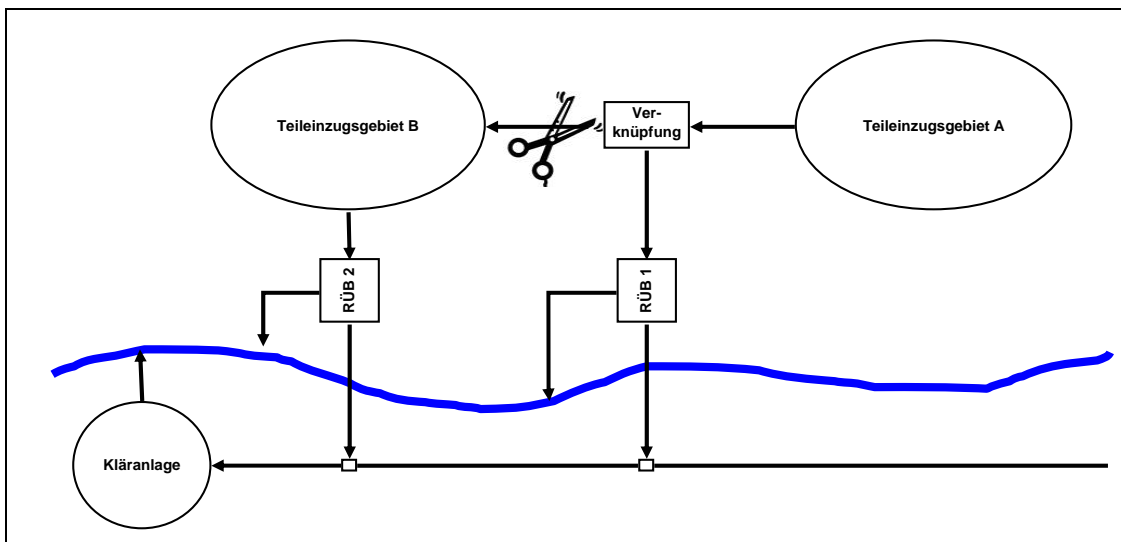


Bild 2: Verknüpfung wird aufgelöst, dadurch vereinfachtes Aufteilungsverfahren möglich

Aufgrund der einfachen Netzstruktur konnte erreicht werden, dass die Wasserwirtschaftsverwaltung anstelle einer umfangreichen Schmutzfrachtberechnung das vereinfachte Aufteilungsverfahren zur Bemessung der Mischwasserbehandlungsanlagen akzeptierte.

Bei unserer Beratungstätigkeit für die Stadt haben wir außerdem angeregt, dass bei der Einführung der Niederschlagswassergebühr die am Kanal angeschlossenen Flächen über Luftbilddauswertungen in Verbindung mit Selbstauskünften der angeschlossenen Grundstückseigentümer detailliert ermittelt wurden. Wir haben vorgeschlagen, diese Auswertungen für den Nachweis der Mischwasserbehandlung zu verwenden. Daraus ergab sich eine erhebliche Reduzierung der Größe der angeschlossenen undurchlässigen Flächen gegenüber den bisherigen Annahmen. Der Flächenansatz für die undurchlässigen Bereiche reduzierte sich von 214 ha auf 137 ha.

Die Reduzierung von  $A_u$  führte zu einer Verringerung des erforderlichen Gesamtspeichervolumens um über 30 % und somit auch zu einer Reduzierung des kritischen Mischwasserabflusses  $Q_{krit}$ , für den die einzelnen Entlastungsanlagen nachzuweisen waren. Der für die Mischwasserbehandlung erforderliche Nachweis konnte erheblich einfacher geführt werden.

## 6 Begriffserläuterungen

AS	abfiltrierbare Stoffe
$A_u$	undurchlässige Fläche
BSB <sub>5</sub>	biochemischer Sauerstoffbedarf
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
EW	Einwohnerwert
NH <sub>4</sub> -N	Ammoniumstickstoff
N <sub>ges</sub>	Gesamtstickstoff
P	Phosphor
Q <sub>krit</sub>	kritischer Mischwasserabfluss
Q <sub>S24</sub>	Schmutzwasser
Q <sub>tx</sub>	Tagesspitze des Trockenwetterabflusses
TW	Trockenwetter
x	Stundenansatz zur Ermittlung des stündlichen Spitzenabflusses