



**Vergleich der Auswirkungen  
von Einleitungen aus  
Misch- bzw. Trennsystemen  
auf Fließgewässer**

**Herausgeber:** Hessisches Ministerium für Umwelt,  
Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
Mainzer Str. 80  
65189 Wiesbaden  
Tel.: 0611 / 815 1301  
Fax: 0611 / 815 1941

**Grundlage für diese Veröffentlichung:**

**Kurzfassung des  
"Gutachten zum Vergleich der Auswirkungen von Einleitungen  
aus Misch- bzw. Trennsystemen auf Fließgewässer"**

**Erstellt von Dr.-Ing. Ralf Mehler:**



Ingenieurgesellschaft für Systemhydrologie •  
Wasserwirtschaft • Informationssysteme mbH  
Mathildenplatz 8 • 64283 Darmstadt •  
Tel.: 06151 / 367367

---

**Veröffentlichung:** [www.hmuelv.hessen.de](http://www.hmuelv.hessen.de) -> Umwelt -> Gewässerschutz -> Kommunales  
Abwasser -> Schmutzfrachtberechnung

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>VORÜBERLEGUNGEN UND GRUNDVORAUSSETZUNGEN .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>SYSTEMVERGLEICH AN EINEM FIKTIVEN UND EINEM REALEN BEISPIEL .</b>	<b>3</b>
	3.1 Fiktives Beispiel.....	3
	3.2 Reales Beispiel.....	4
<b>4</b>	<b>THEORETISCHER SYSTEMVERGLEICH .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>SENSITIVITÄTSANALYSE ANHAND DES FIKTIVEN TESTSYSTEMS .....</b>	<b>6</b>
	5.1 Identifikation der zu variierenden Kenngrößen .....	6
	5.2 Sensitivitätsuntersuchung.....	7
<b>6</b>	<b>DISKUSSION WEITERER FALLKONSTELLATIONEN.....</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>ERGÄNZENDE SYNOPSE ZU MISCH- UND TRENNSYSTEM.....</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>FAZIT UND ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>12</b>
<b>ANHANG 1</b>		
	<b>ABBILDUNGEN.....</b>	<b>15</b>
<b>ANHANG 2</b>		
	<b>TABELLEN .....</b>	<b>22</b>
<b>ANHANG 3</b>		
	<b>ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DER VARIATIONSRECHNUNGEN ..</b>	<b>30</b>

## 1 Veranlassung

Bei der Erweiterung bzw. Sanierung bestehender Entwässerungssysteme oder auch bei der Neuerschließung stellt sich für den späteren Betreiber häufig die Frage, ob das Mischsystem oder das Trennsystem die sinnvollere Lösung darstellt. Hierbei ist eine Reihe von Randbedingungen für die „richtige“ Wahl entscheidend:

1. Konzeption des bestehenden Entwässerungssystems
2. Investitionskosten
3. Betriebskosten
4. Folgekosten (z.B. Abwasserabgabe)
5. Fördermöglichkeiten des Staates
6. Auswirkungen auf die Gewässer, in die eingeleitet werden soll

Die Punkte 1 bis 3 und 6 sind im Wesentlichen durch die örtlichen Gegebenheiten und technischen Voraussetzungen bestimmt. Die Punkte 4 und 5 sind geeignet, die Entscheidung für bestimmte Varianten zu unterstützen.

Ein wesentlicher Punkt, der sich in den umweltpolitischen Überlegungen widerspiegelt, sind die Auswirkungen der Einleitungen auf die Gewässer. Nach den Grundsätzen der Abwasserbeseitigung in § 55 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) soll Niederschlagswasser ohne Vermischung mit Schmutzwasser abgeleitet werden. Aus fachlicher Sicht wird immer wieder kontrovers diskutiert, ob das Trennsystem oder das Mischsystem bezüglich der resultierenden Gewässerbelastungen die bessere Wahl ist.

Um zu dieser Thematik belastbare Aussagen abzuleiten, wurde ein Vergleich der Gesamtemission des Summenparameters CSB von Mischsystemen und Trennsystemen bei identischer Belastung durchgeführt. Die Vergleichswerte wurden durch Modellrechnungen mit dem in Hessen für die Prüfung eingeführten Schmutzfrachtberechnungsmodell SMUSI ermittelt. Zur Berücksichtigung verschiedener äußerer Randbedingungen wurde zudem ausgehend von mittleren Verhältnissen eine Sensitivitätsuntersuchung durch Variation der die Emission beeinflussenden Kenngrößen durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchung sind nachfolgend zusammengestellt.

## 2 Vorüberlegungen und Grundvoraussetzungen

Zur Bemessung von Mischwasserentlastungsanlagen werden in Deutschland das ATV-Arbeitsblatt A 128 oder Schmutzfrachtberechnungsmodelle eingesetzt. Hierbei ist zu beachten, dass bezüglich des Gewässerschutzes ein vollständiger Rückhalt des Mischwassers während der Niederschlagsphase in entsprechenden Speicherbecken mit anschließender Ableitung zur Kläranlage die optimale Lösung wäre. Aus wirtschaftlichen Gründen kann dieser Ansatz jedoch nicht umgesetzt werden. Aus diesem Grund wurde bei der Erarbeitung der Bemessungsgrundlagen für Mischwasserbehandlungsanlagen ein Kompromiss zwischen gewässerökologischer Notwendigkeit und wirtschaftlicher Umsetzbarkeit angestrebt. Unter Beachtung dieser Vorgaben wurde der folgende Grundsatz im Arbeitsblatt ATV-A 128 formuliert:

*Die durch Mischwasserentlastungsanlagen (RÜ, RÜB und SK) und durch den auf der Kläranlage behandelten Regenabfluss in das Gewässer eingetragene CSB-Fracht ( $SF_{CSB}$ ) darf nicht größer sein als diejenige, die durch den Regenabfluss eines fiktiven Trennsystems gleicher Einzugsgebietscharakteristik eingeleitet werden würde.*

**Also:**  $SF_{e,CSB} + SF_{r,KLA,CSB} \leq SF_{r,fikt,CSB}$  (Abbildung A-1)

Aus dieser Vorgabe folgt zumindest für den Zielparameter *Gesamtemissionsfracht-CSB während Regenwetterphasen*, dass alle Mischsysteme, die nach dieser Regel bemessen werden, per Definition mindestens gleich gut zu bewerten sind wie Trennsysteme<sup>1</sup>.

Je mehr Abfluss über diese Regel hinaus zur Kläranlage geleitet wird, umso besser wird sich das Mischsystem im Vergleich zum Trennsystem stellen, da üblicherweise die Entlastungskonzentration höher ist als die Kläranlagenablaufkonzentration bei Regenwetterzufluss.

Da die Bemessungsansätze im Rahmen eines Schmutzfrachtsimulationsnachweises (in Hessen) durch Modellrechnungen an diese Grundüberlegung angepasst wurden<sup>2</sup>, müsste sich auch in diesem Kontext die gleiche Grundtendenz ergeben.

<sup>1</sup> Einschränkung ist anzumerken, dass die Umsetzung dieser Zielsetzung in ein Rechenkonstrukt Berechnungsannahmen hinsichtlich der Verschmutzungskonzentrationen (CSB) der einzelnen Teilströme erfordert. Diese wurden nach dem damaligen Kenntnisstand auf mittlere Verhältnisse bezogen

( $c_S = 600 \text{ mg/l}$ ,  $c_R = 107 \text{ mg/l}$ ,  $c_{KLA} = 70 \text{ mg/l}$ ).

Weichen die tatsächlichen Verhältnisse deutlich von diesen Werten ab, kann es real zu Verschiebungen kommen.

<sup>2</sup> Letztlich resultieren die  $250 \text{ kg/ha}_{\text{Ared}}$  aus zahlreichen Modellrechnungen mit fiktiven Mischsystemen, bei denen die Einzugsgebietskenngrößen variiert worden waren. Analog zur Schmutzfrachtsimulation wurden diese Systeme nach dem A 128 berechnet.

Die Ergebnisse wurden anschließend verglichen und die maßgebende Kenngröße so festgelegt, dass bei mittleren Verhältnissen beide Verfahren zu weitgehend gleichen Resultaten gelangen.

Durch ein Hinterfragen dieser Grundlagen sowie der darauf aufbauenden Berechnungsannahmen und -methoden soll erarbeitet werden, ob tatsächlich – wie im ATV-A 128 postuliert – das Mischsystem bezüglich der Gesamtemissionsfracht die bessere Lösung darstellt oder ob der derzeit häufig propagierten Aussage – das Trennsystem sei grundsätzlich besser – zuzustimmen ist.

### **3 Systemvergleich an einem fiktiven und einem realen Beispiel**

Als Einstieg in die Problematik und um ein Gefühl für die Größenordnungen zu vermitteln, werden nachfolgend zunächst die Ergebnisse von zwei Vergleichsrechnungen diskutiert. Die Systeme werden mit in Hessen vorzufindenden mittleren Kenngrößen parametrisiert, jeweils gesondert berechnet und die Einleitungskenngrößen getrennt nach Misch- und Trennsystem verglichen.

Für ein zweites Einstiegsbeispiel – ein reales System, das überwiegend, aber nicht ausschließlich im Mischsystem entwässert – erfolgt eine theoretische Umstrukturierung in ein vollständiges Trennsystem. Diese Berechnung dient einer ersten Einschätzung der oben wiedergegebenen Postulate hinsichtlich der Systemvorteile anhand eines realen Beispiels.

#### **3.1 Fiktives Beispiel**

In dem Vergleich wurde ein fiktives Einzugsgebiet einmal als Mischsystem und einmal als Trennsystem (Abbildung A-2, Tabelle A-1) über den in Hessen üblichen Zeitraum von 9 Monaten berechnet. Das Ergebnis (Tabelle A-2) dieser ersten Berechnung zeigt, dass das Trennsystem bezüglich der eingeleiteten CSB-Frachtsumme von 31.016 kg bezogen auf die durch das Mischsystem eingeleitete CSB-Fracht von 20.767 kg nahezu 50% mehr einleitet.

Bei den Einleitungskonzentrationen weist das Trennsystem leichte Vorteile auf. Durch den Vermischungsprozess im Mischwasserkanal entstehen in der Spitze und auch im Mittel höhere Werte (Spitze 30%, Mittel 5%). Diese Konzentrationen wurden für das Mischsystem an dem Entlastungsbauwerk durch Auswertung der einzelnen Entlastungsereignisse ermittelt, wobei der Spitzenwert dem Maximalwert im Gesamtkontinuum entspricht und der Mittelwert aus der Gesamtentlastungsfracht und dem Gesamtentlastungsvolumen berechnet wird. Für das Trennsystem, dessen Regenwasserabfluss in der Simulation per Definition keine Schwankungen aufweist, ergibt sich die Einleitungskonzentration als Quotient aus Einleitungsfracht und Gesamtabflussvolumen. Die Kläranlagenablaufkonzentration ist bei beiden Varianten gleich, unterliegt per Definition keinen Schwankungen (siehe Tabelle A-1) und ist somit in der Tabelle A-2 nicht aufgeführt.

Einschränkend ist zu den Entlastungskenngrößen des Regenüberlaufbeckens anzumerken, dass auf den Ansatz einer klärtechnischen Wirkung verzichtet wurde, um den Vergleich nicht durch diesen Parameter zu überlagern. In der Realität wird bei einem konstruktiv gut durchgebildeten Becken eine Reduktion der Entlastungskonzentrationen und damit auch der Entlastungsfrachten zu erwarten sein.

### 3.2 Reales Beispiel

Es wurde bewusst ein in der Realität bereits als hybride Variante (Misch- und Trennsystem vorhanden) ausgebildetes System (Abbildung A-4, Tabelle A-3) gewählt, da gerade bei solchen Konstellationen diskutiert wird, Umbaumaßnahmen vom Misch- zum Trennsystem durchzuführen oder weitere Erschließungen ausschließlich im Trennsystem vorzunehmen. In dem Vergleich wurde das System einmal in der realen Ausprägung und einmal durch Umwandlung der Mischwassereinzugsgebiete als reines Trennsystem (Abbildung A-5) über den in Hessen üblichen Zeitraum von 9 Monaten berechnet.

Das Ergebnis dieser ersten Berechnung (Tabelle A-4) zeigt, dass das Trennsystem bezüglich der eingeleiteten Frachtsumme gegenüber dem Mischsystem nahezu 20% mehr einleitet (84.590 kg / 101.660 kg). Der Unterschied ist nicht ganz so ausgeprägt wie bei dem fiktiven Beispiel, was sich durch das dünnere Regenwasser und die schlechtere Kläranlagenablaufkonzentration erklärt.

Analog zum fiktiven Beispiel wurden zusätzlich die Entlastungskonzentrationen an den Sonderbauwerken mit den Regenabflusskonzentrationen und damit den Einleitungskonzentrationen an den Auslasskanälen des Trennsystems verglichen. Bei diesem Vergleich weist das Trennsystem Vorteile auf. Durch den Vermischungsprozess im Mischwasserkanal entstehen insbesondere in der Spitze aber auch im Mittel höhere Werte (Spitze 66%, Mittel 10%).

## 4 Theoretischer Systemvergleich

Die Ergebnisse der in Kapitel 3 durchgeführten Vergleichsrechnungen deuten darauf hin, dass die Aussage, *ein Trennsystem sei generell besser*, in dieser allgemeinen Form nicht zutreffend ist. Um die maßgebenden Parameter im Vorfeld zu identifizieren, wird nachfolgend ein Systemvergleich auf Basis mathematischer Ableitungen und theoretischer Grundüberlegungen durchgeführt. Als Vergleichsparameter wird die über einen bestimmten Zeitraum aus den beiden Systemen emittierte Gesamtfracht für den Schmutzparameter CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf) herangezogen. Auf diese Art können unnötige Variationsrechnungen für nicht relevante Systemkenngrößen vermieden werden.

Sofern ein Trennsystem bezüglich der Gesamtemissionsfracht ( $Fr_{GE}$ ) besser als ein Mischsystem mit identischen Flächenkenngrößen sein soll, muss die Forderung erfüllt sein:

$$Fr_{GE,CSB,MS} > Fr_{GE,CSB,TS} \quad 1$$

Mit

- Fr: Schmutzfracht
- GE: Gesamtemission
- CSB: Chemischer Sauerstoffbedarf
- MS: Mischsystem
- TS: Trennsystem

Mit einer Reihe von Annahmen ergibt sich aus einem mathematischen Systemvergleich der folgende Zusammenhang für die mittlere Entlastungskonzentration  $c_E$ , die mittlere Regenabflusskonzentration  $c_R$ , die Kläranlagenablaufkonzentration  $c_K$  und die Entlastungsrate  $e$ :

$$\frac{\bar{c}_E}{\bar{c}_R} > \frac{1}{e} \left( 1 - \frac{\bar{c}_K}{\bar{c}_R} \right) + \frac{\bar{c}_K}{\bar{c}_R} \quad 2$$

Mit

- c: Konzentration
- e: Entlastungsrate ( $V_E/V_R$ )
- V: Volumen
- E: Entlastung
- R: Regenwetterverhältnisse
- K: Kläranlage

Ungleichung 2 beschreibt, unter welchen Voraussetzungen ein Mischsystem in der Summe eine höhere CSB-Fracht emittiert, als ein analoges Trennsystem. Bei Vorgabe einer mittleren Kläranlagenablauf- und Oberflächenabflusskonzentration ergibt sich nach Ermittlung der Entlastungsrate (z.B. durch eine Schmutzfrachtsimulation oder Anwendung des ATV-A 128) ein Wert für die Entlastungskonzentration im Verhältnis zur Oberflächenabflusskonzentration. In der unten stehenden Grafik ist die Ungleichung quasi als Gleichung ausgewertet. Die dargestellte räumliche Fläche zeigt, unter welchen Gegebenheiten ( $V_E/V_R$ ,  $c_K/c_R$ ,  $c_E/c_R$ ) beide Systeme rechnerisch identische Emissionsfrachten aufweisen.

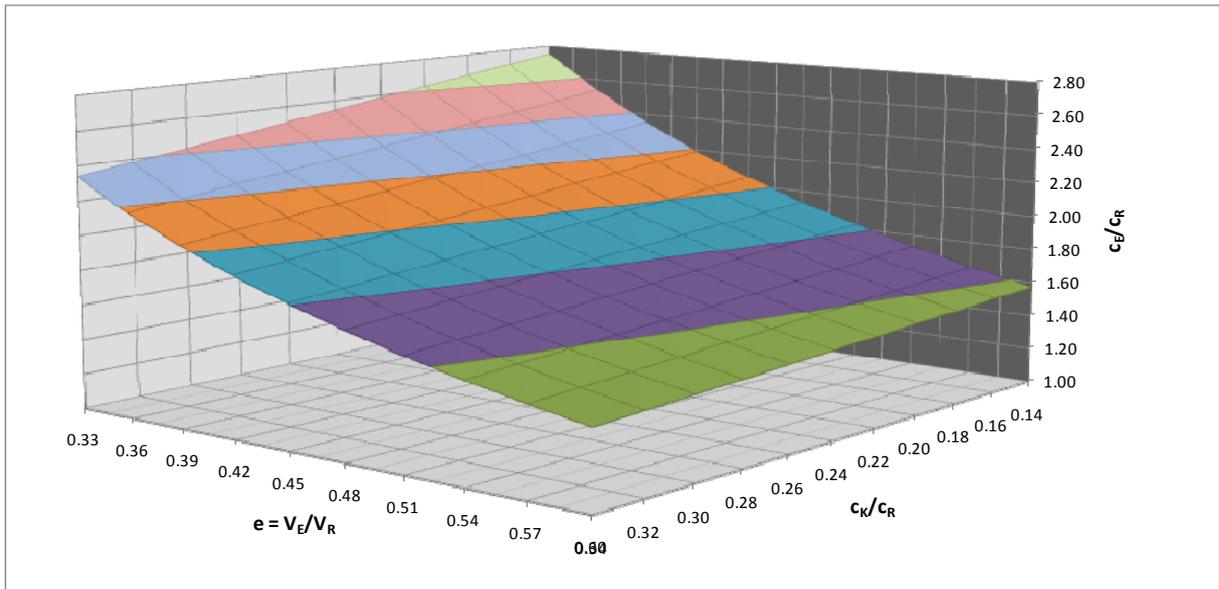


Abbildung 1: Grafische Auswertung von Ungleichung 2

Die Parameterkombinationen, die unterhalb der dargestellten räumlichen Fläche liegen, identifizieren Systemkonstellationen, bei denen das Mischsystem geringere CSB-Frachten emittiert. Damit lässt sich aus Abbildung 6 für den dargestellten Wertebereich (insbesondere der Entlastungsrate  $e$ ) entnehmen, dass unabhängig von anderen Kenngrößen bei einem Verhältnis  $c_E/c_R < 1,5$  das Mischsystem für den Parameter CSB immer günstiger als das Trennsystem ist. Erst wenn die Entlastungskonzentration im Jahresmittel um mehr als das 1,5 fache höher liegt als die Regenwetterabflusskonzentration der Oberflächen, gibt es Systemkonstellationen, bei denen sich das Trennsystem als die bessere Variante erweist.

## 5 Sensitivitätsanalyse anhand des fiktiven Testsystems

### 5.1 Identifikation der zu variierenden Kenngrößen

Die Vorüberlegungen in Kapitel 4 führten letztlich zu einer Bestimmungsgleichung für einen theoretischen Systemvergleich. Damit ergeben sich aus Gleichung 3 (umformulierter Ungleichung 2) die folgenden Kenngrößen als relevant für einen Systemvergleich:

$$\frac{\overline{c_E}}{\overline{c_R}} = \frac{1}{e} \left( 1 - \frac{\overline{c_K}}{\overline{c_R}} \right) + \frac{\overline{c_K}}{\overline{c_R}} \quad 3$$

- Mit
- $\overline{c_K}$  : Mittlere Kläranlagenablaufkonzentration
  - $\overline{c_R}$  : Mittlere Oberflächenabflusskonzentration
  - $\overline{c_E}$  : Mittlere Entlastungskonzentration
  - $e$  : Entlastungsrate

Aufgrund funktionaler Zusammenhänge und Abhängigkeiten ergeben sich die folgenden Variationsparameter (Simulationsgruppen) für die Sensitivitätsuntersuchung:

1. SP : Schmutzpotenzial auf versiegelten Flächen
2. EWD : Einwohnerdichte (über Einwohnerzahl)
3.  $c_K$  : Kläranlagenablaufkonzentration
4.  $q_R$  : Regenspende im Drosselabfluss (über Drosselabfluss)
5.  $h_N$  : Jahresniederschlagshöhe
6. FWA : Fremdwasseranteil  $Q_f/Q_t$  (über Fremdwasserabfluss)
7. NG : Neigungsgruppe
8. VS : Spezifisches Speichervolumen (über das Beckenvolumen)
9. ASW : Absetzwirkung

## 5.2 Sensitivitätsuntersuchung

Die Sensitivitätsuntersuchung wird auf der Grundlage des fiktiven Testsystems durchgeführt, welches jeweils als Mischsystem und als Trennsystem betrachtet wird. In jeder der unter 5.1 genannten Simulationsgruppen wird die entsprechende Kenngröße variiert (Tabelle A-5), um deren Auswirkung auf die Gesamtemission im Systemvergleich zu quantifizieren. Die Zusammenstellung der Berechnungsergebnisse der Variationsrechnungen ist als Anhang 3 beigefügt. Durch eine Variation der den Systemvergleich Mischsystem  $\Leftrightarrow$  Trennsystem bezüglich der Gesamtemissionen beeinflussenden Parameter wurden diejenigen identifiziert, die einen maßgebenden Einfluss haben.

Den größten Effekt hat hierbei die Variation des Schmutzpotenzials. Einwohnerdichte und Kläranlagenablaufkonzentration zeigten bei extremen Ansätzen zwar auch einen deutlichen Einfluss, die Variationen lagen aber zum Teil außerhalb realitätsnaher Grenzen. Der Einfluss der übrigen untersuchten Kenngrößen war im Systemvergleich eher von untergeordneter Bedeutung (Abbildung A-6 bis Abbildung A-14).

Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass bei der Variation von nur einer Kenngröße ausschließlich die Verminderung der Oberflächenabflusskonzentration - auf nahezu den üblichen Wert für Dachflächen - bewirkt, dass die Gesamtemissionen eines Trennsystems geringer sind, als die eines Mischsystems.

Insofern kann festgehalten werden, dass bei üblichen Belastungsansätzen und den daraus resultierenden Größenordnungen von Mischwasserbehandlungs- und Kläranlagen hinsichtlich des Summenparameters CSB ein reines Trennsystem nur in Ausnahmefällen günstigere

Gesamtemissionsfrachten aufweist wie ein Mischsystem mit identischer Oberflächencharakteristik. Die Einschätzung, dass ein Trennsystem *automatisch* die bessere Wahl sei, da das *saubere* Regenwasser im Mischsystem verschmutzt und dann entlastet wird, geht von der Annahme aus, dass im Regenwasserabfluss keine nennenswerten Schmutzfrachten transportiert werden. Dies trifft jedoch nur für Dachflächen und Hofflächen sowie für äußerst gering frequentierte Verkehrsflächen zu.

Die übliche „Mischkalkulation“ zur Ermittlung der Oberflächenabflusskonzentration in einem vollständigen Einzugsgebiet wird immer zu höheren Konzentrationswerten als für reine Dachflächen führen und damit ergeben sich für das Trennsystem **ohne weitere Behandlung des Regenabflusses** im Vergleich zum Mischsystem höhere Gesamtemissionen.

## 6 Diskussion weiterer Fallkonstellationen

Ergänzend zu den Erkenntnissen aus der Sensitivitätsuntersuchung werden nachfolgend noch vier weitere Fallkonstellationen untersucht.

### **Fiktives System mit den Bemessungsansätzen des ATV-A 128**

(Tabelle A-6 bis Tabelle A-8)

Das fiktive System wurde an die Bemessungskenngrößen des ATV-A-128 angepasst und die Vergleichskenngrößen im Rahmen einer Langzeitsimulation berechnet. Das Ergebnis dieser Berechnung zeigt, dass der Unterschied bei den Frachten zwischen dem Mischsystem und dem Trennsystem nur noch gering ist. Das Trennsystem leitet in der Gesamtsumme bezogen auf die durch das Mischsystem eingeleitete Fracht lediglich 5% mehr (2.465 kg / 54.025 kg) ein. Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass der Bemessungsansatz des ATV-A 128 durch die Langzeitsimulation bestätigt wurde.

### **Fiktives System mit ausgeprägter Ablagerungsproblematik**

(Tabelle A-9 und Tabelle A-10)

Die Systemkenngrößen wurden bei dieser Variante so verändert, dass eine ausgeprägt Ablagerungsproblematik im Mischsystem nachgebildet wurde. An den volumen- und abflussbezogenen Ergebniskenngrößen ändert sich im Vergleich zum abgelagerungsfreien Mischsystem bei einer Änderung der Abwasserbeschaffenheit naturgemäß nichts. Auch die Kläranlagenfrachten bleiben identisch, da davon ausgegangen wurde, dass die bei Mischwasserabfluss remobilisierten Frachten nicht zu einer Verminderung der Kläranlagenleistung führen.

Eine deutliche Erhöhung ergibt sich erwartungsgemäß bei den Entlastungsfrachten. Sie sind annähernd doppelt so hoch, was mit der Verdopplung des Stoffpotenzials korrespondiert. Dass keine exakte Verdopplung der Entlastungsfrachten bilanziert wird, ist in den Vermischungsprozessen und der Speicherwirkung des Regenüberlaufbeckens begründet.

Deutlich wird jedoch der Effekt, dass in ablagerungsgefährdeten Gebieten das Trennsystem deutlich an Vorteilen gewinnt. Mit den aus der Literatur entnommenen Ansätzen ist der Unterschied zwischen Trennsystem und ablagerungsgefährdetem Mischsystem nur noch gering (ca. 5%).

### **Fiktives System mit Regenwasserbehandlung nach ATV-DVWK-M153**

(Tabelle A-11 und Tabelle A-12)

Unter der Annahme, dass das fiktive Trennsystem in einen kleinen Hügel- und Berglandbach einleitet (Kenngrößen siehe Tabelle A-11), wurde unter Verwendung des ATV-DVWK-M 153 der zulässige Einleitungsabfluss ermittelt und unter Verwendung des ATV-DVWK-A 117 ein daraus resultierendes Dämpfungsbecken dimensioniert. Die Einleitungskenngrößen wurden analog zu den anderen Varianten im Rahmen einer Langzeitsimulation berechnet.

Die Ergebnisse der Simulation ergaben (was aufgrund des hohen Drosselabflusses auch nicht anders zu erwarten war), dass nur relativ wenige Einstauereignisse (7 Ereignisse im Bilanzzeitraum von 9 Monaten) mit einer Gesamteinstaudauer von 3,8 Stunden auftreten. Da nur in diesem kurzen Zeitraum ein Absetzvorgang stattfinden kann, wurde für den CSB eine Reduktion der in das Gewässer eingetragenen Fracht um 381 kg von 31.016 kg auf 30.635 kg ermittelt.

Die hydraulische Dämpfung der Einleitungsabflüsse ist für den Stoffrückhalt dementsprechend von untergeordneter Bedeutung, da hier die Vielzahl der kleinen Ereignisse, die ungedämpft eingeleitet werden, für die Gesamtfracht maßgebend ist.

Auf eine Variante mit Anordnung von Regenwasserbehandlungsmaßnahmen zur Reduktion der stofflichen Belastung wurde verzichtet. Ein Vergleich der Einleitungsfrachten und -konzentrationen mit verfahrenstechnischer Stoffreduktion (z.B. Filtration oder Sedimentation) und ohne Maßnahme ist nicht zielführend. Solche Maßnahmen wären bei einem schwachen Gewässer sowohl im Trenn- als auch im Mischsystem erforderlich und die Einleitungskenngrößen würden dann durch das Gewässer reglementiert und nicht durch die Wahl des Entwässerungstyps bestimmt. Dies gilt zwar streng genommen auch für die hydraulische Belastung, wird aber bisher nur Ausnahmefällen konsequent umgesetzt.

### **Fiktives System als modifiziertes Mischsystem**

(Tabelle A-13)

Als weiterer Sonderfall wurde untersucht, wie sich die Einleitungssituation unter der Annahme einer Entwässerung im modifizierten Mischsystem darstellt, wobei die Flächencharakteristik für das Gesamtsystem verändert wurde. Die Gesamtfläche wurde in Haus, Hof- und Zufahrts- sowie Straßenflächen unterteilt. Hausflächen wurden als leicht verschmutzt ( $c_{\text{CSB}}=34$  mg/l), Hofflächen und Zufahrten als mittel verschmutzt ( $c_{\text{CSB}}=68$  mg/l) und Straßen als stark verschmutzt ( $c_{\text{CSB}}=300$  mg/l) angesetzt. In der Summe wurde aus Vergleichsgründen darauf geachtet, dass ein Schmutzpotential von  $600 \text{ kg}/(\text{ha}_{\text{Ared}} \cdot \text{a})$  für die Gesamtfläche eingehalten wurde.

Die Dach- und Hofflächen sowie die Zufahrten entwässern in dieser Variante im Trennsystem, die Straßenflächen im Mischsystem. Der Drosselabfluss des Durchlaufbeckens entspricht für die Vergleichsvariante dem des Urzustandes, das Volumen wurde auf den Wert von  $\text{VS}=40 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{Ared}}$  erhöht, damit ein die Regeln der Technik für hessische Verhältnisse eingehalten werden und somit ein realitätsnaher Vergleichszustand vorliegt.

Unter diesen Voraussetzungen wird eine Gesamteinleitungsfracht ermittelt, die sogar geringer ist als die des reinen Mischsystems. Auch wenn unter realen Bedingungen eine vollständige Stoffstromtrennung anhand des Verschmutzungsgrades nur schwer umsetzbar ist, zeigt diese Variante jedoch deutlich, welche prinzipiellen Vorteile diese Systematik mit sich bringt.

## **7 Ergänzende Synopse zu Misch- und Trennsystem**

Ergänzend zu den rein rechnerischen Betrachtungen der vorhergehenden Kapitel wurden die beiden Systeme in Form einer Synopse (Tabelle A-15) gegenübergestellt.

Die Zusammenstellung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern stellt die aus Sicht des Unterzeichners relevanten Aspekte, die für oder gegen das Misch- bzw. Trennsystem sprechen gegenüber. Bei den Anlagen zur „weitergehenden Mischwasser- bzw. Regenwasserbehandlung“ sind weder im einen noch im anderen System generelle Vor- oder Nachteile zu nennen. Prinzipiell können sowohl an den Auslässen der Regenüberlaufbauwerke als auch an den Regenauslasskanälen im Trennsystem Maßnahmen zur Behandlung angeordnet werden. Unter rein hydraulischen Aspekten bieten sich hierfür Dämpfungsbecken mit oder ohne Sedimentationszone an, unter stofflichen Gesichtspunkten werden Filteranlagen mit oder ohne Bodenpassage sowie Sedimentationsanlagen bevorzugt eingesetzt.

Tabelle A-15 kann im Rahmen einer bewertenden Vorplanung herangezogen werden, um die am besten an das Problem angepasste Entwässerungskonzeption zu wählen. Einschränkend ist jedoch anzumerken, dass sich die Planungen an den örtlichen Gegebenheiten und Zwangspunkten orientieren müssen.

Liegt z.B. bereits ein Trennsystem vor, wäre es selbstverständlich zu empfehlen auch neue Einzugsgebiete im Trennsystem zu erschließen, da ansonsten am Übergabepunkt des „neuen“ Mischsystems in den Schmutzwasserkanal des „alten“ Trennsystems mit Schwierigkeiten aufgrund der Wassermengen zu rechnen sein wird.

Liegt dagegen bereits ein Mischsystem vor, so ist es häufig von der Lage des nächsten Gewässers und/oder der Versickerungsfähigkeit des Einzugsgebietes abhängig, wie sich eine sinnvolle Erweiterung bzw. Neuerschließung zu gestalten ist. Generell ist eine Entflechtung von stark und weniger stark verschmutzten Abwasserströmen immer zu empfehlen, was für ein Trennsystem sprechen würde. Der Vorteil, dass im Mischsystem insbesondere die hohe Zahl der kleinen Ereignisse nahezu komplett in der Kläranlage behandelt wird, steht dem jedoch entgegen. Hier spricht vieles für an die Örtlichkeit angepasste Mischformen, in denen die Vorteile beider Systeme beziehungsweise unterschiedlicher Entwässerungskonzeptionen verein werden können.

Die Möglichkeiten der Abflussvermeidung oder besser der Vermeidung von Einleitung nicht und gering verschmutzter Abwasserteilströme (z.B. Abfluss von Dach- und Hofflächen) sind hierbei an erster Stelle zu nennen. Diese dezentralen und semizentralen Maßnahmen sind ab einer bestimmten Größenordnung kostendämpfend und wirken sich positiv auf die Wasserbilanz aus.

Einer kompletten Umstrukturierung eines bestehenden Mischsystems in ein Trennsystem, ist jedoch sowohl aus wirtschaftlichen als auch aus wasserwirtschaftlichen Gründen abzuraten. Wie die durchgeführten Untersuchungen und selbst die eher qualitative Gegenüberstellung in Tabelle A-15 zeigen, haben beide Systeme Ihre Vor- und Nachteile, wobei sich das Mischsystem bei sachgerechter Umsetzung der gültigen Planungs- und Bemessungsvorgaben bezüglich der Einleitungsfrachten und –abflüsse sogar als günstiger erweist als ein vergleichbares reines Trennsystem ohne zusätzliche Regenwasserbehandlung. Die Möglichkeiten und Grenzen einer Reduzierung der Schadstofffracht einer Regenwasserbehandlung müssen im Einzelfall überprüft werden (vgl. Abschnitt 6).

## 8 Fazit und Zusammenfassung

In der Öffentlichkeit wird seit einiger Zeit die These in den Raum gestellt, dass eine Entwässerung im Trennsystem grundlegend die bessere Wahl sei, als die Entwässerung im Mischsystem. Auch in § 55 Abs. 2 WHG wird den Trennsystemen ein Vorrang vor den Mischsystemen eingeräumt.

Fundierte Nachweise der Annahme, dass das Trennsystem die bessere Wahl ist, liegen bisher nicht vor. Da auch in einer Reihe von Fachartikeln eine gegenläufige Meinung vertreten wird, wurde im Rahmen der hiermit vorgelegten Ausarbeitung untersucht, ob sich diese Aussage hinsichtlich der in Hessen üblichen Bemessungs- und Nachweispraxis für Entlastungsanlagen bestätigt oder nicht.

Hierzu erfolgten zunächst an einem fiktiven System umfangreiche Variationsrechnungen, um zu quantifizieren, unter welchen Voraussetzungen ein Misch- oder ein Trennsystem hinsichtlich der gesamten CSB-Emissionsfracht Vorteile mit sich bringt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen wurden grafisch und tabellarisch in vergleichender Form aufbereitet.

Zusätzlich wurde auf Basis mathematischer Grundüberlegungen ein Vergleichskriterium hergeleitet, anhand dessen mit Ergebnissen aus einer Schmutzfrachtberechnung eines Mischsystems ermittelt werden kann, ob ein Trennsystem bei identischer Belastung und Oberflächencharakteristik bezüglich der Gesamtemissionen günstiger liegen würde. Die Herleitung erfolgte hierbei zwar exemplarisch anhand des CSB, die daraus abgeleitete Formel ist jedoch sinngemäß für beliebige im Abwasservolumenstrom gelöste Stoffe übertragbar.

Die Variationsrechnungen und der darauf aufbauende mathematische Vergleich zeigen, dass nur unter ganz bestimmten Randbedingungen das Trennsystem weniger CSB emittiert, wie ein vergleichbares Mischsystem. Die Oberflächenabflusskonzentrationen dürfen in diesem speziellen Fall nur geringfügig höher liegen als die mittleren Kläranlagenablaufkonzentrationen, sofern ein Speichervolumen im Mischsystem zur Verfügung steht, das den Regeln der Technik entspricht.

Der Vorteil des Mischsystems zeigt sich insbesondere bei der Vielzahl der kleinen Niederschlags- bzw. Abflussereignisse, die gar nicht zu einer Entlastung führen und somit vollständig zur Kläranlage geleitet werden. Diese Ereignisse werden aber in einem reinen Trennsystem vollständig in die Gewässer eingeleitet und verschlechtern folgerichtig die Bilanz des Trennsystems außerordentlich.

Um die Untersuchung abzurunden, wurden ergänzend spezielle Sonderfälle untersucht. Hierbei wurde das Testsystem an die Bemessungsvorgaben des ATV-A 128 angepasst und als Misch- und Trennsystem simuliert. Die Ergebnisse dieser Berechnung bestätigen die

Grundidee des ATV-A 128, nach dem ein nach dessen Vorgaben bemessenes Mischsystem grundsätzlich weniger emittieren soll, als ein vergleichbares Trennsystem.

Als weiterer Fall wurde das Testnetz im Mischsystem als stark ablagerungsbehaftet angesetzt und mit den Ergebnissen der „Urvariante“ verglichen. Hierbei zeigte sich, dass stark ablagerungsbehaftete Mischwassernetze Nachteile gegenüber dem Trennsystem aufweisen können, sofern die Ablagerungen grundsätzlich während des Regenabflusses remobilisiert und anschließend entlastet werden. Dieses in der Simulation feststellbare Verhalten zeigt, dass die Präferenz im überwiegend flacheren Norden von Deutschland für das Trennsystem und für das Mischsystem im Süden den fachlichen Zusammenhängen Rechnung trägt.

Es wurde auch untersucht, ob Dämpfungsbecken nach ATV-DVWK-M 153 einen maßgeblichen Einfluss auf den Stoffrückhalt haben. Aufgrund des im Regelfall großen Drosselabflusses dieser Speicherräume und der daraus resultierenden geringen Einstauzeiten ist nur eine geringe Absetzwirkung zu erwarten, wodurch der Stoffrückhalt entsprechend gering ist.

Abschließend wurde der Sonderfall des modifizierten Mischsystems untersucht. Hier zeigte sich, dass die konsequente Trennung von wenig verschmutzten und stärker verschmutzten Abwasservolumenströmen die wasserwirtschaftlich und im Regelfall auch wirtschaftlich sinnvollste Variante darstellt. Der Vorteil im Vergleich zum reinen Trennsystem liegt vor allem darin begründet, dass die Konzentrationen der wenig verschmutzten Regenabflüsse in der Größenordnung der Kläranlagenablaufkonzentrationen liegen, was sich in der Bilanz positiv auswirkt.

Abschließend erfolgte in Form einer Synopse eine qualitative Gegenüberstellung der beiden Systeme im Sinne einer potenziellen Vorauswahlmöglichkeit bei der realen Umsetzung unter Beachtung der örtlichen Gegebenheiten. Bei der endgültigen Bewertung eines Entwässerungssystems sollte auch die derzeitige Diskussion so genannter Spurenstoffe berücksichtigt werden. Unter diesem Begriff wird eine Vielzahl von Substanzen zusammengefasst mit unterschiedlichen Eigenschaften, Eintragspfaden und Auswirkungen im Gewässer. Werden Spurenstoffe betrachtet, die sich im Entwässerungssystem ähnlich dem CSB verhalten, können die hier getroffenen Aussagen bezüglich der Bewertung eines Entwässerungssystems qualitativ übertragen werden.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Aussage, *ein Trennsystem sei grundsätzlich besser als ein Mischsystem*, für den Leitparameter CSB bzgl. der Gesamtemissionen aus einem Entwässerungssystem nicht bestätigt werden kann. Nur unter ganz bestimmten, in der Realität kaum anzutreffenden Voraussetzungen, konnte diese Aussage in der Simulation bestätigt werden.

Ein nach derzeit in Hessen gültigem Stand der Technik bemessenes Kanalnetz im Mischsystem wird im Regelfall weniger CSB-Fracht emittieren als ein vergleichbares reines Kanalnetz im Trennsystem. Dies bedeutet, dass bei der Entwässerung im Trennsystem im Regelfall weitergehende Maßnahmen der Niederschlagswasserbehandlung erforderlich sind, um zumindest keine höheren CSB-Frachten als bei der Entwässerung über ein Mischsystem zu emittieren.

## Anhang 1 Abbildungen

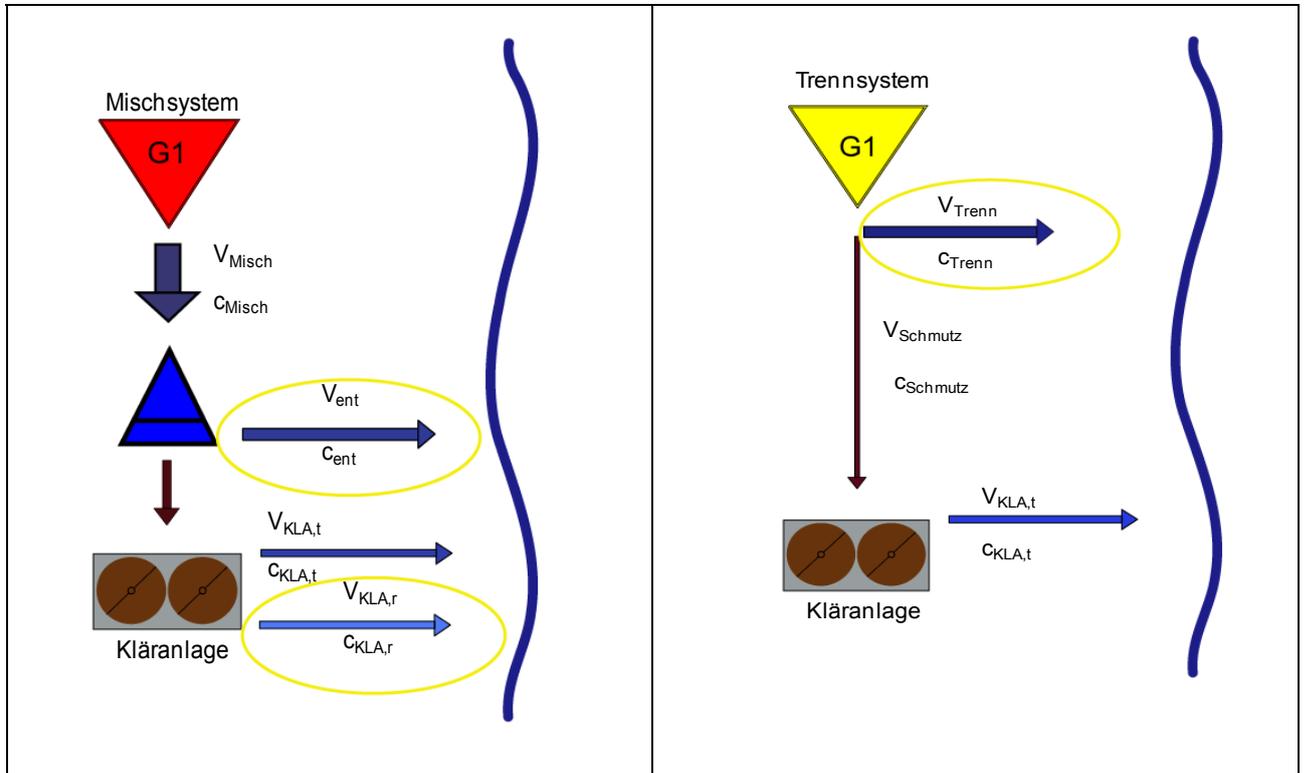


Abbildung A-1: Schema der Stoff- und Volumenströme von Misch- und Trennsystem nach ATV-A 128

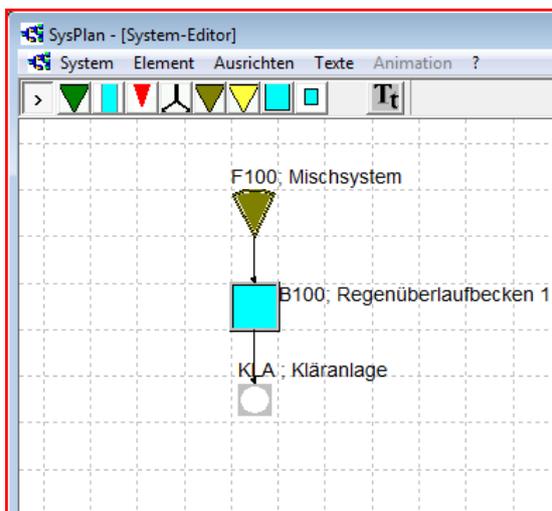


Abbildung A-2: Fiktives Mischsystem

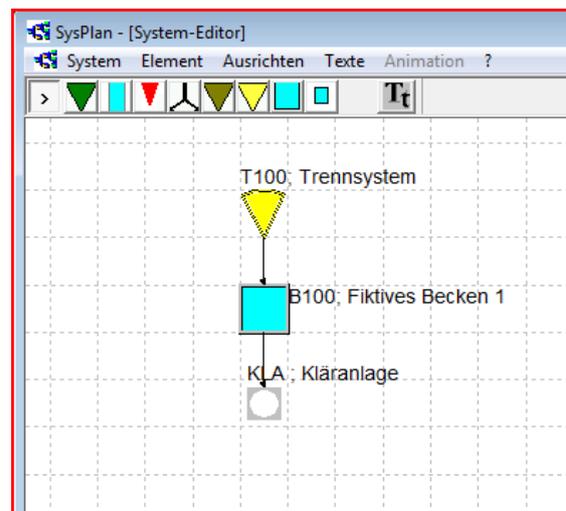


Abbildung A-3: Fiktives Trennsystem<sup>3</sup>

<sup>3</sup> In SMUSI ist die Anordnung zumindest eines Sonderbauwerks wegen der sog. Ereignisdefinition - also der Unterscheidung in Trockenwetter- und Regenwetterphasen - erforderlich.

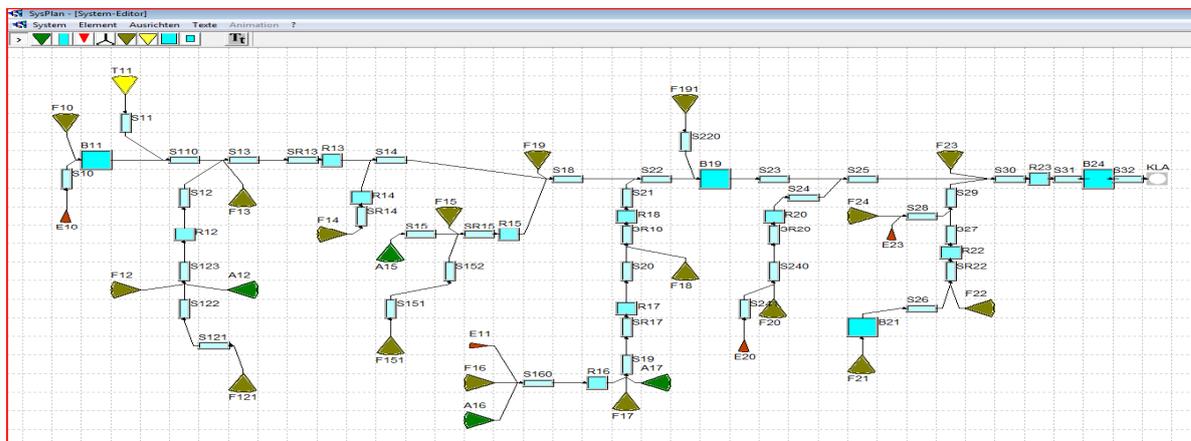


Abbildung A-4: Reales Misch-/Trennsystem

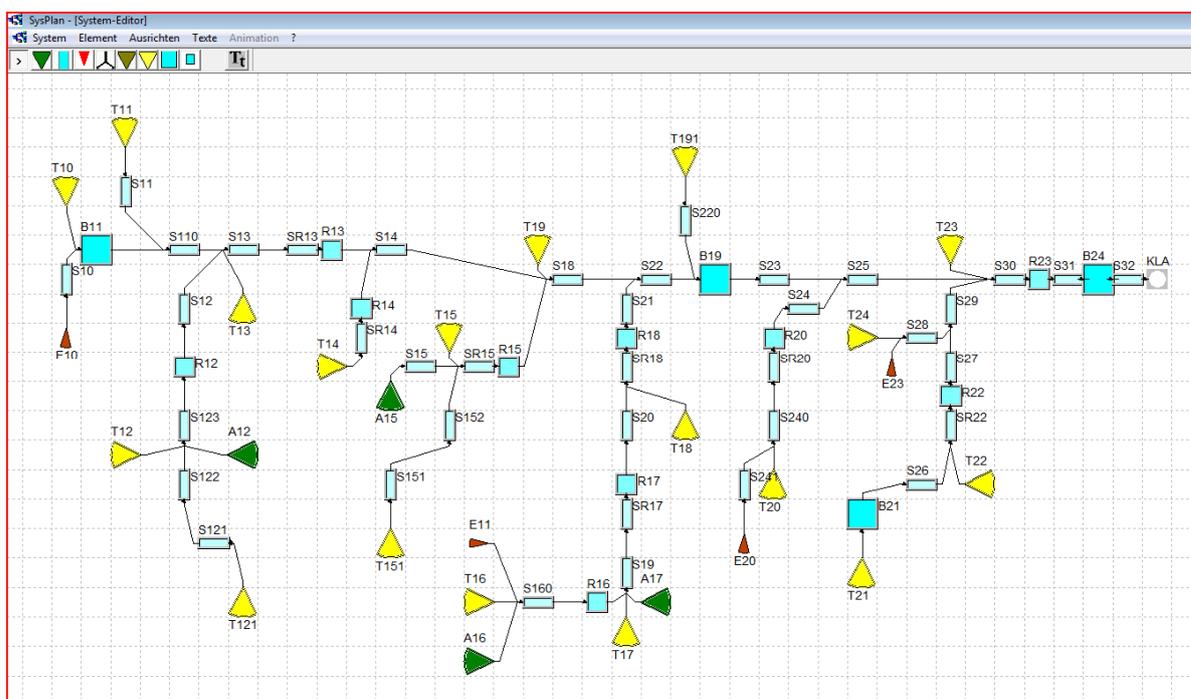


Abbildung A-5: Umgewandeltes vollständiges Trennsystem

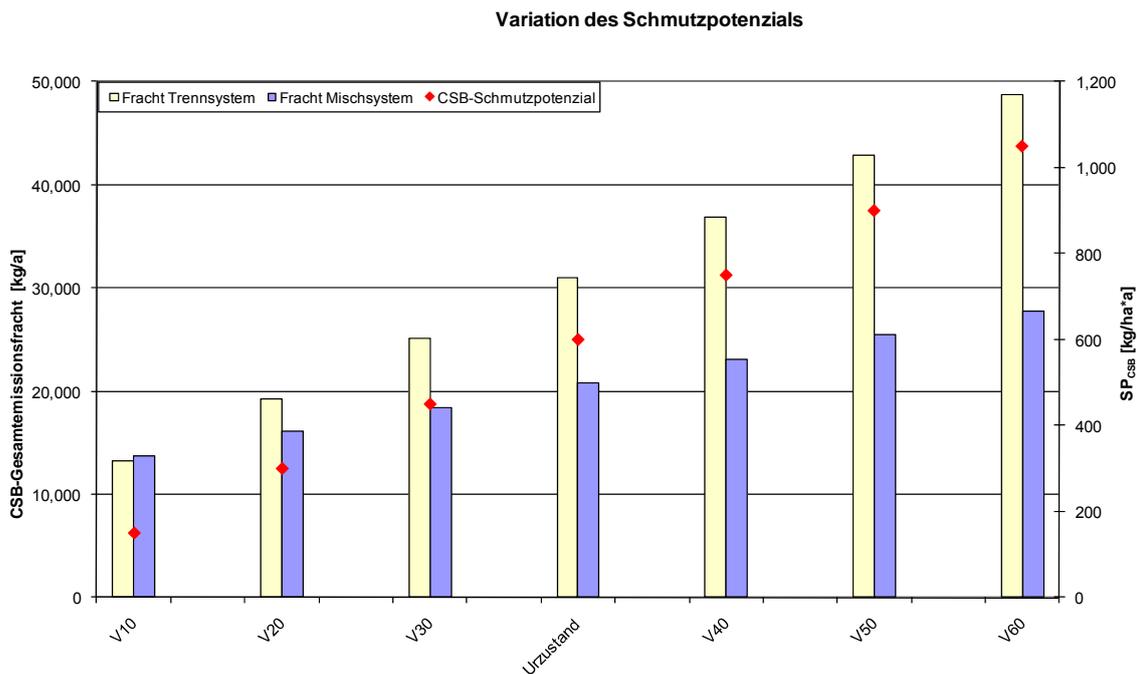


Abbildung A-6: Ergebnisse der Variationsrechnung „Schmutzpotenzial“

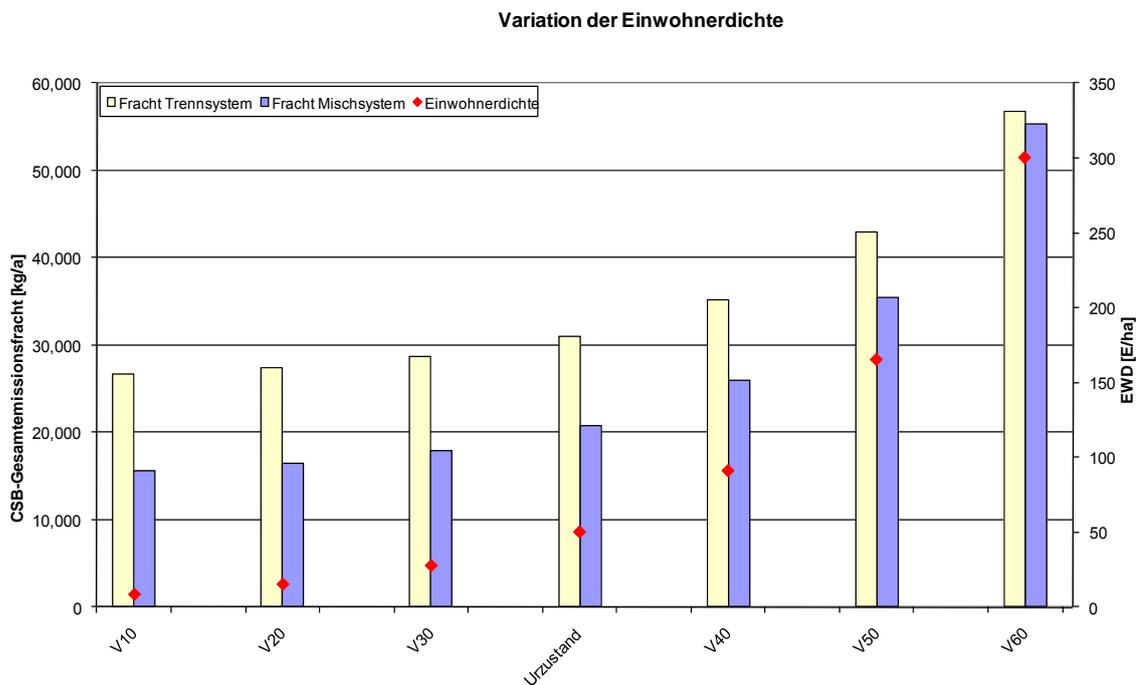


Abbildung A-7: Ergebnisse der Variationsrechnung „Einwohnerdichte“

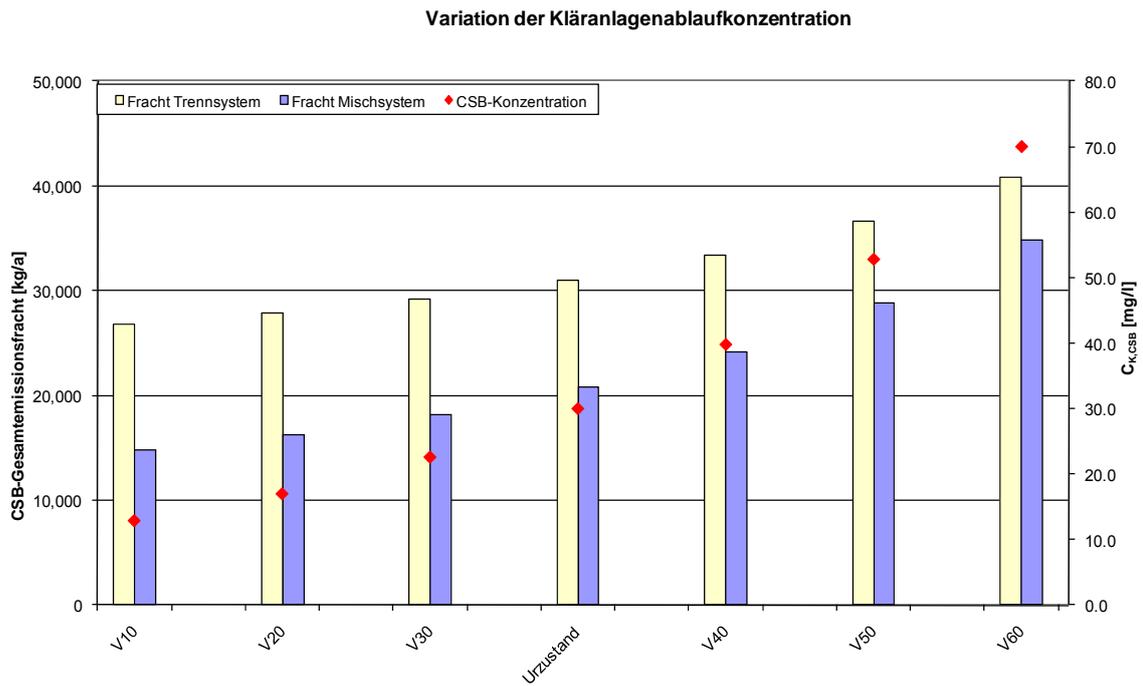


Abbildung A-8: Ergebnisse der Variationsrechnung „Kläranlagenablaufkonzentration“

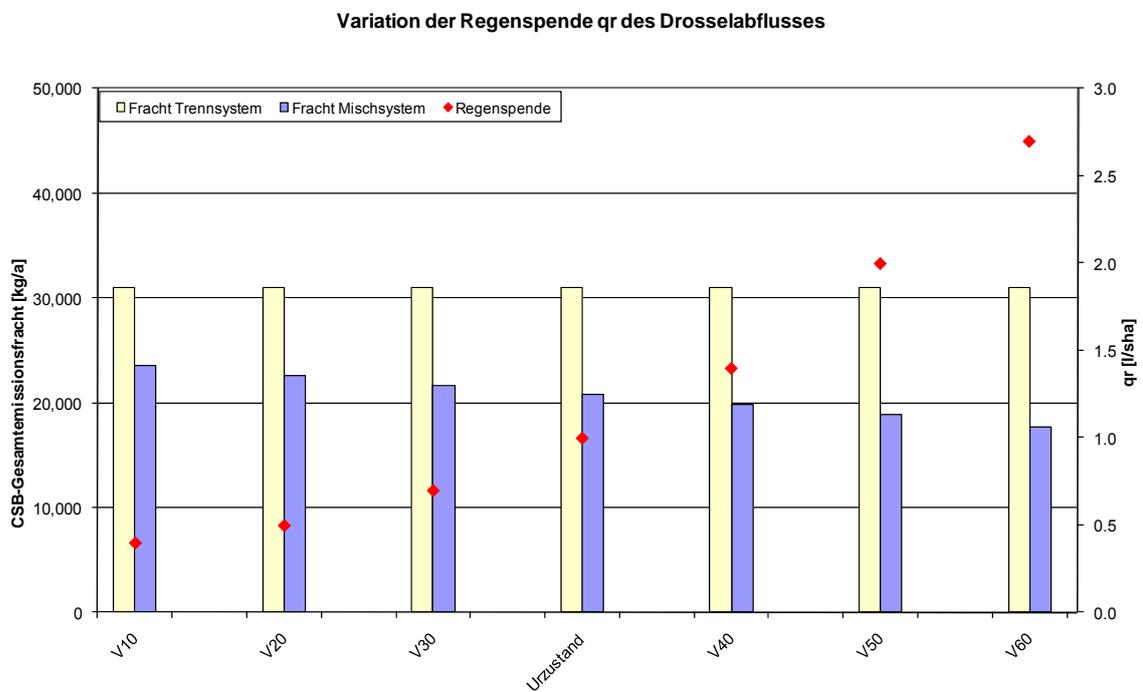


Abbildung A-9: Ergebnisse der Variationsrechnung „Regenspende“

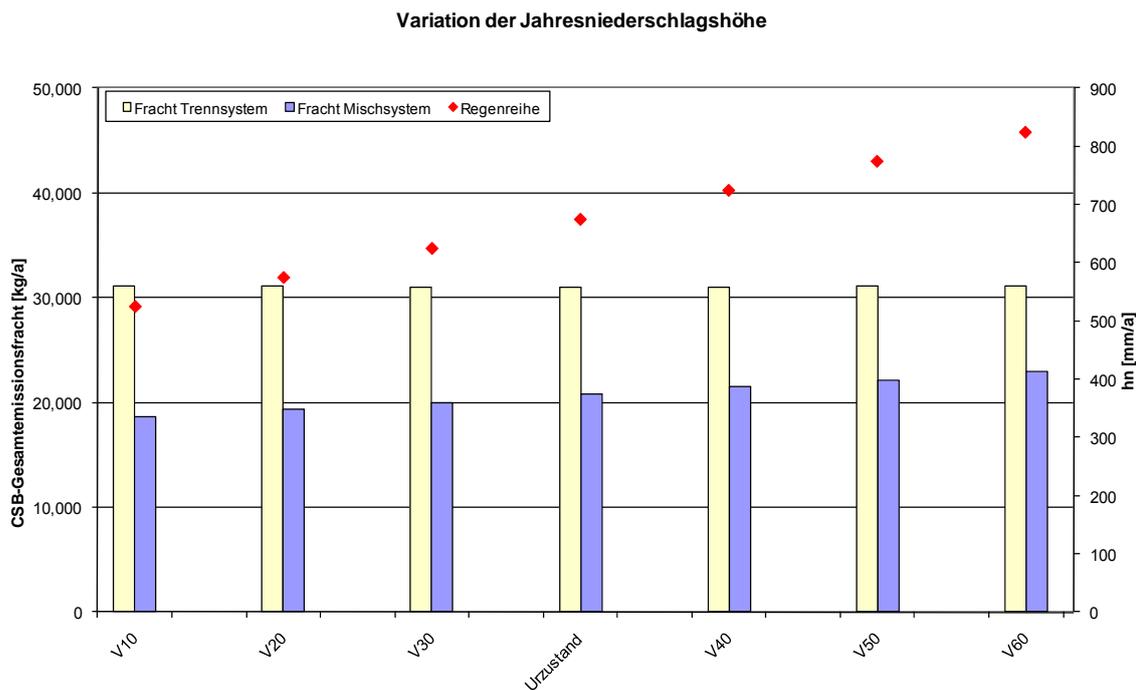


Abbildung A-10: Ergebnisse der Variationsrechnung „Jahresniederschlagshöhe“

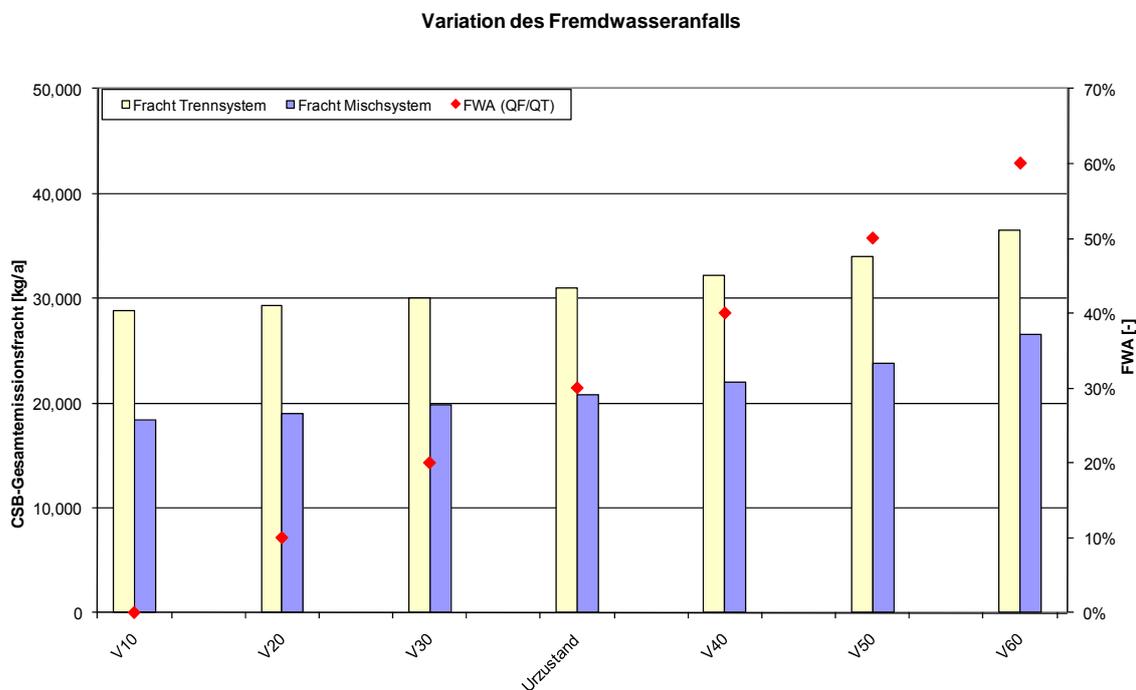


Abbildung A-11: Ergebnisse der Variationsrechnung „Fremdwasseranfall“

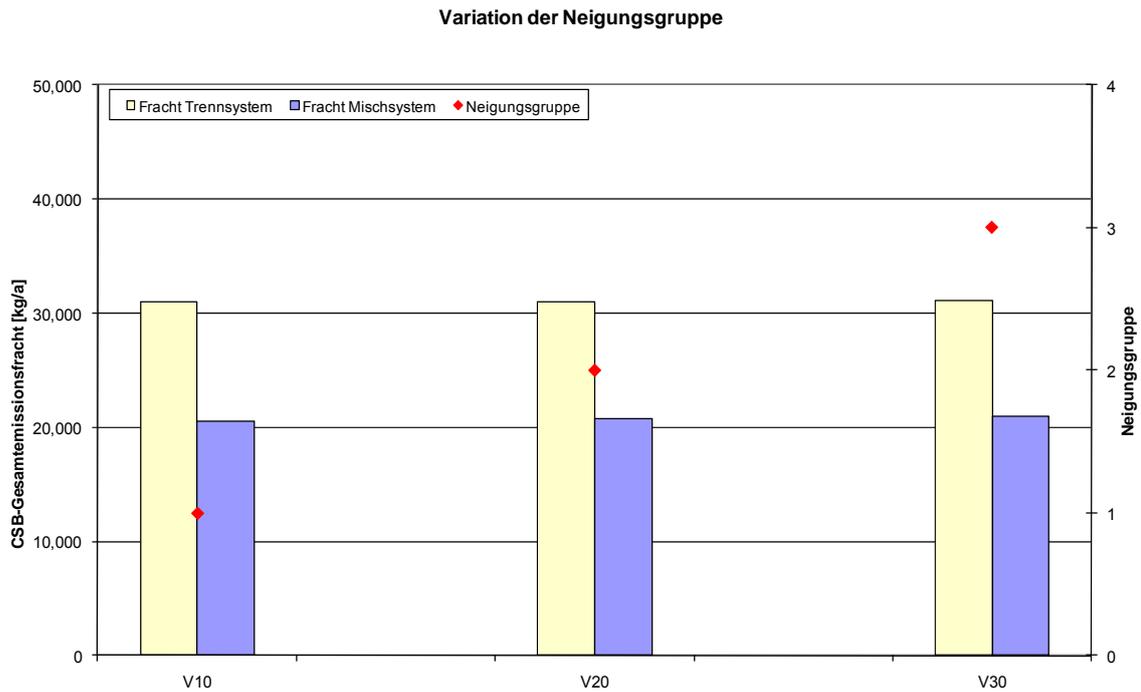


Abbildung A-12: Ergebnisse der Variationsrechnung „Neigungsgruppe“

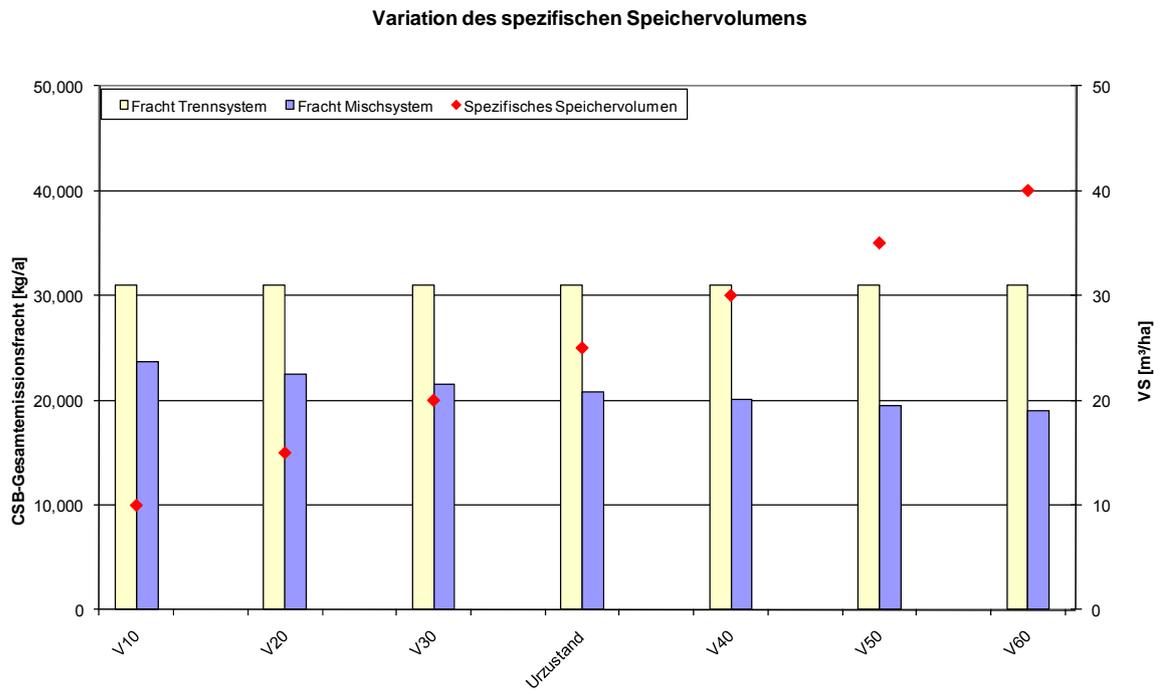


Abbildung A-13: Ergebnisse der Variationsrechnung „Spezifisches Speichervolumen“

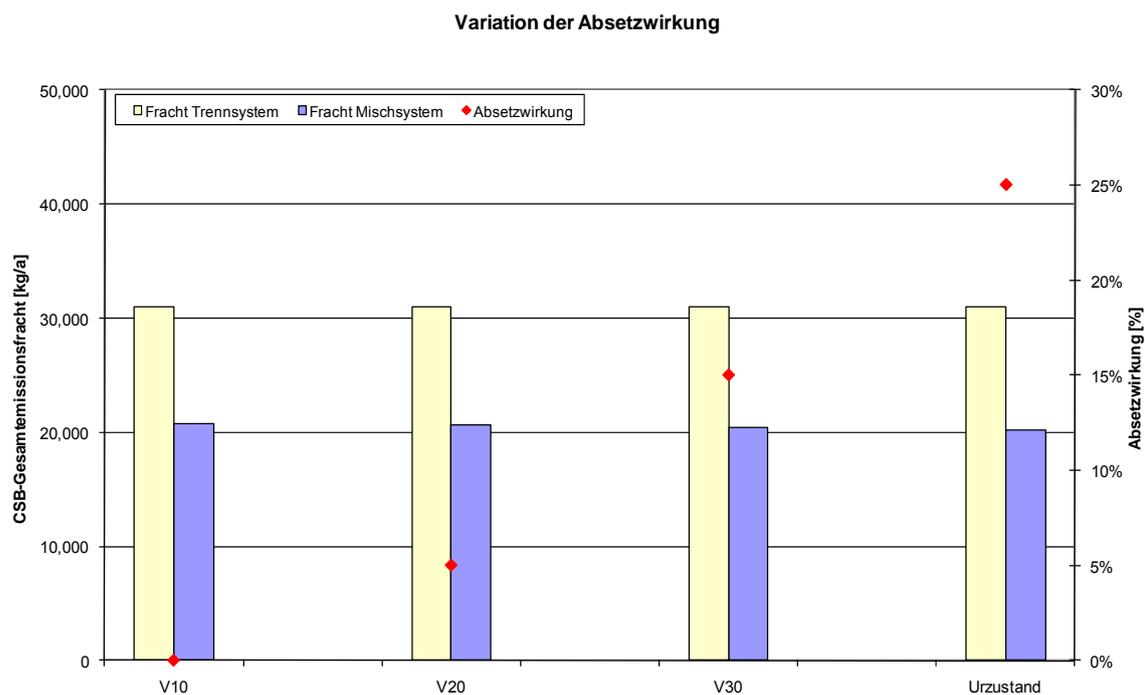


Abbildung A-14: Ergebnisse der Variationsrechnung „Absetzwirkung“

## Anhang 2 Tabellen

<b>Gebietskenngrößen</b>	
Gesamtfläche	100 ha
Versiegelungsgrad	50 %
Neigungsgruppe	2
CN-Wert	75%
Fließzeit	20 min
Einwohner	5.000 E (entspricht 50 EW/ha)
<b>Trockenwetterabfluss / Niederschlag / Schmutzpotenzial</b>	
Häuslicher Abfluss	125,0 l/EW·d (ergibt 7,23 l/s)
Fremdwasser-Anteil	0,031 l/sha (entspricht einem FWA = 30%) <sup>4</sup>
Tagesgang	Kleinstadt
Jahresgang	SMUSI Standard, Gleichverteilung
Schmutzkonzentration CSB	800 mg/l (entspricht 100 g/EW·d als Mittelwert)
Regenreihe	675 mm/a
Schmutzpotenzial CSB	600 kg/ha <sub>Ared</sub> ·a
<b>Becken</b>	
Beckentyp	Durchlaufbecken im Nebenschluss
Absetzwirkung	keine (wurde bewusst ignoriert)
Beckenvolumen	1.250 m <sup>3</sup> (entspricht 25 m <sup>3</sup> /ha <sub>Ared</sub> )
Drosselabfluss	60 l/s (ergibt q <sub>r</sub> = 1,0 l/s·ha <sub>Ared</sub> )
Max. Abfluss KÜ	750 l/s (ergibt q <sub>Krit</sub> = 15,0 l/s·ha <sub>Ared</sub> )
<b>Kläranlage</b>	
Ablaufkonzentration	30 mg/l CSB (keine Änderung bei Regenwetter) <sup>5</sup>

Tabelle A-1: Zusammenstellung der Systemkenngrößen des fiktiven Beispiels

Bezeichnung	Frachten und Konzentrationen (CSB)						
	KLA_Trocken	KLA_Regen	Ent_Misch	Ein_Trenn	Summe	C_Ein (Max)	C_Ein (Mit)
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[mg/l]	[mg/l]
Mischsystem	6.463	4.092	10.212	0	<b>20.767</b>	172	138
Trennsystem	7.366			23.650	<b>31.016</b>	132	132

Bezeichnung	Volumen und Spitzenabfluss					
	KLA_Trocken	KLA_Regen	Ent_Misch	Ein_Trenn	Summe	Q_Ein (Max)
	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]
Mischsystem	215.424	136.387	73.754		<b>425.565</b>	7,077
Trennsystem	245.531			179.400	<b>424.931</b>	7,137

Tabelle A-2: Zusammenstellung der Ergebnisse Misch ⇔ Trenn des fiktiven Beispiels

<sup>4</sup> Der Fremdwasseranfall ist definiert als  $FWA = Q_f/Q_t$

<sup>5</sup> Es gilt die Annahme, dass die CSB-Ablaufkonzentration weitgehend unabhängig von der Wetterlage ist. In Anhang 1 sind entsprechende Vergleiche von realen Kläranlagen zusammengestellt.

<b>Gebietskenngrößen</b>	
Gesamtfläche	$A_{\text{Misch}} = 264,3 \text{ ha}$ , $A_{\text{Trenn}} = 15,5 \text{ ha}$
Versiegelungsgrad	43 %
Neigungsgruppe	1-3
CN-Wert	60%
Fließzeit	1 min – 12 min (abhängig von Flächengröße)
Einwohner	13.177 E (entspricht ca. 47 EW/ha)
<b>Trockenwetterabfluss / Niederschlag / Schmutzpotenzial</b>	
Häuslicher Abfluss	126,0 l/EW·d (ergibt 25 l/s)
Fremdwasser-Anteil	0,073 l/s·ha (ergibt mit Außengebieten 21 l/s)
Tagesgang	abgeleitet aus KLA-Tagebuch (ca. Kleinstadt)
Jahresgang	abgeleitet aus KLA-Tagebuch
Schmutzkonzentration CSB	1.154 mg/l (entspricht 143 g/EW·d aus Messungen)
Regenreihe	775 mm/a
Schmutzpotenzial CSB	600 kg/ha <sub>Ared</sub> ·a
<b>Becken</b>	
Beckentyp	verschiedene (DLB, FGB, SK)
Absetzwirkung	"keine" bis "gut"
Beckenvolumen	4.732 m <sup>3</sup> + 231 m <sup>3</sup> Kanal (entspricht 41,7 m <sup>3</sup> /ha <sub>Ared</sub> )
MW-Abfluss zur KLA	130 l/s (ergibt $q_r = 0,7 \text{ l/s} \cdot \text{ha}_{\text{Ared}}$ )
<b>Kläranlage</b>	
Ablaufkonzentration	40 mg/l CSB (keine Änderung bei Regenwetter) <sup>6</sup>

Tabelle A-3: Zusammenstellung der Systemkenngrößen des realen Beispiels

Bezeichnung	Frachten und Konzentrationen (CSB)						
	KLA_Trocken	KLA_Regen	Ent_Misch	Ein_Trenn	Summe	C_Ein (Max)	C_Ein (Mit)
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[mg/l]	[mg/l]
Mischsystem	37.510	17.190	26.430	3.460	<b>84.590</b>	116-191	127
Trennsystem	42.480	1.940		57.240	<b>101.660</b>	115	115

Bezeichnung	Volumen und Spitzenabfluss					
	KLA_Trocken	KLA_Regen	Ent_Misch	Ein_Trenn	Summe	Q_Ein (Max)
	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]
Mischsystem	937.653	429.725	208.785	31.215	<b>1.607.378</b>	k.A.
Trennsystem	1.062.034	48.474		498.380	<b>1.608.888</b>	k.A.

Tabelle A-4: Zusammenstellung der Ergebnisse Misch ⇔ Trenn des realen Beispiels

<sup>6</sup> Die Kläranlagenablaufkonzentration wurde aus einer Auswertung der letzten 3 Jahre des Kläranlagentagebuchs ermittelt. Bei Regenwetter kommt es bei dieser Anlage sogar durch Verdünnungseffekte zu einer Reduktion der CSB-Ablaufkonzentration auf ca. 94% der Trockenwetterablaufkonzentration. Dieser Effekt wurde bei der Simulation vernachlässigt.

Variationen	SP	EWD	ck	qr	hN	FWA	NG	VS	ASW
	[kg/ha*a]	[EW/ha <sub>Ages</sub> ]	[mg/l]	[l/sha]	[mm/a]	[%]	[-]	[m <sup>3</sup> /ha]	[%]
V10x	150	8,3	12,9	0,4	525	0%		10	
V20x	300	15,1	17,0	0,5	575	10%		15	
V30x	450	27,5	22,6	0,7	625	20%	1	20	
<b>Urzustand (V000)</b>	<b>600</b>	<b>50,0</b>	<b>30,0</b>	<b>1</b>	<b>675</b>	<b>30%</b>	<b>2</b>	<b>25</b>	<b>0</b>
V40x	750	90,9	39,8	1,4	725	40%	3	30	5
V50x	900	165,1	52,8	2,0	775	50%		35	15
V60x	1050	300,0	70,0	2,7	825	60%		40	25

Tabelle A-5: Variationen im Rahmen der Sensitivitätsuntersuchung

<b>Gebietskenngrößen</b>	
<b>Gesamtfläche</b>	<b>100 ha</b>
Versiegelungsgrad	50 %
Neigungsgruppe	2
CN-Wert	75%
Fließzeit	20 min
Einwohner	5.000 E (entspricht 50 EW/ha)
<b>Trockenwetterabfluss / Niederschlag / Schmutzpotenzial</b>	
Häuslicher Abfluss	150,0 l/EWd (ergibt 8,68 l/s)
Fremdwasser-Anteil	0,029 l/s-ha (entspricht einem FWA = 25%) <sup>7</sup>
Tagesgang	Kleinstadt (entspricht x-Wert = 10)
Jahresgang	SMUSI Standard, Gleichverteilung
Schmutzkonzentration CSB	800 mg/l (entspricht 120 g/EWd)
Regenreihe	825 mm/a
Regenwasserkonzentration CSB	107 mg/l
<b>Becken</b>	
Beckentyp	Durchlaufbecken im Nebenschluss
Absetzwirkung	keine (wurde bewusst ignoriert)
Beckenvolumen	Wird nach ATV-A 128 berechnet (siehe Tabelle 8)
Drosselabfluss	60 l/s (ergibt ca. $qr \approx 0,97 \text{ l/s} \cdot \text{ha}_{Ared}$ )
Max. Abfluss KÜ	750 l/s (ergibt $q_{krit} = 15,0 \text{ l/s} \cdot \text{ha}_{Ared}$ )
<b>Kläranlage</b>	
Ablaufkonzentration	70 mg/l CSB (keine Änderung bei Regenwetter) <sup>8</sup>

Tabelle A-6: Zusammenstellung der Systemkenngrößen des fiktiven Beispiels „A128“

<sup>7</sup> Der Fremdwasseranfall ist definiert als  $FWA = Q_f/Q_t$

<sup>8</sup> Im Bemessungsverfahren nach ATV-A 128 ist als Regenwetterablaufkonzentration für den Parameter CSB ein Wert von  $c_{R,KLA,CSB} = 70 \text{ mg/l}$  anzusetzen. Dieser Wert wurde im Rahmen der Vergleichsrechnung auch für die Trockenwetterperioden angesetzt. Der Vergleich mit den Werten aus Anhang 1 zeigt, dass dieser Wert relativ hoch ist und sich im Vergleich für das Mischsystem als ungünstig erweist, da die behandelte Abwassermenge im Mischsystem höher als im Trennsystem ist.

Programm VERA für Windows Version 1.2		SYDRO Software	
Projektname: <b>Vergleich Mischsystem &lt;=&gt; Trennsystem, Beispiel: ATV-</b>		Seite: 1	
Bemessung nach dem vereinfachten Aufteilungsverfahren, ATV-Arbeitsblatt A 128		Datum: 05.10.2010 08:02:14	
Gesamteinzugsgebiet einer Kläranlage			
mittl. Niedrigwasserabfluss im Gewässer		MNQ =	0.10 [m <sup>3</sup> /s]
mittlere Jahresniederschlagshöhe	Deutscher Wetterdienst	hNa =	800 [mm]
undurchlässige Gesamtfläche		Au =	50.0 [ha]
längste Fließzeit im Gesamtgebiet	nur bedeutsamere Flächen	tf =	20.0 [min]
mittlere Geländeneigungsgruppe	NGm = Sum(NGi*AEKi)/Sum(AEKi)	NGm =	2.00 [-]
MW-Abfluss der Kläranlage	Biologie bei Regenwetter	Qm =	60.0 [l/s]
TW-Abfluss 24h-Tagesmittel	aus Misch- und Trenngeb.	Qt24 =	11.6 [l/s]
TW-Abfluss Tagesspitze	aus Misch- und Trenngeb.	Qtx =	23.7 [l/s]
Regenabfluss aus Trenngebieten	100% Qs24 aus Trenngeb.	QrT24 =	0.0 [l/s]
CSB-Konzentrationen im TW-Abfluss	Jahresmittel einschl. Qs24	ct =	600 [mg/l]
mittlerer Fremdwasserabfluss	in Qt24 enthalten	Qf24 =	2.9 [l/s]
Auslastungswert der Kläranlage	n = (Qm-Qf24)/(Qtx-Qf24)	n =	2.74 [-]
Regenabfluss, 24h-Tagesmittel	Qr24 = Qm-Qt24-QrT24	Qr24 =	48.4 [l/s]
Regenabflussspende	qr = Qr24/Au	qr =	0.968 [l/s/ha]
TW-Abflussspende aus Gesamtgebiet	qt = Qt24/Au	qt =	0.232 [l/s/ha]
Fließzeitabminderung	af = 0,5+50/(tf+100); >=0,885	af =	0.917 [-]
mittl. Regenabfluss bei Entlastung	Qre = af*(3,0+3,2qr)*Au	Qre =	280 [l/s]
mittleres Mischverhältnis	m = (Qre+QrT24)/Qt24	m =	24.1 [-]
xa-Wert für Kanalablagerungen	xa = 24Qt24/Qtx	xa =	11.7 [-]
Einflusswert TW-Konzentration	ac = ct/600; >=1,0	ac =	1.000 [-]
Einflusswert Jahresniederschlag	ah = hNa/800-1; -0,25<=ah<=0,25	ah =	0.000 [-]
Einflusswert Kanalablagerungen	aa; aus A 128, Bild 12; Anhang 4	aa =	0.559 [-]
Bemessungskonzentration	cb = 600*(ac+ah+aa)	cb =	936 [mg/l]
rechn. Entlastungskonzentration	ce = (107m+cb)/(m+1)	ce =	140 [mg/l]
Regelanforderung nach A 128 Anhang 3			
zulässige Entlastungsrate	eo = 3700/(ce-70)	eo =	52.9 [%]
spezifisches Speichervolumen	Vs; aus A 128, Bild 13; Anhang 4	Vs =	11.0 [m <sup>3</sup> /ha]
Mindestvolumen		Vmin =	6.4 [m <sup>3</sup> /ha]
massgebendes Gesamtvolumen	V = Vs * Au	V =	551 [m <sup>3</sup> ]

Tabelle A-7: Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens nach ATV-A 128

Bezeichnung	Frachten und Konzentrationen (CSB)						
	KLA_Trocken	KLA_Regen	Ent_Misch	Ein_Trenn	Summe	C_Ein (Max)	C_Ein (Mit)
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[mg/l]	[mg/l]
Mischsystem	22.401	12.621	19.003	0	<b>54.025</b>	201	116
Trennsystem	25.630			30.860	<b>56.490</b>	104	104

Bezeichnung	Volumen und Spitzenabfluss					
	KLA_Trocken	KLA_Regen	Ent_Misch	Ein_Trenn	Summe	Q_Ein (Max)
	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> /s]
Mischsystem	320.008	180.318	163.637		<b>663.963</b>	8,267
Trennsystem	366.142			297.251	<b>663.393</b>	8,327

Tabelle A-8: Zusammenstellung der Ergebnisse Misch <=> Trenn des Beispiels „A 128“

<b>Gebietskenngrößen</b>	
⇒ <b>Siehe Tabelle A-1</b>	
<b>Trockenwetterabfluss / Niederschlag / Schmutzpotenzial</b>	
⇒ <b>Siehe Tabelle A-1</b>	
Schmutzkonzentration CSB	591 mg/l (Reduktion um 950 kg/ha <sub>Ared</sub> )
Regenreihe	825 mm/a
Schmutzpotenzial CSB	1.200 kg/ha <sub>Ared</sub> a
<b>Becken / Kläranlage</b>	
⇒ <b>Siehe Tabelle A-1</b>	

Tabelle A-9: Zusammenstellung der Systemkenngrößen des fiktiven Beispiels „Ablagerung“

Bezeichnung	Frachten und Konzentrationen (CSB)						
	KLA_Trocken [kg]	KLA_Regen [kg]	Ent_Misch [kg]	Ein_Trenn [kg]	Summe [kg]	C_Ein (Max) [mg/l]	C_Ein (Mit) [mg/l]
Mischsystem	6.463	4.092	10.212	0	<b>20.767</b>	172	138
Trennsystem	7.366			23.650	<b>31.016</b>	132	132
Mischsystem (Ablagerung)	6.463	4.092	19.381	0	<b>29.936</b>	286	263

Bezeichnung	Volumen und Spitzenabfluss					
	KLA_Trocken [m³]	KLA_Regen [m³]	Ent_Misch [m³]	Ein_Trenn [m³]	Summe [m³]	Q_Ein (Max) [m³/s]
Mischsystem	215.424	136.387	73.754		<b>425.565</b>	7,077
Trennsystem	245.531			179.400	<b>424.931</b>	7,137
Mischsystem (Ablagerung)	215.424	136.387	73.754		<b>425.565</b>	7,077

Tabelle A-10: Zusammenstellung der Ergebnisse Misch ⇔ Trenn des Beispiels „Ablagerung“

**Drosselabfluss zur Begrenzung der einleitenden Abflussspitzen**

Nat. Einzugsgebiet 65,0 km<sup>2</sup>  
Gewässer: kleiner Hügel- und Berglandbach

**Drosselabfluss**

Fläche: Beispiel

q <sub>R</sub> :	30	l/(s·ha)	(Tabelle 3)
A <sub>u</sub> :	50	ha	
Q <sub>dr</sub> =	1500	l/s	

**Maximalabfluss / Summe aller Einleitungen in das Gewässer**

Mq:	15	l/(s·km <sup>2</sup> )	
MQ:	0,975	m <sup>3</sup> /s	(alternativ auch aus Q = v · h · b <sub>sp</sub> )
e <sub>w</sub> :	4	-	(Tabelle 4)
Q <sub>dr,max</sub> =	3900	l/s	

b <sub>sp</sub> :	3	m
Fließstrecke	3000	m

Summe der Einleitungen entlang der Fließstrecke		
Beispiel	1500	l/s
ΣQ =	6000	l/s

⇒ **in Abhängigkeit des zulässigen Drosselabflusses ist ein entsprechendes Speichervolumen zur Verfügung zu stellen**

(Ermittlung kann nach dem Näherungsverfahren DWA-A117 erfolgen)

Tabelle A-11: Ermittlung des Drosselabflusses einer Rückhaltemaßnahme nach ATV-DWK-M 153

Dimensionierung von Regenrückhalteräumen nach A117 - Näherungsverfahren				
Gewählte Jährlichkeit n		0,2		
<b>Niederschlagsdaten nach DWD</b>				
T	5			
D	hn	Rn		
5 min	6,70	223,33		
10 min	9,90	165,00		
15 min	12,00	133,33		
20 min	13,60	113,33		
30 min	15,60	86,67		
45 min	17,40	64,44		
60 min	18,60	51,67		
90 min	20,70	38,33		
2 h	22,30	30,97		
3 h	24,90	23,06		
4 h	26,80	18,61		
6 h	29,90	13,84		
9 h	33,30	10,28		
12 h	35,90	8,31		
18 h	38,50	5,94		
24 h	41,20	4,77		
48 h	53,30	3,08		
72 h	54,80	2,11		
<b>Einzugsgebietsdaten</b>				
A <sub>ges</sub>	100,00 ha			
V <sub>G</sub>	0,50 -			
A <sub>red</sub>	50,00 ha			
ψ <sub>m</sub>	0,7 -			
A <sub>v</sub>	33,00 ha			
<b>Rechenwerte</b>				
f <sub>z</sub>	1,2			
f <sub>a</sub>	1,0			
Q <sub>d</sub>	1500,0 l/s			
Q <sub>t</sub>	0,0 l/s			
Q <sub>r</sub>	1500,0 l/s			
q <sub>Dr,u</sub>	45,45 l/(s·ha)			
<b>Volumenermittlung</b>				
D	r <sub>D,n</sub>	r <sub>D,n</sub> ·Q <sub>Dr,u</sub>	V <sub>s,u</sub>	V
min	l/(s·ha)	l/(s·ha)	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup>
5	223,33	177,88	64,04	2113,2
10	165,00	119,55	86,07	2840,4
15	133,33	87,88	94,91	3132,0
20	113,33	67,88	97,75	3225,6
30	86,67	41,21	89,02	2937,6
45	64,44	18,99	61,53	2030,4
60	51,67	6,21	26,84	885,6
90	38,33	-7,12	-46,15	0,0
120	30,97	-14,48	-125,13	0,0
180	23,06	-22,40	-290,29	0,0
240	18,61	-26,84	-463,85	0,0
360	13,84	-31,61	-819,38	0,0
540	10,28	-35,18	-1367,67	0,0
720	8,31	-37,14	-1925,56	0,0
1080	5,94	-39,51	-3072,55	0,0
1440	4,77	-40,69	-4218,33	0,0
2880	3,08	-42,37	-8785,85	0,0
4320	2,11	-43,34	-13480,58	0,0
<b>Maximales Speichervolumen</b>				<b>3225,6</b>

Tabelle A-12: Ermittlung des Speichervolumens einer Rückhaltemaßnahme nach ATV-DWK-A 117

- Die Gesamtfläche ist unterteilt in Dach-, Hof- und Straßenflächen
- Die Aufteilung erfolgte prozentual durch Vergleich von durchgeführten Luftbildauswertungen wie folgt:
  - Haus: 40%
  - Hof / Zufahrt: 25%
  - Straße: 35%
- Die CSB-Schmutzpotenziale für Haus- und Hofflächen wurden aus Literaturangaben wie folgt gewählt
  - Haus:  $150 \text{ kg}/(\text{ha}_{\text{Ared}} \cdot \text{a}) \Rightarrow \text{bei } hN = 675 \text{ mm/a} \Rightarrow c_{\text{CSB}} \approx 34 \text{ mg/l}$
  - Hof / Zufahrt:  $300 \text{ kg}/(\text{ha}_{\text{Ared}} \cdot \text{a}) \Rightarrow \text{bei } hN = 675 \text{ mm/a} \Rightarrow c_{\text{CSB}} \approx 68 \text{ mg/l}$
- Aus Vergleichsgründen muss folgerichtig das CSB-Schmutzpotenzial der Straßen erhöht werden, damit in der Summe der SMUSI-Standardwert von  $600 \text{ kg}/(\text{ha}_{\text{Ared}} \cdot \text{a})$  erreicht wird.
  - Straße:  $1.330 \text{ kg}/(\text{ha}_{\text{Ared}} \cdot \text{a}) \Rightarrow \text{bei } hN = 675 \text{ mm/a} \Rightarrow c_{\text{CSB}} \approx 300 \text{ mg/l}$
- Haus-, Hof- und Zufahrten werden zu 100% als Trennsystem modelliert, Straßenflächen werden im Mischsystem angeschlossen.
- Das spezifische Speichervolumen wurde auf den Wert von  $VS = 40 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{Ared}}$ , der als wirtschaftlich sinnvolle Obergrenze angesehen wird:
  - $V_{\text{DLB}}: 100 \text{ ha} \cdot 0,5 \cdot 35 \% \cdot 40 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{Ared}} = 700 \text{ m}^3$
- Der Drosselabfluss analog zur Urvariante mit  $60 \text{ l/s}$  angesetzt. Mit Bezug ausschließlich auf die angeschlossenen Straßenflächen einem Wert von  $qr = 2,8 \text{ l/sha}_{\text{Ared}}$ .
  - $Q_{\text{d,DLB}}: = 60 \text{ l/s}$

Tabelle A-13: Vorgaben des fiktiven Systems in der Variante „Modifiziertes Mischsystem“

Bezeichnung	Frachten und Konzentrationen (CSB)						
	KLA_Trocken	KLA_Regen	Ent_Misch	Ein_Trenn	Summe	C_Ein (Max)	C_Ein (Mit)
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[mg/l]	[mg/l]
Mischsystem	6.463	4.092	10.212	0	<b>20.767</b>	172	138
Trennsystem	7.366			23.650	<b>31.016</b>	132	132
Modifiziertes Mischsystem	6.802	2.055	3.901	5.320	<b>18.078</b>	314	288

Bezeichnung	Volumen und Spitzenabfluss					
	KLA_Trocken	KLA_Regen	Ent_Misch	Ein_Trenn	Summe	Q_Ein (Max)
	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³/s]
Mischsystem	215.424	136.387	73.754		<b>425.565</b>	7,077
Trennsystem	245.531			179.400	<b>424.931</b>	7,137
Modifiziertes Mischsystem	226.725	68.502	13.556	116.600	<b>425.383</b>	

Tabelle A-14: Zusammenstellung der Ergebnisse Misch ↔ Trenn des Beispiels „Mod. Mischsystem“ mit  $Q_d = 60 \text{ l/s}$  und  $VS = 40 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{Ared}}$  (Bezug: Straßenfläche)

<b>Mischsystem</b>	<b>Trennsystem</b>
<b>Bauliche Aspekte „Kanalisation und Hausanschlussbereich“</b>	
<u>1 Kanalsystem (nur Mischwasser)</u>	<u>2 Kanalsystem (Schmutz- und Regenwasser)</u>
(+) Baukosten (+) Platzbedarf in der Leitungstrasse (-) Erfordernis von Entlastungsbauwerken (-) Platzbedarf durch Entlastungsbauwerke (+) Fehlanlüsse (unbewusst) (-) Anschlussmöglichkeit von Hausdrainagen	(-) Baukosten (-) Platzbedarf in der Leitungstrasse (+) Erfordernis von Entlastungsbauwerken (+) Platzbedarf durch Entlastungsbauwerke (-) Fehlanlüsse (unbewusst) (+) Anschlussmöglichkeit von Hausdrainagen
<b>Betriebliche Aspekte „Kanalisation und Hausanschlussbereich“</b>	
<u>Ablagerungen</u>	<u>Ablagerungen</u>
(-) Schleppspannung bei Trockenwetterabfluss im Mischwasserkanal (+) Spülwirkung bei Regenwetter	(+) Schleppspannung bei Trockenwetterabfluss im Schmutzwasserkanal (-) Spülwirkung bei Regenwetter
<u>Hydraulik</u>	<u>Hydraulik</u>
(-) Rückstau in Hausanschluss	(+) Rückstau in Hausanschluss
<u>Unterhaltung und Inspektion</u>	<u>Unterhaltung und Inspektion</u>
(+) Kosten wegen Gesamtkanallänge (-) Gegebenenfalls Pumpkosten	(-) Kosten wegen Gesamtkanallänge (+) Gegebenenfalls Pumpkosten
<b>Bauliche Aspekte „Kläranlage“</b>	
<u>Auslegung</u>	<u>Auslegung</u>
(-) Bemessungskenngrößen (-) Baukosten	(+) Bemessungskenngrößen (+) Baukosten
<b>Betriebliche Aspekte „Kläranlage“</b>	
<u>Hydraulik und Reinigungswirkung</u>	<u>Hydraulik und Reinigungswirkung</u>
(-) Pumpkosten (-) Belastungsschwankungen	(+) Pumpkosten (+) Belastungsschwankungen
<b>Aspekt „Gewässerschutz“</b>	
<u>Einleitungsmengen und -frachten</u>	<u>Einleitungsmengen und -frachten</u>
(+) Gesamtfrachten (z.B. CSB) (-) Schmutzkonzentrationen an den Einleitungsstellen (ausgenommen: Kläranlage) (+) Spitzenabflüsse an den Einleitungsstellen (ausgenommen: Kläranlage) (+) Ableitung und Behandlung kleiner Abflussereignisse, die nicht entlasten (-) Umwandlungsmöglichkeit in ein modifiziertes Mischsystem ( ) Anordnung von Anlagen zur weitergehenden Mischwasserbehandlung	(-) Gesamtfrachten (z.B. CSB) (+) Schmutzkonzentrationen an den Einleitungsstellen (ausgenommen: Kläranlage) (-) Spitzenabflüsse an den Einleitungsstellen (ausgenommen: Kläranlage) (-) Ableitung und Behandlung kleiner Abflussereignisse, die nicht entlasten (-) Umwandlungsmöglichkeit in ein modifiziertes Mischsystem ( ) Anordnung von Anlagen zur weitergehenden Regenwasserbehandlung

Tabelle A-15: Aspekte Pro und Contra bezüglich Misch- und Trennsystem

## **Anhang 3**

### Zusammenfassung der Ergebnisse der Variationsrechnungen

Datensatz		Variante	geänderter Parameter	Frachten					Volumen					Konzentrationen (Max)		Konzentrationen (Mit)		Spitzenabfluss		Nur Mischsystem							
Mischsystem	Trennsystem			KLA_Trocken [kg]	KLA_Regen [kg]	Ent_Misch [kg]	Ein_Trenn [kg]	Summe [kg]	KLA_Trocken [m³]	KLA_Regen [m³]	Ent_Misch [m³]	Ein_Trenn [m³]	Summe [m³]	Ent_Misch [mg/l]	Ein_Trenn [mg/l]	Ent_Misch [mg/l]	Ein_Trenn [mg/l]	Ent_Misch [m³/s]	Ein_Trenn [m³/s]	VQR [m³]	cR [-]	cK [-]	eo [%]	cK/cR [-]	cE/cR (ist) [-]	cE/cR (soll) [-]	
<b>Schmutzpotential</b>																											
<b>CSB-Schmutzpotential</b>																											
MIS_SP_10		V10	150	6.463	4.092	3.174		13.729	215.424	136.387	73.754		425.565	78		43	7,077		179.408	34	30	0,41	0,89	1,28	1,16		
	TRN_SP_10			7.366		5.910		13.276	245.531		179.400		424.931		33												
MIS_SP_20		V20	300	6.463	4.092	5.520		16.075	215.424	136.387	73.754		425.565	109		75	7,077		179.408	67	30	0,41	0,45	1,11	1,79		
	TRN_SP_20			7.366		11.820		19.186	245.531		179.400		424.931		66												
MIS_SP_30		V30	450	6.463	4.092	7.866		18.421	215.424	136.387	73.754		425.565	141		107	7,077		179.408	101	30	0,41	0,30	1,06	2,01		
	TRN_SP_30			7.366		17.740		25.106	245.531		179.400		424.931		99												
MIS_SP_00		Urzustand	600	6.463	4.092	10.212		20.767	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138	7,077		179.406	135	30	0,41	0,22	1,03	2,11		
	TRN_SP_00			7.366		23.650		31.016	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_SP_40		V40	750	6.463	4.092	12.558		23.113	215.424	136.387	73.754		425.565	204		170	7,077		179.408	168	30	0,41	0,18	1,01	2,18		
	TRN_SP_40			7.366		29.560		36.926	245.531		179.400		424.931		165												
MIS_SP_50		V50	900	6.463	4.092	14.904		25.459	215.424	136.387	73.754		425.565	235		202	7,077		179.408	202	30	0,41	0,15	1,00	2,22		
	TRN_SP_50			7.366		35.470		42.836	245.531		179.400		424.931		198												
MIS_SP_60		V60	1.050	6.463	4.092	17.250		27.805	215.424	136.387	73.754		425.565	267		234	7,077		179.408	236	30	0,41	0,13	0,99	2,25		
	TRN_SP_60			7.366		41.390		48.756	245.531		179.400		424.931		231												
<b>Einwohnerdichte</b>																											
<b>Einwohnerdichte</b>																											
MIS_EW_10		V10	8,3	2.706	3.606	9.277		15.589	90.183	120.196	71.077		281.456	140		131	7,067		179.408	135	30	0,40	0,22	0,97	2,18		
	TRN_EW_10			3.066		23.650		26.716	102.187		179.400		281.587		132												
MIS_EW_20		V20	15,1	3.322	3.682	9.423		16.427	110.719	122.722	71.497		304.938	146		132	7,068		179.408	135	30	0,40	0,22	0,98	2,17		
	TRN_EW_20			3.767		23.650		27.417	125.562		179.400		304.962		132												
MIS_EW_30		V30	27,5	4.442	3.823	9.695		17.960	148.063	127.443	72.279		347.785	155		134	7,071		179.408	135	30	0,40	0,22	0,99	2,15		
	TRN_EW_30			5.046		23.650		28.696	168.187		179.400		347.587		132												
MIS_EW_00		Urzustand	50,0	6.463	4.092	10.212		20.767	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138	7,077		179.408	135	30	0,41	0,22	1,02	2,11		
	TRN_EW_00			7.366		23.650		31.016	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_EW_40		V40	90,9	10.089	4.619	11.258		25.966	336.293	153.968	76.762		567.023	201		147	7,087		179.408	135	30	0,43	0,22	1,09	2,04		
	TRN_EW_40			11.584		23.650		35.234	386.125		179.400		565.525		132												
MIS_EW_50		V50	165,1	16.428	5.692	13.289		35.409	547.600	189.724	83.121		820.445	240		160	7,089		179.397	135	30	0,46	0,22	1,19	1,90		
	TRN_EW_50			19.236		23.650		42.886	641.187		179.400		820.587		132												
MIS_EW_60		V60	300,0	24.750	10.720	19.910		55.380	825.142	357.427	101.985		1.284.554	350		195	7,108		179.499	135	30	0,57	0,22	1,45	1,59		
	TRN_EW_60			33.147		23.600		56.747	1.104.906		179.600		1.284.506		131												
<b>C Ablauf-KLA</b>																											
<b>CSB-Konzentration</b>																											
MIS_CA_10		V10	12,9	2.779	1.759	10.212		14.750	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138	7,077		179.408	135	13	0,41	0,10	1,02	2,30		
	TRN_CA_10			3.167		23.650		26.817	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_CA_20		V20	17,0	3.662	2.319	10.212		16.193	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138	7,077		179.408	135	17	0,41	0,13	1,02	2,25		
	TRN_CA_20			4.174		23.650		27.824	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_CA_30		V30	22,6	4.869	3.082	10.212		18.163	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138	7,077		179.408	135	23	0,41	0,17	1,02	2,19		
	TRN_CA_30			5.549		23.650		29.199	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_CA_00		Urzustand	30,0	6.463	4.092	10.212		20.767	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138	7,077		179.408	135	30	0,41	0,22	1,02	2,11		
	TRN_CA_00			7.366		23.650		31.016	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_CA_40		V40	39,8	8.574	5.428	10.212		24.214	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138	7,077		179.408	135	40	0,41	0,30	1,02	2,01		
	TRN_CA_40			9.772		23.650		33.422	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_CA_50		V50	52,8	11.374	7.201	10.212		28.787	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138	7,077		179.408	135	53	0,41	0,39	1,02	1,87		
	TRN_CA_50			12.964		23.650		36.614	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_CA_60		V60	70,0	15.080	9.546	10.212		34.838	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138	7,077		179.408	135	70	0,41	0,52	1,02	1,69		
	TRN_CA_60			17.187		23.650		40.837	245.531		179.400		424.931		132												
<b>Regenspende</b>																											
<b>Regenspende</b>																											
MIS_QR_10		V10	0,4	5.818	4.026	13.731		23.575	193.942	134.178	96.662		424.782	195		142	7,109		179.465	135	30	0,54	0,22	1,05	1,67		
	TRN_QR_10			7.366		23.650		31.016	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_QR_20		V20	0,5	6.140	3.928	12.485		22.553	204.655	130.927	88.796		424.378	189		141	7,101		179.465	135	30	0,49	0,22	1,05	1,79		
	TRN_QR_20			7.366		23.650		31.016	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_QR_30		V30	0,7	6.330	3.990	11.336		21.656	210.998	132.985	81.263		425.246	184		139	7,091		179.398	135	30	0,45	0,22	1,03	1,94		
	TRN_QR_30			7.366		23.650		31.016	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_QR_00		Urzustand	1,0	6.463	4.092	10.212		20.767	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138	7,077		179.408	135	30	0,41	0,22	1,02	2,11		
	TRN_QR_00			7.366		23.650		31.016	245.531		179.400		424.931		132												
MIS_QR_40		V40	1,4	6.551	4.241	9.042		19.834	218.359	141.375	65.783		425.517	171		137	7,057		179.407	135	30	0,37	0,22	1,02	2,34		
	TRN_QR_40			7.366		23.650		31.016	245.531		179.400		42														

Datensatz		Variante	geänderter Parameter	Frachten					Volumen					Konzentrationen (Max)		Konzentrationen (Mit)		Spitzenabfluss		Nur Mischsystem						
Mischsystem	Trennsystem			KLA_Trocken [kg]	KLA_Regen [kg]	Ent_Misch [kg]	Ein_Trenn [kg]	Summe [kg]	KLA_Trocken [m³]	KLA_Regen [m³]	Ent_Misch [m³]	Ein_Trenn [m³]	Summe [m³]	Ent_Misch [mg/l]	Ein_Trenn [mg/l]	Ent_Misch [mg/l]	Ein_Trenn [mg/l]	Ent_Misch [m³/s]	Ein_Trenn [m³/s]	VQR [m³]	cR [-]	cK [-]	eo [%]	cK/cR [-]	cE/cR (ist) [-]	cE/cR (soll) [-]
Niederschlag				Regenreihe																						
MIS_HN_10		V10	525	6.636	3.136	8.825		18.597	221.205	104.519	45.059		370.783	227		196		5,676		124.817	193	30	0,36	0,16	1,02	2,49
	TRN_HN_10			7.366			23.740	31.106	245.531			124.800		190		190										
MIS_HN_20		V20	575	6.582	3.459	9.286		19.327	219.385	115.296	54.008		388.689	205		172		6,352		142.860	169	30	0,38	0,18	1,02	2,35
	TRN_HN_20			7.366			23.750	31.116	245.531			142.900		166		166										
MIS_HN_30		V30	625	6.522	3.790	9.665		19.977	217.386	126.334	62.723		406.443	188		154		6,441		160.399	150	30	0,39	0,20	1,03	2,25
	TRN_HN_30			7.366			23.630	30.996	245.531			160.400		147		147										
MIS_HN_00		Urzustand	675	6.463	4.092	10.212		20.767	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138		7,077		179.408	135	30	0,41	0,22	1,02	2,11
	TRN_HN_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
MIS_HN_40		V40	725	6.411	4.380	10.724		21.515	213.689	145.992	85.317		444.998	161		126		7,725		199.276	122	30	0,43	0,25	1,03	2,01
	TRN_HN_40			7.366			23.630	30.996	245.531			199.300		119		119										
MIS_HN_50		V50	775	6.354	4.676	11.135		22.165	211.810	155.861	96.308		463.979	166		116		7,628		218.618	112	30	0,44	0,27	1,04	1,93
	TRN_HN_50			7.366			23.710	31.076	245.531			218.600		108		108										
MIS_HN_60		V60	825	6.325	4.905	11.702		22.932	210.840	163.498	109.933		484.271	156		106		8,236		239.111	103	30	0,46	0,29	1,03	1,83
	TRN_HN_60			7.366			23.710	31.076	245.531			239.000		99		99										
Fremdwasseranteil				FWA (QF/QT)																						
MIS_QF_10		V10	0%	4.538	3.857	10.069		18.464	151.255	128.565	72.367		352.187	173		139		7,073		179.408	135	30	0,40	0,22	1,03	2,15
	TRN_QF_10			5.156			23.650	28.806	171.875			179.400		132		132										
MIS_QF_20		V20	10%	5.036	3.917	10.105		19.058	167.855	130.544	72.718		371.117	173		139		7,074		179.408	135	30	0,41	0,22	1,03	2,14
	TRN_QF_20			5.726			23.650	29.376	190.883			179.400		132		132										
MIS_QF_30		V30	20%	5.657	3.992	10.150		19.799	188.570	133.057	73.158		394.785	173		139		7,075		179.408	135	30	0,41	0,22	1,03	2,13
	TRN_QF_30			6.439			23.650	30.089	214.643			179.400		132		132										
MIS_QF_00		Urzustand	30%	6.463	4.092	10.212		20.767	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138		7,077		179.408	135	30	0,41	0,22	1,02	2,11
	TRN_QF_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
MIS_QF_40		V40	40%	7.512	4.227	10.296		22.035	250.387	140.894	74.560		465.841	172		138		7,079		179.408	135	30	0,42	0,22	1,02	2,09
	TRN_QF_40			8.578			23.650	32.228	285.923			179.400		132		132										
MIS_QF_50		V50	50%	8.982	4.429	10.417		23.828	299.406	147.613	75.731		522.750	171		138		7,082		179.408	135	30	0,42	0,22	1,02	2,06
	TRN_QF_50			10.288			23.650	33.938	342.947			179.400		132		132										
MIS_QF_60		V60	60%	11.163	4.757	10.606		26.526	372.113	158.567	77.561		608.241	170		137		7,087		179.409	135	30	0,43	0,22	1,02	2,02
	TRN_QF_60			12.854			23.650	36.504	428.483			179.400		132		132										
Neigungsgruppe				Neigungsgruppe																						
MIS_NG_30		V30	1	6.506	3.853	10.219		20.578	216.862	128.412	69.518		414.792	181		147		6,891		168.496	144	30	0,41	0,21	1,02	2,13
	TRN_NG_30			7.366			23.690	31.056	245.531			168.500		141		141										
MIS_NG_00		Urzustand	2	6.463	4.092	10.212		20.767	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138		7,077		179.408	135	30	0,41	0,22	1,02	2,11
	TRN_NG_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
MIS_NG_40		V40	3	6.402	4.422	10.132		20.956	213.388	147.408	78.139		438.935	163		130		7,257		193.061	125	30	0,40	0,24	1,04	2,12
	TRN_NG_40			7.366			23.700	31.066	245.531			193.100		123		123										
spez. Speichervol.				Spezifisches Speichervolumen																						
MIS_VS_10		V10	10	6.592	3.194	13.937		23.723	219.745	106.461	99.262		425.468	184		140		7,077		179.396	135	30	0,55	0,22	1,04	1,63
	TRN_VS_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
MIS_VS_20		V20	15	6.551	3.547	12.436		22.534	218.359	118.218	89.084		425.661	176		140		7,077		179.408	135	30	0,50	0,22	1,04	1,79
	TRN_VS_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
MIS_VS_30		V30	20	6.502	3.848	11.204		21.554	216.732	128.254	80.624		425.610	175		139		7,077		179.408	135	30	0,45	0,22	1,03	1,95
	TRN_VS_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
MIS_VS_00		Urzustand	25	6.463	4.092	10.212		20.767	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138		7,077		179.408	135	30	0,41	0,22	1,02	2,11
	TRN_VS_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
MIS_VS_40		V40	30	6.429	4.299	9.383		20.111	214.287	143.278	67.957		425.522	175		139		7,077		179.408	135	30	0,38	0,22	1,03	2,28
	TRN_VS_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
MIS_VS_50		V50	35	6.397	4.488	8.621		19.506	213.245	149.604	62.610		425.459	175		139		7,077		179.408	135	30	0,35	0,22	1,03	2,45
	TRN_VS_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
MIS_VS_60		V60	40	6.371	4.647	7.987		19.005	212.381	154.879	58.155		425.415	175		139		7,077		179.408	135	30	0,32	0,22	1,03	2,62
	TRN_VS_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
Absetzwirkung				Absetzwirkung																						
MIS_AW_00		Urzustand	0%	6.463	4.092	10.212		20.767	215.424	136.387	73.754		425.565	172		138		7,077		179.408	135	30	0,41	0,22	1,02	2,11
	TRN_AW_00			7.366			23.650	31.016	245.531			179.400		132		132										
MIS_AW_40		V40	5%	6.463	4.092	10.097		20.652	215.424	136.387	73.754		425.565	170		137		7,077		179.408	135	30	0,41	0,22	1,02	2,11