



**GVRZ**

Gewässerschutzverband der Region Zugensee – Küssnachtersee – Ägerisee

---

# Verbands - GEP

## 1. Einleitung und Übersicht



12. Dezember 2005, rev. 30. März 2007

---

**hsk** HSK Ingenieur AG  
Ingenieur-, Planungs- und Vermessungsbüro

Büro Küssnacht am Rigi  
Bodenhof 1 6403 Küssnacht  
Tel. 041 850 14 38 Fax 041 850 21 78  
E-mail: [hsk-kuessnacht@hsk-ingenieur.ch](mailto:hsk-kuessnacht@hsk-ingenieur.ch)

**KUSTER + HAGER**



INGENIEURBÜRO AG 8730 UZNACH  
TEL 055 285 11 11 FAX 055 285 11 12  
[www.kuster-hager.ch](http://www.kuster-hager.ch) [uznach@kuster-hager.ch](mailto:uznach@kuster-hager.ch)

## ***Inhaltsverzeichnis***

	<u>Seite</u>
<b>Vorwort</b>	<b>1</b>
<b>1. Organisation Verbands-GEP</b>	<b>3</b>
<b>2. Datenbearbeitung und Verwaltung</b>	<b>4</b>
<b>3. Zustandsberichte Gewässer</b>	<b>9</b>
<b>4. Zustandsbericht Fremdwasser</b>	<b>19</b>
<b>5. Zustandsbericht Entwässerungsnetz Teil 1: Kanalisation</b>	<b>27</b>
<b>6. Zustandsbericht Einzugsgebiet</b>	<b>34</b>
<b>7. Zustandsbericht Gefahren</b>	<b>39</b>
<b>8. Industrie und abwasserrelevante Gewerbeanlagen</b>	<b>42</b>
<b>9. Zustandsbericht Abwasseranfall und hydrodynamische Berechnung</b>	<b>44</b>
<b>10. Entwässerungskonzept Teil 1: Langzeitsimulation</b>	<b>57</b>
<b>11. Entwässerungskonzept Teil 2: Bewirtschaftungskonzept</b>	<b>71</b>
<b>12. Kosten-Nutzen-Analyse</b>	<b>83</b>

### Anhang

Empfängerliste

## **Vorwort zur Generellen Entwässerungsplanung (Verbands-GEP) des Gewässerschutzverbandes der Region Zugersee-Küssnachtersee-Ägerisee**

Im Rahmen des Gewässerschutzgesetzes vom 24.1.1991 und der Gewässerschutzverordnung vom 28.10.1998 des Bundes sind die Aufgaben der Gemeinden für die Generelle Entwässerungsplanung geregelt. Sie müssen kommunale und wenn notwendig und sinnvoll regionale Entwässerungsplanungen erstellen und vollziehen, welche eine zweckmässige Siedlungsentwässerung gewährleisten. Die kommunale Entwässerungsplanung ist seit der Veröffentlichung der Richtlinien des Verbandes der Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA) im Jahre 1989 als Genereller Entwässerungsplan (GEP) bekannt.

Die Verbandspartner des GVRZ aus den Kantonen Zug und Luzern haben ihre kommunalen GEP bereits erstellt und abgeschlossen. Die beiden Schwyzer Verbandsmitglieder befassen sich ebenfalls schon einige Jahre mit dem Erstellen ihrer Entwässerungsplanung und werden ihre GEP in nächster Zeit ebenfalls abschliessen können.

Um einen wirkungsvollen Gewässerschutz bei optimalem Mitteleinsatz im Einzugsgebiet des GVRZ zu gewährleisten, bedurfte es auf Verbandsebene einer übergeordneten und kantonsüberschreitenden, regionalen Betrachtung. Deshalb hat der damalige Regionalrat des Gewässerschutzverbandes der Region Zugersee-Küssnachtersee-Ägerisee (GVRZ) an seiner 39. Sitzung vom 1. Dezember 1999 die Erstellung eines Generellen Entwässerungsplans für den GVRZ (Verbands-GEP) beschlossen und dazu den notwendigen Objektkredit bewilligt. Der Verbands-GEP sollte im Zusammenhang mit dem vorgesehenen zweiten grossen GVRZ-Projekt, die „Kanalnetz-bewirtschaftung“, erstellt werden

Während frühere Planungsinstrumente ausschliesslich die direkte und schnelle Ableitung des Schmutz- und Meteorwassers aus den Baugebieten zur Kläranlage zum Inhalt hatten, will die Generelle Entwässerungsplanung als umfassendes Planungsinstrument eine ganzheitliche Lösung der Siedlungsentwässerung nach modernen, umweltgerechten Erkenntnissen und aktuellen Entwässerungsphilosophien erreichen.

Um diese Ziele des Verbands-GEP unter Einhaltung der Randbedingungen des modernen Gewässerschutzes zu erreichen und die Entwicklung eines Entwässerungskonzepts für unser eigenes Einzugsgebiet zu bewerkstelligen, waren folgende allgemeinen Grundsätze zu beachten:

1. Alle verschmutzten und erfassbaren Abwässer der Region sind mit möglichst wenig unverschmutztem Abwasser zur Reinigung in die zentrale Kläranlage Schönau in Cham zu leiten. Die Mengen des in den Verbandsanlagen des GVRZ anfallenden unverschmutzten Abwassers ist zu reduzieren, indem auch die Verbandspartner ihrerseits möglichst viel unverschmutztes Abwasser von der Kanalisation fernhalten.
2. Die Kapazität der Verbandsanlagen des GVRZ soll ausgenutzt werden, damit zukünftig möglichst viel Abwasser zur Behandlung in die Kläranlage geleitet wird. Dazu soll mit den Kapazitäten und dem Retentionsvolumen der einzelnen Bauwerke ein Entwässerungskonzept entwickelt werden, das eine effiziente Bewirtschaftung der Verbandsanlagen des GVRZ ermöglicht.
3. Allfällig notwendige Entlastungsmengen bei Regenereignissen sollen zum Schutze der Vorfluter, der Seen und Bäche im Einzugsgebiet, durch den GVRZ minimiert und vorbehandelt werden.

Für den GVRZ soll die Umsetzung der neuen Gewässerschutzphilosophie unter spezieller Berücksichtigung der lokalen Situation in seinem Einzugsgebiet erfolgen. Für das zu entwickelnde Entwässerungskonzept waren deshalb zwei Randbedingungen von zentraler Bedeutung, nämlich:

- der Schutz des Zugersees, Ägerisees und Küssnachersees vor Belastungen sowie
- die Reduktion der Belastung der unteren Lorze und der übrigen Fließgewässer im Einzugsgebiet.

Der Verbands-GEP des GVRZ stützt sich auf Grundlagen der GEP seiner Mitglieder, den Verbandsgemeinden und dem Bezirk Küssnacht. Die Feinstruktur der gemeindlichen, lokalen Kanalisationsanlagen wurden im Verbands-GEP nur soweit berücksichtigt, wie sie im regionalen Zusammenhang und für unsere Verbandsanlagen von Bedeutung sind.

Nach vier Jahren intensiver Planung und Bearbeitung liegt nun der Verbands-GEP des GVRZ in einem umfassenden Dossier vor. Für ihre grosse Arbeit und ihr unermüdliches Engagement dankt der GVRZ dem Koordinator des Verbands-GEP und allen beteiligten Ingenieurbüros mit ihren Experten und Sachbearbeitern.

Die Erkenntnisse und Resultate aus dieser regionalen, kantonsüberschreitenden Entwässerungsplanung sind bereits schon in der Ausarbeitungsphase in das sich zur Zeit in Ausführung befindende Projekt „Kanalnetzbewirtschaftung“ als wichtige Grundlagen eingeflossen. Mit der Kanalnetzbewirtschaftung wird durch die Installation eines Prozessleitsystems zur Überwachung, Datenübertragung und Steuerung sämtlicher Aussenwerke des GVRZ, sowie der Werterhaltung, Erneuerung und Optimierung der bestehenden Bauwerke und Installationen, eine hydraulische Bewirtschaftung der wichtigsten Objekte der Verbandsanlagen ermöglicht. Damit werden bereits heute die aus dem Verbands-GEP resultierenden Aufgaben des GVRZ und die dazu notwendigen Verbesserungen an den Verbandsanlagen realisiert.

Mit einer effizienten Bewirtschaftung der Verbandsanlagen wird es möglich, das verschmutzte Abwasser von den Verbandspartnern des GVRZ möglichst vollständig zur Reinigung in die Kläranlage Schönau zu leiten und damit den Zugersee, den Ägerisee und den Küssnachersee vor Belastungen zu schützen, sowie die Belastung der unteren Lorze und der übrigen Fließgewässer im Einzugsgebiet des GVRZ zu reduzieren.

Mit dem im Jahre 2008 vorgesehenen Abschluss des gleichzeitig zum Verbands-GEP vom GVRZ in Angriff genommenen Projekts „Kanalnetzbewirtschaftung“ können damit die Erkenntnisse und Resultate aus dem Verbands-GEP zu Gunsten eines modernen und optimalen Gewässerschutzes im Einzugsgebiet des GVRZ angewendet werden.

## **GEWÄSSERSCHUTZVERBAND DER REGION ZUGERSEE-KÜSSNACHTERSEE-ÄGERISEE**

Dr. Mario Bertschler, Geschäftsführer

## 1. Organisation Verbands-GEP

Der Gewässerschutzverband der Region Zugersee – Küssnachtsee – Aegerisee (GVRZ) beauftragte für die Erstellung eines Verbands-GEP die Ingenieurgemeinschaft HSK Ingenieur AG, Küssnacht, und Kuster + Hager AG, Uznach.

Zur Lenkung der Verbands-GEP – Bearbeitung wurde das nachfolgend aufgeführte Projektleitungsteam zusammengestellt:

- Dr. Mario Bertschler, Geschäftsführer GVRZ
- Albin Amgwerd, Betriebsleiter GVRZ
- Alex Benz, Benz AG, Zürich, Projektkoordination Verbands-GEP
- Othmar Haslimann, INGE Gätzi Vescoli AG & Ott (Leitungskataster Abwasser)
- Urs Reichmuth, INGE Kuster + Hager AG & HSK Ingenieur AG (INGE VGEP GVRZ)

Mit der Projektleitung des Verbands-GEP wurde Herr Urs Reichmuth, Ingenieurbüro Kuster + Hager, betraut. Anhand der erfassten Daten aus dem Verbands-GEP erarbeitete Kuster + Hager verschiedene Abflussszenarien, die modellmässig im hydrodynamischen Simulationsprogramm „MOUSE“ eingegeben und berechnet worden sind.

Die Daten aus dem parallel durch die INGE Gätzi Vescoli AG & Ott erarbeiteten Leitungskataster Abwasser über die GVRZ-Anlagen (Leitungsnetz Verbandskanäle, Pumpwerke, Regenüberlaufbecken, Sonderbauwerke) konnten von der INGE VGEP GVRZ direkt übernommen werden.

Für die Bearbeitung des Zustandsberichtes Gewässer wurde Hr. J. Hürlimann vom Büro AQUAPLUS aus Zug beigezogen.

Das Projektleitungsteam setzte sich in periodischen Sitzungen mit dem Fortschritt der Arbeiten auseinander und setzte die Leitplanken für die jeweiligen Arbeitsschritte. Zu Spezialfragen wurden weitere Fachpersonen oder die kantonalen AfU's Zug, Luzern und Schwyz direkt beigezogen.

## 2. Datenbearbeitung und Verwaltung

### 2.1 Veranlassung

Die Datenbearbeitung und –verwaltung nimmt bei grossen und auch langjährigen Projekten eine zentrale Stellung ein. Nur wenn es gelingt, bereits bei Projektbeginn die Struktur der Daten im Hinblick auf ihre spätere Bearbeitung, Verwaltung und Sicherung auszulegen wird die Projektbearbeitung vereinfacht und ihr Bestand ist auch langfristig gewährleistet.

### 2.2 Nummerierungskonzept

Über die Verbandsanlagen des GVRZ ist durchgehendes Nummerierungskonzept eingeführt worden. Da die Schachtnummer in vieler Hinsicht als Bezugspunkt dient (Kanalfernseh-aufnahmen, Sanierungsarbeiten, Fremdwasser, etc), wird mit dem neuen Konzept eine Basis geschaffen, die über die Jahre verwendet wird und deshalb fundiert auszuarbeiten war.

Das Nummerierungskonzept muss die folgenden Bedürfnisse abdecken:

- möglichst einfache und kurze Ziffernfolge, leicht lesbar, merk- und darstellbar
- Hinweis auf grobe geografische Lage (Orientierung)
- Hinweis auf Funktion
- Ausschaltung von Verwechslungsmöglichkeiten
- evtl. Miteinbezug vorhandener Nummerierungssysteme
- ausbaufähig
- ein alphanumerischer Aufbau der Nummer muss möglich sein.

Gestützt auf verschiedene Varianten wurde an der Koordinationssitzung vom 28. März 2002 zum Verbands-GEP des GVRZ das definitive Nummerierungskonzept bereinigt. Das als Variante „Geo“ bezeichnete Konzept ist wie folgt definiert:

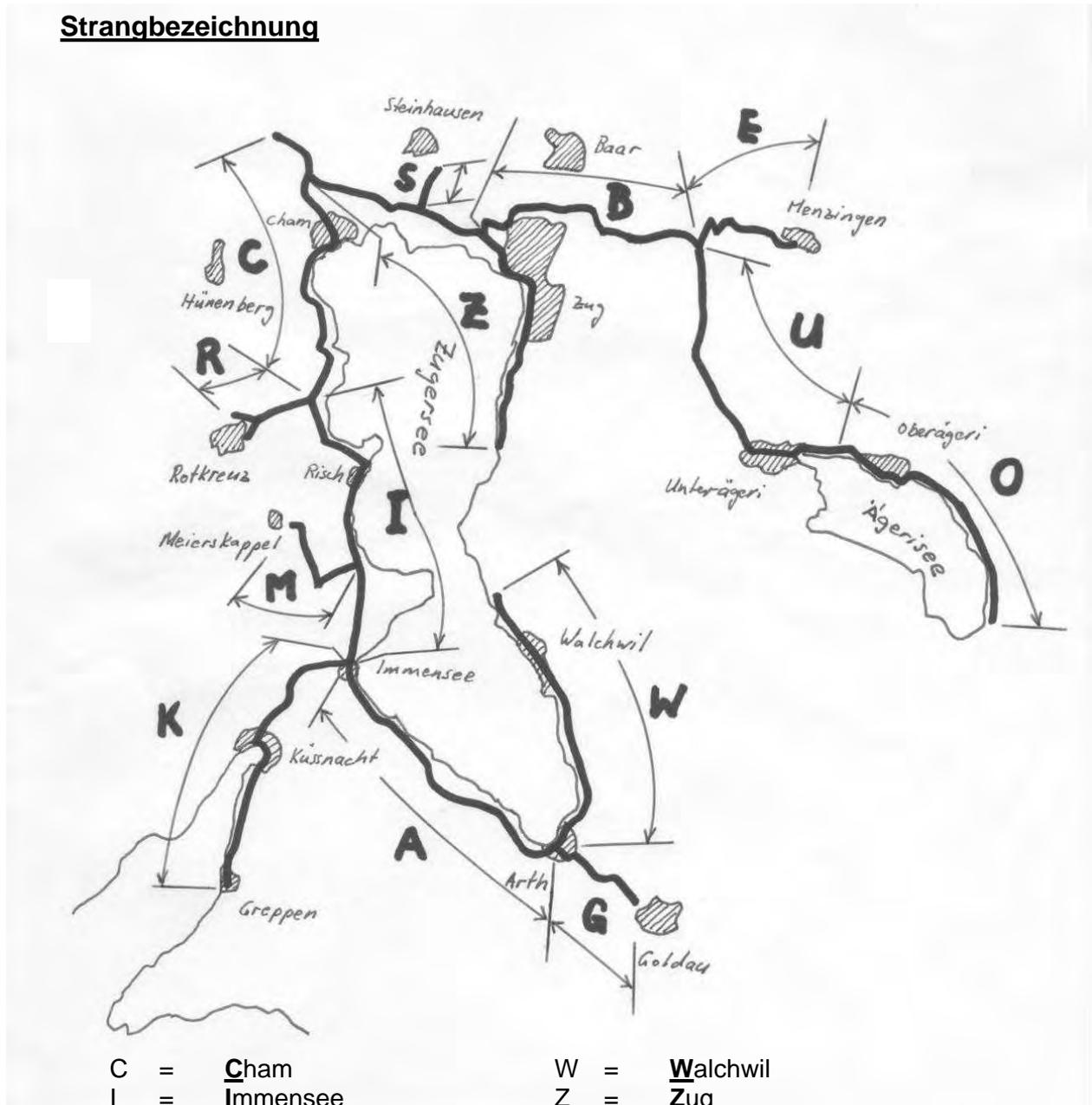
#### Nummerierungskonzept Geo

Die Kanalstränge werden in Abschnitte unterteilt, die mit einem Buchstaben bezeichnet sind. Diese Buchstaben haben einen Bezug zu einem Lokal- oder Gemeindefnamen. Beispielsweise wird der Schachtnummer des Kanals entlang des linken Zugerseeufers von Rotkreuz bis Immensee der Buchstabe „I“ vorangestellt, den Schächten Richtung Zug ein „Z“, etc. Jeder Strang wird dann vom untersten Kontrollschacht an in Gegenflussrichtung beginnend bei 1 nummeriert; bis und mit Verzweigungsschacht, wo zwei neue Hauptstränge beginnen.

#### Strangbezeichnungen

C =	<u>C</u> ham	W =	<u>W</u> alchwil
I =	<u>I</u> mmensee	Z =	<u>Z</u> ug
R =	<u>R</u> otkreuz	S =	<u>S</u> teinhausen
M =	<u>M</u> eierskappel	B =	<u>B</u> aar
K =	<u>K</u> üssnacht	E =	<u>E</u> dlibach (Menzingen)
A =	<u>A</u> arth	U =	<u>U</u> nterägeri
G =	<u>G</u> oldau	O =	<u>O</u> berägeri

Zur Definition der Strangabschnitte und der Zuordnung der entsprechenden Buchstaben siehe folgende Seite.

**Strangbezeichnung**

C	=	<u>C</u> ham	W	=	<u>W</u> alchwil
I	=	<u>I</u> mmensee	Z	=	<u>Z</u> ug
R	=	<u>R</u> otkreuz	S	=	<u>S</u> teinhausen
M	=	<u>M</u> eierskappel	B	=	<u>B</u> aar
K	=	<u>K</u> üssnacht	E	=	<u>E</u> dlibach (Menzingen)
A	=	<u>A</u> rth	U	=	<u>U</u> nterägeri
G	=	<u>G</u> oldau	O	=	<u>O</u> berägeri

**Reservierte Buchstaben für Aussenanlagen**

<b>RÜ</b>	für	Regenüberlauf (früher: Hochwasserentlastung)
<b>M</b>	für	Messstation/Messstelle
<b>P</b>	für	Pumpstation/Pumpwerk
<b>RÜB</b>	für	Regenüberlaufbecken
<b>EB</b>	für	Einlaufbauwerk
<b>STO</b>	für	Stollen
<b>RP</b>	für	Regenbecken & Pumpstation

**Beispiel Konzept Geo:**



1      2      3      4      5      6      7



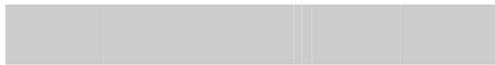
Strang



Fortlaufende Nummer

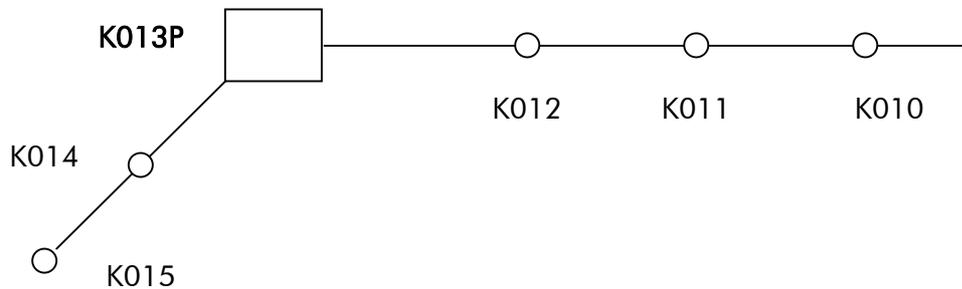


Zusatz bei Bauwerk oder Zwischenschacht



**Gesamte Nummer**  
(eigentliche Plannummer)

*Beispiel: Strang Küssnacht mit PW & RKB Küssnacht*



**Zu weiteren Details siehe im separaten, detailliert abgefassten Zustandsbericht.**

**2.3 Plannummern**

Die Plannummer wurde im Rahmen der Verbands-GEP-Bearbeitung festgelegt. Die folgenden Bearbeitungskategorien und Nummernblöcke sind zu beachten:

Kategorie	Nummernblöcke	Zuständig
Kataster	1 - 999	Gätzi/Ott
Zustands-/ Schadenspläne	1000 - 4999	K+H/HSK
Übersichtspläne / Schemas / Thematische Karten	5000 -9999	K+H/HSK

## 2.4 Nummerierung und Formate Kanal-TV-Aufnahmen

Damit eine rationelle Bearbeitung, Auswertung und Verwaltung der Fernsehaufnahmen möglich ist, wurden auch in diesem Bereich für verschiedene Daten minimale Format-Anforderungen festgelegt:

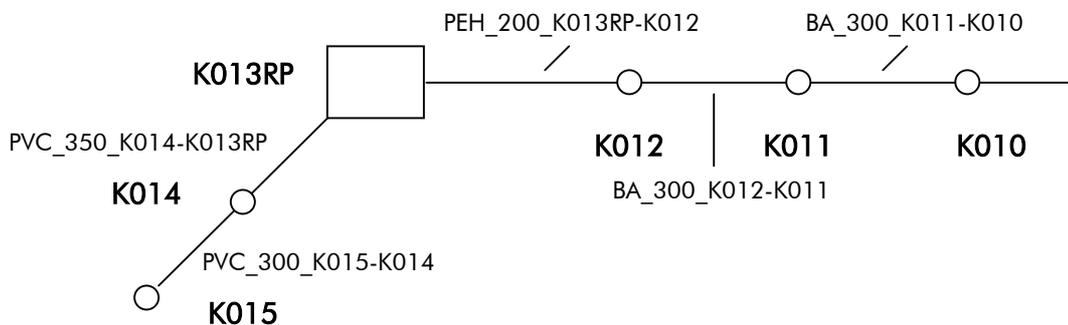
### 2.4.1 Generelle Formate

<b>Schachtnummer:</b>	<b>K003</b>	(konventioneller Schacht)
	<b>K003.1</b>	(zusätzlicher Schacht)
	<b>K013RP</b>	(Aussenanlage)
<b>Haltungsnummer:</b>	<b>Z032-Z033</b>	(Zusammensetzung Anfangs- und Endschacht der Haltung)
<b>Datum:</b>	<b>2002</b>	(4-stellige Schreibweise)
<b>Leitungsdurchmesser:</b>	<b>mm</b>	
<b>Leitungsmaterial:</b>	<b>Bezeichnung gemäss SIA 405</b>	

### 2.4.2 Arbeitspläne Kanal-TV

Um eine effiziente Arbeitsweise der Kanalfernsehunternehmung sicherzustellen sind die Arbeitspläne wie folgt zu kennzeichnen:

- Kontrollschächte: **Schachtnummer**
- Haltungen: **Material\_Durchmesser\_Haltungsnummer**  
Z.B. **PEH\_300\_B114-B115**



### 2.4.3 Formate Kanal-TV-Dokumente

Von der beauftragten Kanalfernsehfirma sind die abzugebenden Dokumente oder Materialien wie folgt zu kennzeichnen:

- Videokassetten-Nummer: **Strangnummer Datum fortlaufende Nummer**

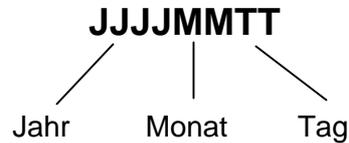
Z	JJJJMMTT	xx
Z	20020512	02

*Strang Zug, Aufnahme am 12. Mai 2002, Band Nummer 2*

## 2.5 Generelle Formatierungen

### Datumsangabe

In den Datenbanken sind die Datumsattribute nachfolgender Festlegung einzutragen:



## 2.6 Datenablage und Datenverwaltung

Mit der Erstellung des Leitungskatasters und des Verbands-GEP wurden verschiedene Daten und Dokumente digital erzeugt und abgelegt.

Produkt / Bezeichnung	Ersteller	Digitale Datenablage aktuell bei
Leitungskataster Abwasser	Gätzi Vescoli AG	Gätzi Vescoli AG <sup>1</sup>
ZB Gewässer Teil 1 „Badewasserqualität“, Teil 2 „Fließgewässer“	Aqua Plus	Aqua Plus
ZB Entwässerungsnetz Teil 1 „Kanalisation“	HSK Ingenieur AG	HSK Ingenieur AG
ZB Entwässerungsnetz Teil 2 „Sonderbauwerke“	Benz Ingenieure AG	Benz Ingenieure AG
Alle weiteren Berichte des Verbands-GEP	Kuster + Hager AG	Kuster + Hager AG
Zustandspläne Kanalisation, Zustandsplan Einzugsgebiet, Zustandsplan Gefahren	HSK Ingenieur AG	HSK Ingenieur AG
Zustandsplan Fremdwasser	Kuster + Hager AG	Kuster + Hager AG
Schemaplan Entwässerungskonzept	Kuster + Hager AG	Kuster + Hager AG
Daten hydrodynamische Simulation, Langzeitsimulation	Kuster + Hager AG	Kuster + Hager AG

Die Dokumentation des Verbands-GEP (Berichte, Pläne, Dokumentation der hydrodynamischen Berechnungen) wird bei Projektabschluss dem GVRZ in digitaler Form auf CD abgeliefert werden.

<sup>1</sup> Beim GVRZ steht für die Nutzung der Katasterunterlagen eine Viewer-Station zur Verfügung. Allfällige Ergänzungen werden gesammelt und periodisch zur Nachführung des Leitungskatasters gemeldet.

## 3. Zustandsberichte Gewässer

### 3.1 Einleitung

Während Starkregenereignissen werden beachtliche Wassermengen aus dem Kanalisationsnetz indirekt (über offen fliessende oder eingedolte Bäche) oder direkt in den Zugersee oder das Küssnacherbecken entlastet. Diese Entlastungen finden bei Regenüberlaufbecken oder Regenüberläufen statt. Die Entlastung von Abwasser in nahe gelegene Gewässer erfolgt erst, wenn das Beckenstauvolumen vollständig ausgenützt ist oder der Abfluss einen kritischen Wert übersteigt.

Der im Rahmen des Verbands-GEP des GVRZ erstellte Zustandsbericht Gewässer besteht aus den folgenden drei Teilberichten:

- Teil 1: Badewasserqualität
- Teil 2: Fliessgewässer
- Teil 3: Stofffrachten

Die Berichte Teil 1 und Teil 2 wurden durch das Büro AquaPlus, Zug, der Bericht Teil 3 durch die Ingenieurgemeinschaft HSK Ingenieur AG – KUSTER + HAGER Ingenieurbüro AG (Verfasser Verbands-GEP) verfasst.

### 3.2 Teil 1: Badewasserqualität

#### 3.2.1 Problemstellung

In Anhang 2 der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GSchV) ist festgelegt, dass die Wasserqualität oberirdischer Gewässer so beschaffen sein muss, dass *„die hygienischen Voraussetzungen für das Baden dort gewährleistet sind, wo das Baden von den Behörden ausdrücklich gestattet ist oder wo üblicherweise eine grosse Anzahl von Personen badet und die Behörde nicht vom Baden abrät“*.

Die Untersuchungen und die qualitativen Einstufung der Badegewässer erfolgt aufgrund der „Empfehlung für die hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern“, die 1990 von eidgenössischen und kantonalen Stellen ausgearbeitet wurde. Für die Beurteilung wird folgender Bewertungsschlüssel angewendet:

- Bewertung gut (A/B): Eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch das Badewasser ist nicht zu erwarten.
- Bewertung akzeptabel (C): Eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch das Badewasser ist nicht auszuschliessen. Man sollte nicht tauchen und sich nach dem Baden gründlich duschen.
- Bewertung ungenügend (D): Eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch das Badewasser ist möglich. Baden ist mit einem gesundheitlichen Risiko verbunden.

Im Rahmen des Zustandsberichts Gewässer Teil 1 „Badewasserqualität“ wurde untersucht, inwieweit die Badewasserqualität während Regenereignissen durch GVRZ-Entlastungen beeinträchtigt wird. Da während Regenereignissen nicht nur aus dem GVRZ-Netz, sondern auch aus kommunalen Leitungsnetzen Entlastungen stattfinden, kann vielfach nicht auf eine einzige Belastungsquelle geschlossen werden. Bei der Suche nach allfälligen Massnahmen muss demnach eine Zusammenarbeit zwischen den Gemeinden und dem GVRZ stattfinden.

### 3.2.2 Untersuchungsprogramm

Zur Beurteilung der Badewasserqualität während Starkregen wurden die Seeufer von Arth, Immensee, Küssnacht, Zwijeren, Choller und der Stadt Zug ausgewählt. An diesen Stellen ist bekannt, dass Entlastungen vorkommen und die Entlastungsmengen erheblich sein können. Die Untersuchung und die Beurteilung der Badewasserqualität erfolgte gemäss den Angaben der Empfehlung für die hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern. Jedes ausgewählte Seeufer wurde mit 4 bis 10 Uferstellen untersucht und diese dreimal hintereinander in Abständen von rund einem Tag beprobt, wobei die erste Probenahme unmittelbar während oder höchstens wenige Stunden nach dem Starkregenereignis durchgeführt wurde.

### 3.2.3 Resultate

#### Trockenwetter

Aufgrund von amtlichen Erhebungen an den offiziellen Strandbädern und Badeplätzen nimmt die Badewasserqualität bei Trockenwetter im Zugersee die Qualität A „keine Beanstandung“ und im Küssnacherbecken die Qualität A/B „keine Beanstandung / Nachkontrolle“ ein.

#### Starkregen

Die während Starkregen erhaltenen Resultate für die einzelnen Seeufer werden nachfolgend besprochen. Es zeigt sich, dass mit zunehmender Entlastungsmenge die mittlere Badewasserqualität sich tendenziell verschlechtert. Am offensichtlichsten konnte dies in Küssnacht festgestellt werden. Im Ortsteil Küssnacht war entlang des Ufers in der Seebucht (bis auf Höhe Astridkapelle / Seematt) auch drei Tage nach dem Regenereignis die Badewasserqualität noch ungenügend. Bei allen Seeufern dürfte aber die Badewasserqualität auch durch kommunale Entlastungen beeinträchtigt worden sein. Im Folgenden werden für jedes Seeufer die wichtigsten Aspekte kurz aufgeführt.

#### Arth

Die Entlastungsmenge beim RÜB Brüözigen war mit 609 m<sup>3</sup> eher klein und damit die Aussagekraft der Resultate eher gering. Die räumliche und zeitliche Ausbreitung des durch die Entlastung eingebrachten Abwassers war gering und auch die qualitative Verschlechterung der Badewasserqualität war unproblematisch. Es zeigte sich, dass die Badewasserqualität beim offiziellen Strandbad von Arth, welches rechts der Mündung der Rigiaa liegt, nicht durch die Entlastung, sondern durch das Wasser der Rigiaa bestimmt wird. Sollte sich erweisen, dass im Strandbad von Arth die Badewasserqualität während und nach Starkregenereignissen regelmässig schlecht ist, dann sollten Massnahmen bei den zahlreichen kommunalen Regenüberläufen entlang der Rigiaa getroffen werden.

#### Immensee

In Immensee trat an mehreren Orten, aber höchstens zwei Tage dauernd, die Badewasserqualität C (Beanstandung, als Badewasser ungeeignet) auf. Diese festgestellte Verschlechterung der Badewasserqualität wurde aber nicht nur oder möglicherweise sogar nur unwesentlich durch die Entlastung des Regenüberlaufbeckens des GVRZ verursacht, als vielmehr durch abwasserführende Bäche und andere kommunale Einleitungen. Allfällige Massnahmen sollten daher auch auf kommunalem Gebiet getroffen werden.

### **Zwijeren**

Das in Zwijeren untersuchte Regenereignis zeigte, dass bei windstillen Verhältnissen und bei fehlendem Wellengang sich das abwasserbelastete Bachwasser, welches im Sommer in den See mündet, höchstens lokal ausbreitet. Die Verschlechterung der Badewasserqualität auf die Stufen D (bei Gewitter) und C (am Folgetag) war daher nur lokal. Da aber links und rechts der Sijentalmündung in Zwijeren und in Buonas öffentliche Badeplätze vorhanden sind und lokal sich sehr nahe private Seeanstösse befinden, sollte die eingeleitete Abwassermenge so klein wie möglich sein. Mit der vorgesehenen und teilweise bereits realisierten Nutzung des Abwasserstollens von Rotkreuz als Rückhaltespeicher dürfte sich die Situation während Regenereignissen deutlich verbessern.

### **Küssnacht**

Im Ortsteil Küssnacht verschlechterte sich die Badewasserqualität entlang dem Ufer der Küssnacher Bucht (bis auf Höhe Astridkapelle / Seematt) und während mindestens drei Tagen sehr stark. Diese Situation sollte dringend verbessert werden. Da mit Sicherheit auch aus dem kommunalen Netz Entlastungen stattfinden, müssen grundsätzlich Massnahmen sowohl beim GVRZ wie auch bei der Gemeinde getroffen werden. Im weiteren gilt es den Standort des Einleitbauwerkes, welches das entlastete Abwasser in den Hafen leitet, zu prüfen. Die jetzige Lage hat den Nachteil, dass das eingeleitete Abwasser sich wahrscheinlich im Hafen ausbreitet und damit dort relativ lange Zeit verbleibt. Zudem sedimentiert wahrscheinlich ein Grossteil der eingebrachten abwasserhaltigen und sauerstoffzehrenden Trübstoffe im Hafen, so dass sich am Grund eine Schlammsschicht bildet. Eine Möglichkeit wäre das Abwasser mittels Tiefenwasserleitung über den Hafen hinaus in den See zu führen.

### **Choller**

Die entlasteten Abwässer gelangen von Steinhausen her via Ochsenbach im Gebiet des Chollers in den Zugersee. Es zeigte sich, dass im Ochsenbach selber, und dies bereits oberhalb der GVRZ-Entlastung, sowie im Mündungsbereich in den See, sich infolge der Entlastung die schlechteste Badewasserqualität D (Beanstandung, Herausgabe einer Warnung) ergab. Im seeseitigen Gebiet zwischen den Badebuchten des Naturschutzgebietes Choller und dem Strandbad von Cham wirkte sich die Entlastung bezüglich der Badewasserqualität dann aber weder räumlich noch zeitlich stark aus. Grundsätzlich sollte aber trotzdem die Entlastungsmenge reduziert werden. Dies daher, weil ein Grossteil der eingebrachten organischen Trübstoffe im nahezu gefällslosen Ochsenbach wie auch in der Flachwasserzone Choller sedimentiert. Diese gewässerökologisch sensiblen Lebensräume werden damit nachhaltig belastet.

### **Stadt Zug**

Entlang des ganzen Seeufers der Stadt Zug wurde die Badewasserqualität unmittelbar nach dem Regenereignis mehr oder weniger verschlechtert. Nur bei der Seelikon war immer die beste Badewasserqualität A vorhanden. Bemerkenswert sind die schlechten Badewasserqualitäten im Mündungsbereich der Lorze und des offen durch den Spielplatz fliessenden Siehbaches. Hier wurde die schlechteste Badewasserqualität D (Beanstandung, Herausgabe einer Warnung) festgestellt. Die zeitliche Auswirkung war allerdings gering, d.h. nach einem Tag waren mit Ausnahme des Hafensareals (Mündung Siebachkanal) und der Lorzenmündung wieder beste Badewasserqualitäten vorhanden. Bei der Lorzenmündung war selbst am dritten Tag noch die Badewasserqualität C vorhanden. Die Abwasserfracht der Lorze während Regenereignissen scheint demnach beachtlich zu sein. Sie sollte reduziert werden können. Hier wie auch im Hafensareal sollte demnach selbst Tage nach einem heftigen Regen nicht gebadet werden. Zudem sollte durch die Stadt Zug abgeklärt werden, wieso trotz getroffenen baulichen Massnahmen immer noch Abwasser in den durch den Spielplatz fliessenden Siebach gelangen kann.

### **Generelle Schlussfolgerung**

Zusammenfassend ergibt sich, dass neben einer Verminderung der Anzahl der Entlastungen und der Entlastungsmengen auch Vorkehrungen zu treffen sind, die den Schlammanteil (GUS) reduzieren, dies vor allem in der Küssnacher Bucht. Im Zugersee gilt es generell, im nördlichen Teil (Buonas bis und mit Stadt Zug) die Entlastungsmengen zu vermindern. Dies deshalb, weil im nördlichen Teil des Zugersees viele sensible Flachwasserzonen vorhanden sind. Der südliche Teil des Zugersees weist demgegenüber deutlich steilere Ufer auf, so dass das eingeleitete Abwasser zumindest oberflächlich sich nicht weiträumig auswirken kann.

## **3.3 Teil 2: Fliessgewässer**

### **3.3.1 Problemstellung**

Im Rahmen des Zustandsberichts Gewässer Teil 2 „Fliessgewässer“ wurde geprüft, inwieweit die Fliessgewässer, in welche Abwasser aus dem GVRZ-Kanalnetz während Regenereignissen entlastet wird, beeinträchtigt werden. Da während Regenereignissen nicht nur aus dem GVRZ-Netz Entlastungen stattfinden, sondern auch aus dem kommunalen Leitungsnetzen, kann vielfach nicht auf eine einzige Belastungsquelle geschlossen werden. Bei der Suche nach allfälligen Massnahmen muss demnach eine Zusammenarbeit zwischen den Gemeinden und dem GVRZ stattfinden.

### **3.3.2 Vorgehen**

Von den Entlastungsbauwerken des GVRZ, die theoretisch Entlastungen in ein Fliessgewässer haben können, wurden für den Zustandsbericht Gewässer Teil 2 „Fliessgewässer“ vom GVRZ in Absprache mit dem Amt für Umweltschutz des Kantons Zug diejenigen ausgewählt, die für die betroffenen Fliessgewässer eine gewisse Bedeutung haben könnten. Anschliessend wurde für jedes Entlastungsbauwerk das nähere Gewässerumfeld aufgrund von vorhandenen Dokumenten wie dem GEP und weiteren fliessgewässerspezifischen Erhebungen charakterisiert. Wenn vorhanden werden Angaben zur Ökomorphologie, zur Hydraulik und Flussmorphologie zum äusseren Aspekt, zu Flora und Fauna und zur chemischen und biologischen Wasserqualität aufgeführt. Darauf abgestützt und abgeleitet wurden allfällige Beeinträchtigungen im Fazit formuliert.

### **3.3.3 Resultate**

In den nachfolgenden Abschnitten werden nur die Entlastungsbauwerke des GVRZ behandelt. Zudem wird die Entwicklung des chemischen und biologischen Zustandes der Unteren Lorze seit 1958 gezeigt.

#### **RÜ Tramweg, Oberarth (Rigüa)**

Das sich in Oberarth befindende Entlastungsbauwerk des GVRZ hat gemäss den zur Verfügung stehenden Informationen keine offensichtlichen längerfristig negativen Auswirkungen auf die Rigüa. Aus den vorhandenen Untersuchungen sind aber kurzfristige Beeinträchtigungen, wie sie während und nach Starkregenereignissen infolge Entlastungen zustande kommen können, ersichtlich. Dafür dürfte der GVRZ mit dem RÜ Tramweg und die zahlreichen kommunalen Entlastungsanlagen zusammen verantwortlich sein.

**RÜ Zwijeren, Zwijeren (Sijentalbach)**

Das sich in Zwijeren befindende Entlastungsbauwerk RÜ Zwijeren des GVRZ hat gemäss den zur Verfügung stehenden Informationen offensichtliche negative Auswirkungen auf den Sijentalbach. Die Entlastungen aus dem GVRZ-Kanalnetz sind aber mit Sicherheit nicht allein für diesen schlechten Zustand des Sijentalbaches verantwortlich. Es besteht somit aus gewässerspezifischer Sicht ein grosser Handlungsbedarf. Massnahmen sind aber generell zu suchen, so z.B. in der ökomorphologischen Aufwertung des Lebensraumes (v.a. Sohlenbeschaffenheit), im Vorbehandeln der Strassenabwässer mittels Retentionsfilterbecken wie auch im Schaffen grösserer Speichervolumen, damit weniger häufig und in geringerer Menge Entlastungen aus dem kommunalen Kanalisationsnetz und dem GVRZ-Kanalnetz stattfinden. Trotz allfällig getroffener Massnahmen wird aber der Sijentalbach insbesondere während Starkregenereignissen wahrscheinlich ein von der Siedlungsentwässerung stark genutztes Gewässer bleiben. Das Missverhältnis zwischen der Menge Bachwasser und der Menge Abwasser ist drastisch. Sein chemischer und biologischer Zustand wird somit immer verhältnismässig schlecht sein. (Anmerkung: Die beim Stollen Rotkreuz in Zwijeren empfohlenen Massnahmen wurden im Jahre 2006 bereits umgesetzt.)

**RÜB Risch (Risch, Bach bei Risch)**

Das sich in Risch befindende Entlastungsbauwerk RÜB Risch des GVRZ hat gemäss den zur Verfügung stehenden Informationen keine offensichtlichen negativen Auswirkungen auf den Bach bei Risch. Aus den vorhandenen Untersuchungen sind kurzfristige Beeinträchtigungen, wie sie während und nach Starkregenereignissen infolge Entlastungen zustande kommen können, nicht ersichtlich.

**RÜB Sennweid und RÜB Hinterberg (Steinhausen, Dorfbach und Ochsenbach)**

Der Dorfbach Steinhausen ist aufgrund von chemischen wie auch biologischen Erhebungen belastet. Zudem ist die Ökomorphologie erkennbar beeinträchtigt. Diese stoffliche Belastung und Lebensraumbeeinträchtigung ist aber bereits oberhalb des Entlastungsbauwerkes des GVRZ vorhanden. Offenbar sind vorwiegend Abschwemmungen von Wiesen und Weiden wie auch Entlastungen und Einleitungen aus dem kommunalen Kanalisationsnetz für diesen schlechten Zustand des Ochsenbaches verantwortlich. Damit konnte kein offensichtlicher Zusammenhang mit dem Entlastungsbauwerk RÜB Sennweid des GVRZ erkannt werden. Aus den vorhandenen Untersuchungen sind kurzfristige Beeinträchtigungen, wie sie während und nach Starkregenereignissen infolge Entlastungen zustande kommen können, nicht ersichtlich.

Beachtlich dürfte allerdings, über Jahre hinweg gedacht, der Eintrag an organischen Trübstoffen in den Ochsenbach und in die Flachwasserzone Choller im Zugersee sein. Da ein Grossteil dieser Trübstoffe im Ochsenbach selber und im seichten Mündungsgebiet der Flachwasserzone sedimentieren, dürften sie diese sensiblen Lebensräume nachhaltig belasten. Jegliche Reduktion der Trübstofffracht ist daher aus gewässerökologischer Sicht sehr wünschenswert. Da mit Sicherheit auch aus dem kommunalen Netz Entlastungen und Trübstoffeinträge stattfinden, müssen allfällige Massnahmen sowohl beim GVRZ wie auch bei der Gemeinde Steinhausen getroffen werden.

**Entlastung vor ARA Schönau (Friesencham, Untere Lorze, vor Beginn Oberwasserkanal)**

Das sich unmittelbar oberhalb der ARA Schönau befindende Entlastungsbauwerk des GVRZ hat gemäss den uns zur Verfügung stehenden Informationen wahrscheinlich aus gewässerökologischer Sicht negative Auswirkungen auf die Untere Lorze. So wurde auch im Jahre 2003, also einige Jahre nach Fertigstellung des Endausbaus, in der Restwasserstrecke Hagendorn Hinweise gefunden, die auf eine regelmässige oder doch zumindest oft wiederkehrende Abwasserbelastung schliessen lassen. Vermutlich ergeben sich während Starkniederschlägen und einige Zeit danach starke Trübungen, Geruch nach Abwasser, Schaumbildung und allenfalls auch stark erhöhte, möglicherweise toxisch wirkende Stoffkonzentrationen. Weitere Ursachen könnten die verschiedenen Strassenentwässerungen sein, welche oberhalb der Kläranlage ebenfalls in die untere Lorze eingeleitet werden, und auch Entlastungsmengen der Hochwasserentlastung Cham. Es wäre wünschenswert, wenn die Entlastungen vor der ARA Schönau direkt in den Oberwasser- oder Unterwasserkanal geleitet werden könnten, so dass die Restwasserstrecke nicht mehr mit Abwasser belastet würde.

**Endablauf der ARA Schönau (Hagendorn, Untere Lorze, im Unterwasserkanal)**

Die unmittelbaren lokalen Auswirkungen des seit 1997 in den Unterwasserkanal des Kraftwerkes Hagendorn mündenden Endablaufes der Kläranlage Schönau auf die Flusssohle und die Gewässerorganismen sind aus den vorhandenen Dokumenten und Untersuchungen nicht ersichtlich. Aufgrund des eingebauten Sandfilters fliesst das gereinigte Abwasser bei Normalbetrieb ungetrübt und ohne Verfärbung in den Unterwasserkanal. Hinsichtlich der chemischen Wasserqualität des gereinigten Abwassers im Endablauf der Kläranlage werden gemäss GVRZ die Einleitbedingungen erfüllt.

**Langzeitentwicklung der Unteren Lorze**

In den Jahren 1958 bis 1996, also bis zum Endausbau der Kläranlage Schönau, wurde die Untere Lorze immer als stark bis sogar sehr stark belastetes Gewässer bezeichnet. Bemerkungen wie „die Lorze ist mit Abwasser überlastet und gleicht einem Abwasserkanal“ oder „der ganze Flusslauf war mit dem Abwasserbakterium Sphaerotilus natans stark belegt“ stammen jedoch aus der Zeit vor der Inbetriebnahme der Kläranlage Schönau. Nach der Inbetriebnahme der Kläranlage war die Untere Lorze wohl immer noch stark belastet, aber das Vorkommen des Abwasserbakteriums Sphaerotilus natans wurde nicht mehr erwähnt. Stark belastet war die Untere Lorze insbesondere auch, weil das gereinigte Abwasser immer hohe Ammoniumkonzentrationen aufwies. Mit der Fertigstellung des Endausbaus im Jahre 1998 hat sich dann die chemische Wasserqualität der Unteren Lorze deutlich verbessert und dies obwohl heute das gesamte Abwasser der Region Ägerisee, Zugersee und Küssnachtersee in der Kläranlage Schönau aufbereitet und gereinigt der Unteren Lorze übergeben werden. Das eher geringe Mischungsverhältnis zwischen der Menge an gereinigtem Abwasser und dem Lorzeabfluss bei Trockenwetter lässt aber erahnen, dass die Untere Lorze auch trotz grossem Aufwand seitens der Reinigung und Aufbereitung des Abwassers ein für die Siedlungsentwässerung genutzter Fluss bleiben wird. Noch deutlicher dürfte dies während Starkniederschlägen sein, wenn vor der Kläranlage Schönau infolge zu hohen Zuflusses zur Kläranlage in die Untere Lorze Wasser aus dem GVRZ-Kanalnetz entlastet werden muss. Der chemische und biologische Zustand der Unteren Lorze wird aber wesentlich auch durch den Zustand des heute noch nährstoffreichen Zugersees beeinflusst. Die stetige Verbesserung der Wasserqualität des Zugersees wird sich demnach künftig auch in einem noch besseren Zustand der Unteren Lorze zeigen.

### 3.4 Teil 3: Stofffrachten

#### 3.4.1 Problemstellung

Der Frachteintrag aus der Kanalisation in die Gewässer findet über Entlastungsanlagen wie Regenüberläufe oder Regenüberlaufbecken statt. Um den Frachteintrag in die Gewässer abschätzen zu können, sollen die Berechnungen aufgrund von gemessenen Schmutzfrachtkonzentrationen an ausgewählten Überfällen erfolgen.

Für eine effiziente Beprobung ist es notwendig, dass die Abwasser- Probenahmegeräte über Niveaumessgeräte so gesteuert werden, dass bei Eintreten eines Entlastungsereignisses vom entlasteten Abwasser automatisch mengenproportionale Proben gezogen werden. Da die Daten auch für die Verifikation des Simulationsmodells herangezogen werden, ist es zweckmässig, während der Beprobungsphase auch gleich die Niederschläge über einen Regenschirm (mit Auflösung im Minutenbereich) zu erfassen.

#### 3.4.2 Messkonzept und Messparameter

Da die Ermittlung der Schmutzfrachtbelastung in den Zugersee im Vordergrund stand, wurden primär die um den Zugersee angeordneten Regenüberlaufbecken in das Beprobungskonzept einbezogen. Neben 7 Regenüberlaufbecken entlasten rund 20 Regenüberläufe direkt oder indirekt in den Zugersee. Beprobte wurden insgesamt 10 Messstellen. Regenüberläufe von Verbandsgemeinden wurden nicht beprobte.

Im Rahmen der Messkampagnen wurden folgende Parameter ermittelt:

- Niederschlagsmenge
- Entlastete Abwassermenge mit gleichzeitiger mengenproportionaler Probenahme
- Chemische Untersuchungen: CSB, DOC, Ammonium, Gesamt-Phosphor, GUS

#### 3.4.3 Gesamtübersicht Konzentrationen und Frachten pro Regenereignis

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Messstellen, die Messperioden und die ermittelten Konzentrationen und Frachten. Bei den ermittelten Konzentrationen handelt es sich um jeweils 2 Messwerte von Einzelereignissen, nicht um Spannweiten. Eine Angabe von Spannweiten der einzelnen Konzentrationen ist praktisch nicht möglich.

#### 3.4.4 Schlussfolgerungen

##### Niederschlag

Bei allen 4 untersuchten Niederschlagsereignissen handelte es sich um ausgesprochene Starkregen, bei welchen denn auch wie erwartet alle beprobten Regenüberlaufbecken (RÜB) und Regenüberläufe (RÜ) entlastet haben.

Datum	Niederschlagsintensität (l/s*ha)	Niederschlagsmenge (mm)
20. August 2002	170	21.6
31. August 2002	120	58
1. Juli 2003	175	18.4
17. Juli 2003	260	40

Zum Vergleich: Ein mittlerer Gewitterregen erreicht in der Regel eine maximale Intensität von 100 bis 120 l/s\*ha während 8 Minuten. Ein RÜB oder ein RÜ benötigt im Mittel ca. 100 l/s\*ha während mindestens 10 Minuten, damit entlastet wird.

## 1. Etappe

Ort	Datum	Konzentrationen					Frachten											
		CSB mg/l	DOC mg C/l	Ges. P mg P/l	Ammon. mg N/l	GUS mg TS/l	Abw. Menge		CSB		DOC		Ges. P		Ammon.		GUS	
							m3	m3	kg	kg	kg C	kg C	kg P	kg P	kg N	kg N	kg TS	kg TS
RÜB Brüözigen, Arth	20.8.2002	381	83	0.32	0.31	47	609		232		51		0.19		0.2		29	
	31.8.2002	420	71	0.90	2.1	122		1'290	542		92		1.2		2.7		157	
RÜB Immensee	20.8.2002	175	10.4	1.4	2.3	162	770		135		8		1.08		1.8		125	
	31.8.2002	59	3.2	0.39	0.13	50		2'561	151		8		1.0		0.3		128	
RÜB Küssnacht	20.8.2002	268	18.7	2.4	0.46	324	6'200		1'662		116		14.9		2.9		2009	
	31.8.2002	147	4.2	1.1	0.55	365		26'900	3'954		113		29.6		14.8		9819	
RÜ Zwijeren, Risch	20.8.2002	81	7.3	0.60	0.68	93	1'751		142		13		1.05		1.2		163	
	31.8.2002	80	4.0	0.48	0.21	205		2'870	230		11		1.4		0.6		588	
S u m m e	20.8.2002						9'330		2'170		187		17.20		6.0		2325	
	31.8.2002							33'621	4'877		224		33.1		18.4		10'692	

## 2. Etappe

Bemerkung: Messresultate vom 24.7.03 weggelassen, da unvollständig

Ort	Datum	Konzentrationen					Frachten											
		CSB mg/l	DOC mg C/l	Ges. P mg P/l	Ammon. mg N/l	GUS mg TS/l	Abw. Menge		CSB		DOC		Ges. P		Ammon.		GUS	
							m3	m3	kg	kg	kg C	kg C	kg P	kg P	kg N	kg N	kg TS	kg TS
RÜB Schützenmatt, Zug	1.7.2003	154	14.9	0.76	0.73	104	2'555		393		38		1.9		1.87		266	
	17.7.2003	39	6.7	0.37	0.64	38		5'587	218		37		2.1		3.6		212	
RÜB Siehbach, Zug	1.7.2003	267	19.2	1.19	0.64	206	2'290		611		44		2.7		1.47		472	
	17.7.2003	67	11.3	0.45	0.53	65		16'130	1'081		182		7.3		8.5		1048	
RÜB Sennweid, Steinhausen	1.7.2003	253	16.6	0.83	0.03	175	633		160		11		0.5		0.02		111	
	17.7.2003	52	8.0	0.4	0.92	38		2'508	130		20		1.0		2.3		95	
RÜB Hinterberg, Steinhausen	1.7.2003	109	3.8	0.69	0.06	201	628		68		2		0.4		0.04		126	
	17.7.2003	89	13.4	0.31	0.34	75		1'216	108		16		0.4		0.4		91	
RÜ Alpenquai, Zug	1.7.2003	326	8.4	0.51	0.39	179	800		261		7		0.4		0.31		143	
	17.7.2003	144	17.3	1.7	1.7	68		321	46		6		0.5		0.5		22	
RÜ ARA Schönau	1.7.2003	154	9.1	1.29	2.2	147	6510		1'003		59		8.4		14.32		957	
	17.7.2003	163	11.4	1.94	3.2	152		36'872	6'010		420		71.5		118.0		5605	
S u m m e	1.7.2003						13'416		2'497		161		14		18		2'075	
	17.7.2003							62'634	7'594		682		83		133		7'074	

### Entlastete Abwassermengen und Frachten

Nicht immer sind die entlasteten Abwassermengen mit Bezug auf Niederschlagsmenge und Intensität plausibel. Obschon der Regenmesser in der Nähe der überwachten Objekte installiert war, hat die Distanz zum weitest entfernten Becken doch einige Kilometer betragen. Dadurch ergab sich zumindest ein zeitlicher Verzug der Entlastungen aus den Regenüberlaufbecken (RÜB) und Regenüberläufen (RÜ). Wahrscheinlich hat die Gewitterwolke auch nicht über dem gesamten Messgebiet gleichermassen abgeregnet. Die meisten Diagramme zeigen jedoch eine schöne Übereinstimmung zwischen Regenintensität und entlasteter Abwassermenge.

Bei den Frachten ergibt sich ein augenscheinlicher Bezug zwischen Niederschlagsmenge und Schmutzfrachten, was eigentlich auch zu erwarten ist. Ebenso bei den Schmutzkonzentrationen gibt es einen Bezug mit der Regenspende. Je mehr Regen, umso tiefer die Schmutzkonzentrationen infolge der grösseren Verdünnung. Eine Zusammenstellung aller gemessenen Konzentrationen und Frachten zeigt die nachfolgend aufgeführte Tabelle. Grenzwerte für zulässige Konzentrationen und Frachten bei Entlastungen existieren heute keine. Diese sind netz- und witterungsabhängig. Entlastungsanlagen sollten deshalb wiederholt begutachtet werden. Einen Begriff, wie viel Abwasser und Schmutzfracht relativ bei Starkregen aus den Verbandsanlagen entlastet wird, zeigt sich erst mit Bezug auf den Abwasseranfall in der ARA Schönau.

### Entlastete Schmutzfrachten mit Bezug auf die Belastung der ARA Schönau (Messwerte von zwei Einzelereignissen):

(Nur aus den Verbandsanlagen)

Parameter	ARA Schönau Trockenwetter (2003)	Entlastete Frachten	Entlastet (in % des ARA TWA)
Abwasseranfall m <sup>3</sup> /d	45'000	24'000 bis ca. 95'000	53% bis 210%
CSB kg/d	22'000	4'700 bis ca. 13'000	21% bis 59%
Ges-Phosphor kg P/d	280	30 bis ca. 116	11% bis 41%
Ammonium kg N/d	800	24 bis ca. 150	3% bis 19%
<b>GUS kg TR/d</b>	<b>5'000</b>	<b>4'400 bis ca.18'000</b>	<b>88% bis 360%</b>

Unter den entlasteten Schmutzfrachten dominieren eindeutig die GUS-Frachten (ungelöste Stoffe). Schon bei einem kleineren Starkregen gehen allein aus den gemessenen Verbandsanlagen ebenso viele Feststoffe direkt in den Vorfluter, wie normalerweise bei Trockenwetter der ARA Schönau an einem Tag zufließen. Bei einem grossen Starkregen können die GUS bis zum Vierfachen eines normalen Trockenwetteranfalls betragen. Bei diesen GUS handelt es sich um Ablagerungen in den Kanälen, welche bei Hochwasser fortgespült wurden. Da nur GUS, das heisst die gesamten ungelösten Stoffe im Überlauf untersucht wurden, ist es zurzeit nicht klar, ob es sich bei diesen GUS um grössere Mengen Grobstoffe oder nur um schlecht abscheidbare Feinstoffe handelt. Parallel mit den GUS sind auch die CSB-Frachten hoch, da diese bei der CSB-Bestimmung miterfasst werden (die Proben wurden homogenisiert).

Die wichtigsten Entlastungsstellen mit hohen GUS-Frachten sind in im Ortsteil Küsnacht sowie der ARA Schönau zu finden. Letztere mit der Regenwasserentlastung vor der Rechenanlage im Zulauf der ARA.

**Ganmlinie der Schmutzkonzentration während einer Entlastung**

Schon aus Untersuchungen in den frühen 60er Jahren vorigen Jahrhunderts, durch Prof. Arnold Hörler an der EAWAG, ist bekannt, dass unmittelbar bei Beginn eines Entlastungsereignisses die Schmutzstoffkonzentration sehr hoch ist und danach rasch abklingt. Anlässlich dieser Untersuchung wurde dies am RÜ Zwijeren nachgeprüft. An diesem Regenüberlauf entlastet die Gemeinde Rotkreuz. Aus der Untersuchung geht hervor, dass im Regenüberlauf Zwijeren im Vergleich zu den andern neun Messstellen eine verhältnismässig kleine Abwassermenge entlastet wird. Speziell bezüglich den GUS zählt der RÜ Zwijeren dagegen zu den grossen Schmutzstoffquellen. Dies ist nicht verwunderlich, da hier das entlastete Abwasser nicht in einem Regenklärbecken abgesetzt wird.

**Konzentrationen mittels Modell Samba**

Die verschiedenen Parameter (CSB, Nges, etc.) fliessen als Eingangsgrössen an der Quelle (Einwohner) in die Berechnung ein. Das Programm errechnet dann die Konzentrationen an den Entlastungsanlagen, wobei ein Schmutzstoss sowie Absetzwirkungen gerechnet werden können.

<b><u>Eingangsgrössen Samba:</u></b>	<i>Schmutzwasser</i>	<i>Regenwasser</i>
CSB	530 mg/l	120 mg/l
Suspendierte Stoffe	200 mg/l	150 mg/l
Stickstoff gesamt	30 mg/l	10 mg/l
Phosphor gesamt	10 mg/l	2.5 mg/l

Im Vergleich dazu haben sich aus den vorgenommenen Messungen folgende Mittelwerte ergeben:

**Konzentrationen aus Messung an Entlastungsanlagen:**

CSB	166.40 mg/l	} Mittelwerte aus allen Messungen!
Suspendierte Stoffe	140.80 mg/l	
Stickstoff	0.91 mg/l	
Phosphor gesamt	0.90 mg/l	
DOC	17.10 mg/l	

Bezüglich CSB und Suspendierter Stoffe zeigt sich gute Übereinstimmung. Beim Stickstoff liegen die Ergebnisse um den Faktor 10 auseinander. Zu beachten ist, dass die Mittelwerte der Messungen aus mehreren Einzelmessungen gebildet worden sind. Diese Einzelwerte zeigen teilweise grosse Abweichungen.

**Ermittlung von Jahresfrachten**

Jahresfrachten wurden im Rahmen der Langzeitsimulation berechnet. Zu den Resultaten siehe Bericht Nr. 10 Entwässerungskonzept, Teil 1 „Langzeitsimulation“.

## 4. Zustandsbericht Fremdwasser

### 4.1 Datengrundlage

Die Bestimmung des Fremdwasseranfalls in den kommunalen Kanalnetzen ergab sich aus der Sichtung der GEP-Zustandsberichte Fremdwasser der einzelnen Verbandsgemeinden und aufgrund von Nachfragen resp. Meldungen über ausgeführte Fremdwassereliminierungen. Die GEP-Zustandsberichte Fremdwasser liegen von 13 Verbandsgemeinden vor. Der Zustandsbericht der Gemeinde Arth war bis zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichts nicht verfügbar. Der Fremdwasseranfall der Gemeinde Arth wurde beim GEP-Ingenieur abgeklärt.

### 4.2 Übersicht über die verwendeten Methoden zur Fremdwasserermittlung

Die Fremdwassermengen wurden in den einzelnen Gemeinden nach zwei Methoden wie folgt ermittelt:

#### Vergleich von gemessenem und berechnetem Schmutzwasseranfall

- Messung der effektiven Schmutzwassermenge bei Nacht (Nachtminimum)
- Berechnung der theoretischen Schmutzwassermenge bei Nacht mittels Bestimmung der angeschlossenen Einwohner und Annahme des spezifischen Trinkwasserverbrauchs, unter Geltendmachung von Abzügen (Netzverluste, etc.)
- Ev. Berechnung der theoretischen Schmutzwassermenge bei Nacht mittels Bestimmung der angeschlossenen Einwohner und Annahme des spezifischen Abwasseranfalls
- Differenz von Messung und Berechnung = Ermittelte Fremdwassermenge

#### Schätzung der Fremdwassermenge

- Fremdwassermenge = geschätzte abfließende Abwassermenge bei Nacht

Weitere Methoden, wie z.Bsp. die chemischen Methode (Labormethode) wurden nicht verwendet.

### 4.3 Datenauswertung und aktuelle Resultate

Zur detaillierten Auswertung der vorhandenen Fremdwasserberichte der Verbandsgemeinden und des aktuellen Fremdwasseranfalls siehe in Beilage 1 des Hauptberichtes Nr. 4, „Zustandsbericht Fremdwasser“. Erfasst wurden u.a. folgende Aspekte:

- GEP-Datum
- Aktueller Fremdwasseranfall
- Art der Fremdwasserermittlung
- Vollständigkeit der Datenerhebung / Existenz einer Fremdwasserbilanz

**Die Auswertung der Zustandsberichte Fremdwasser der Verbandsgemeinden liefert folgende Resultate:**

1. Verfügbar sind die Zustandsberichte Fremdwasser von 13 Verbandsgemeinden. Der Zustandsbericht der Gemeinde Arth lag nicht zur Einsicht vor.
2. Die vorhandenen Fremdwasserberichte wurden zwischen 1994 und 2002 erarbeitet, d.h. es besteht keine einheitliche Datenbasis.
3. Bei den vorhandenen Fremdwasserberichten fehlt mit einer Ausnahme (Meierskappel) eine Fremdwasserbilanz (als Verifikation und Vollständigkeitsprüfung).
4. Mindestens in vier Gemeinden (Menzingen, Steinhausen, Unterägeri, Walchwil) wurden nicht alle Zuflüsse zu Verbandsanlagen erfasst.

5. Bei drei Gemeinden (Hünenberg, Oberägeri, Steinhausen) fehlt eine Gesamtzusammenstellung über den Fremdwasseranfall.
6. Die Fremdwassermengen wurden wie folgt ermittelt:
  - ❖ Schätzung des Fremdwassers: Oberägeri und Arth
  - ❖ Fremdwassermenge als Differenz von gemessenem und berechnetem Schmutzwasseranfall bei Nacht: Baar, Steinhausen, Risch, Unterägeri, Zug und Meierskappel
  - ❖ Messung Abwassermenge bei Nacht mit unklarer weiterer Vergleichsgrundlage: Cham, Hünenberg, Menzingen, Walchwil, Küssnacht und Greppen
7. Eine Fremdwassermenge wurde offensichtlich falsch ermittelt (Menzingen: Fremdwassermessung, währenddem eine Pumpstation förderte)
8. Die Verwendbarkeit der Daten für einen verursachergerechten Kostenverteiler ist in Kap. 4.4 beurteilt.

Da die Ermittlung des berechneten Schmutzwasseranfalls auf verschiedenen Annahmen (u.a. des Trinkwasserverbrauchs, der Geltendmachung von Netzverlusten und Abzügen oder des spezifischen Schmutzwasseranfalls) beruht, ist davon auszugehen, dass eine Ermittlung von Fremdwasser durch Bildung der Differenz von Messung und Berechnung des Schmutzwasseranfalls bei Nacht zu Resultaten führt, deren Genauigkeit nicht oder nur schwierig abgeschätzt werden kann.

In der Regel wurde im Rahmen der GEP-Konzeptbearbeitung empfohlen, eruierte Fremdwasserquellen zu eliminieren. Es kann davon ausgegangen werden, dass dies zwischenzeitlich mindestens teilweise erfolgt ist.

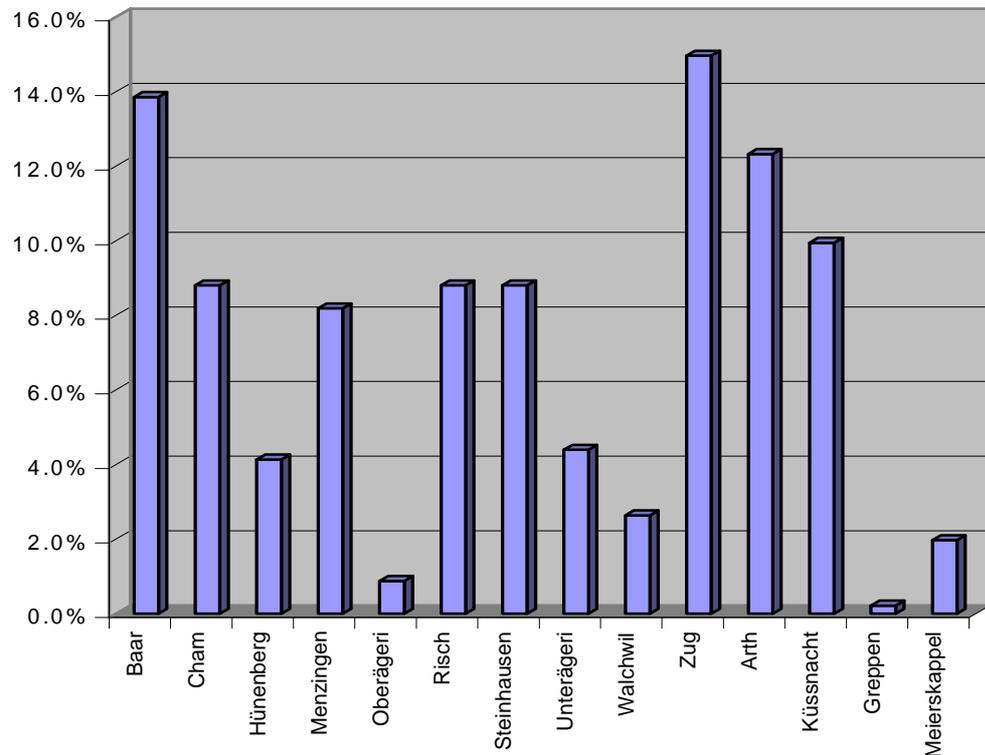
**Insgesamt konnte ein aktueller Fremdwasseranfall (Stand Ende 2003) von knapp 114 l/s ermittelt werden. Dieser Fremdwasseranfall verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Verbandsgemeinden:**

• Baar:	15.74 l/s	13.9%	
• Cham:	10.00 l/s	8.8%	
• Hünenberg:	4.70 l/s	4.1%	
• Menzingen:	9.30 l/s	8.2%	
• Oberägeri:	1.00 l/s	0.9%	
• Risch:	10.00 l/s	8.8%	
• Steinhausen:	10.00 l/s	8.8%	
• Unterägeri:	5.00 l/s	4.4%	
• Walchwil:	3.00 l/s	2.6%	
• Zug:	17.00 l/s	15.0%	
• Arth:	14.00 l/s	12.3%	
• Küssnacht:	11.30 l/s	10.0%	
• Greppen:	0.25 l/s	0.2%	
• Meierskappel:	2.25 l/s	2.0%	
<b><u>Gesamttotal:</u></b>	<b>113.54 l/s</b>	<b>100.0%</b>	(Stand Ende 2003)

Die Fremdwassermessungen wurden innerhalb der Verbandsgemeinden vorgenommen, d.h. in Verbandsanlagen zufließendes Fremdwasser ist in den Daten nicht enthalten. Seit Vorliegen des GEP getätigte Fremdwassereliminationen wurden, soweit bekannt, berücksichtigt.

Die nachfolgende Graphik gibt eine Übersicht über die aktuellen Fremdwasseranteile der einzelnen Verbandsgemeinden (Stand 2003).

Fremdwasserauswertung aktuell  
(in %, Stand 2003)



#### 4.4 Fremdwasserdaten als Grundlage für verursachergerechten Kostenverteiler

Aufgrund der Datenauswertung ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

1. Fremdwassermessungen sämtlicher Verbandsgemeinden liegen nicht vor.
2. Die Fremdwassermessungen erfassen teilweise nicht das gesamte entwässerte Gemeindegebiet. Eine Bilanzierung fehlt überwiegend bzw. ist aufgrund der vorhandenen Daten und Messpunkte nicht möglich.
3. Die Daten sind unterschiedlicher Aktualität.
4. Die Fremdwassermessungen beruhen auf unterschiedlichen Methoden. Aufgrund der angewandten Fremdwasser-Bestimmungsmethoden kann die Genauigkeit der Resultate nicht beurteilt werden.

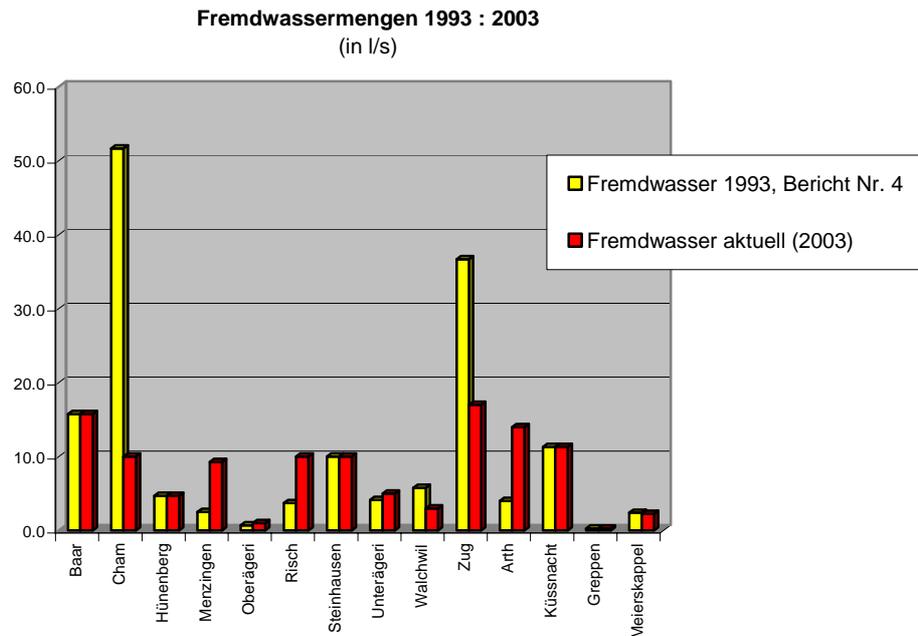
Zusammenfassend ergibt sich, dass eine von den Verbandsanlagen getrennte, vollständige Fremdwasserbestimmung an den Anschlusspunkten und pro Gemeinde aus den vorhandenen Daten und infolge der zahlreichen grenzüberschreitenden Anschlüsse in der Agglomeration Zug-Baar-Steinhausen nicht möglich ist. Die vorhandenen Daten eignen sich demzufolge nicht als Basis für einen zuverlässigen verursachergerechten Kostenverteiler. Diesbezügliche Abklärungen des GVRZ werden damit bestätigt.

Die Erstellung eines verursachergerechten Kostenverteilers aufgrund der anfallenden Fremdwassermenge wäre wie folgt realisierbar:

- Verwendung einer einheitlichen Bestimmungsmethode
- Zeitgleiche Messung an sämtlichen Messstellen
- Pro Verbandsgemeinde Erfassung sämtlicher Zuflüsse zu den Verbandsanlagen
- Verwendung von Berechnungsgrundlagen identischer Aktualität

### 4.5 Entwicklung Fremdwasserelimination

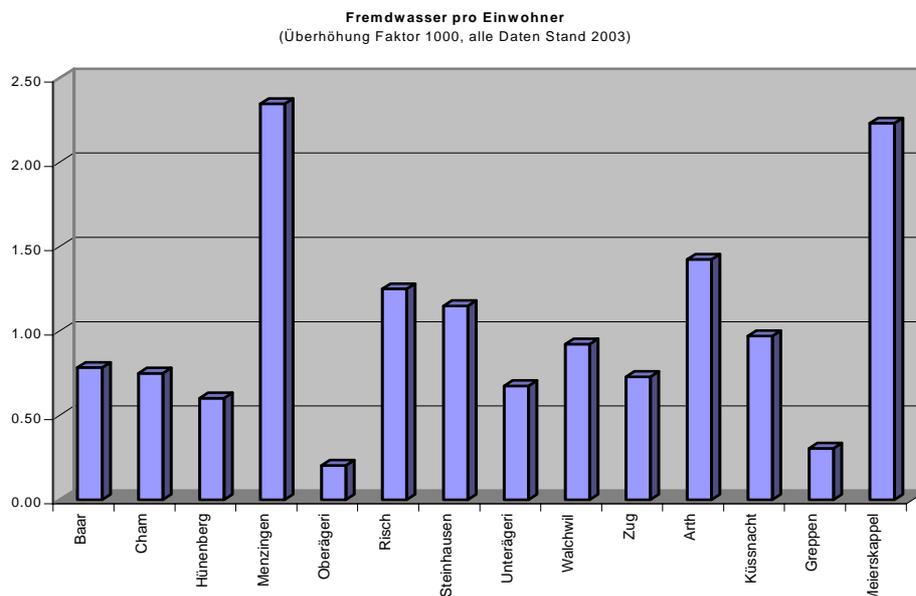
Der Vergleich des aktuellen Standes mit Untersuchungen aus dem Jahre 1993 zeigt, dass die Fremdwassermenge von 153.6 l/s auf 113.5 l/s reduziert werden konnte. Es ist allerdings zu beachten, dass in den Daten 1993 in Verbandsanlagen zufließendes Fremdwasser und auch Industrie- und Gewerbeabwasser enthalten ist, wenn bei Nacht solches Abwasser anfiel. In den Daten 2003 hingegen nicht. Ein Vergleich der ermittelten Fremdwassermengen pro Gemeinde ist nachfolgend graphisch dargestellt. Es ist ersichtlich, dass sich in den Gemeinden Menzingen, Risch und Arth spürbare Zunahmen ergeben haben.



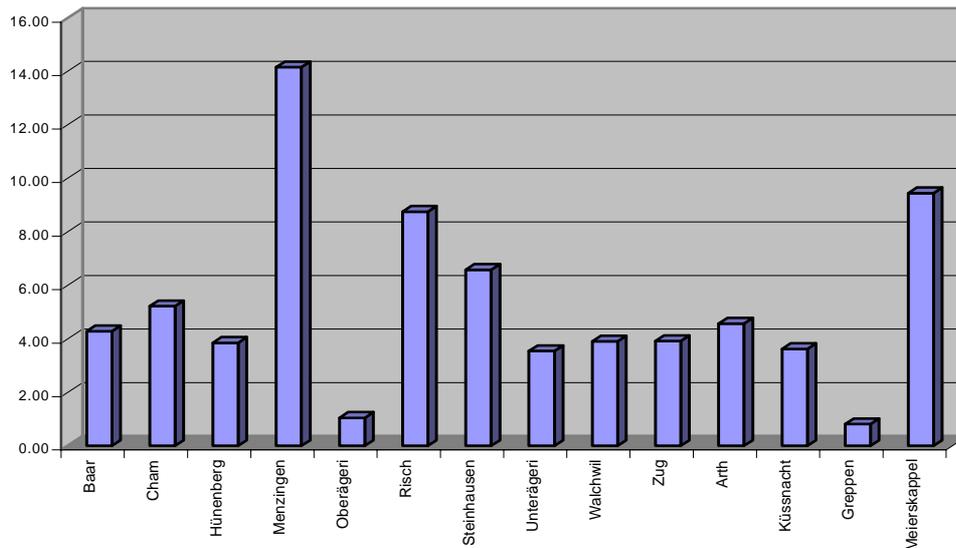
Die Messungen wurden mit unterschiedlichen Verfahren durchgeführt. Dies wirkt sich ebenfalls auf die Genauigkeit der Resultate aus.

### 4.6 Spezifischer Fremdwasseranfall Verbandsgemeinden

Die nachfolgenden Graphiken geben einen Überblick über den spezifischen Fremdwasseranfall. Dargestellt ist die Fremdwassermenge pro Einwohner resp. die Fremdwassermenge pro Hektare Bauzone (Fremdwassermenge, Bauzonenfläche und Einwohnerzahl Stand 2003).



Fremdwasser pro Bauzonenfläche  
(Überhöhung Faktor 100, alle Daten Stand 2003)



Es ist erkennbar, dass der spezifische Fremdwasseranfall in Menzingen und Meierskappel vergleichsweise hoch ist.

## 4.7 Fremdwasserquellen innerhalb von Verbandsanlagen

### 4.7.1 Auswertung Kanalfernsehaufnahmen

Das Kanalnetz des GVRZ wurde im Zusammenhang mit der Auswertung der Zustandsaufnahmen auf Undichtigkeiten, eindringendes Grundwasser und Fehlanschlüsse geprüft. Total wurden 36 Fremdwassereintrittsstellen eruiert und dokumentiert.

Die Mehrzahl der Fremdwassereintrittsstellen in das Verbandskanalnetz befindet sich in den Gemeinden Walchwil, Zug und Arth / Küssnacht. Die Fremdwassereintrittsstellen sind auf den Schadenplänen und dem beiliegenden Übersichtsplan dargestellt. Die Eintrittsmengen können mengenmässig nicht quantifiziert werden. In Anbetracht des insgesamt hohen Fremdwasseranfalls auf der Kläranlage Schönau sollten die eruierten Fremdwassereintrittsstellen baldmöglichst saniert werden.

### 4.7.2 Infiltration von Grundwasser / Seewasser

Aufgrund der hohen Fremdwassermengen im Verbandskanalnetz kann vermutet werden, dass undichte Kanäle, die unterhalb des Grundwasserspiegels oder unter dem mittleren Seespiegel liegen, infiltriert werden. Der Vergleich der Grundwasserkarte des Kantons Zug mit den Kanalnetzhöhen führt zu folgenden Schlussfolgerungen:

- Da der Verbandskanal im seenahen Gebiet der Stadt Zug erheblich unter dem mittleren Seespiegel und dem Grundwasserspiegel liegt, ist anzunehmen, dass eine erhebliche Menge Fremdwasser in den Verbandskanal infiltriert wird. Gemäss Kanalfernsehaufnahmen konnten in der Stadt Zug 11 Schäden mit Fremdwassereintritt eruiert werden.
- Die Fremdwassereintrittsstellen auf dem Gebiet der Gemeinde Arth liegen ebenfalls erheblich unter dem mittleren Seespiegel des Zugersees. In Arth wurden 4 Fremdwassereintrittsstellen gefunden.
- In Walchwil befinden sich die Schadenstellen erheblich über dem Seespiegel. Eine Infiltration von Seewasser dürfte ausgeschlossen sein.

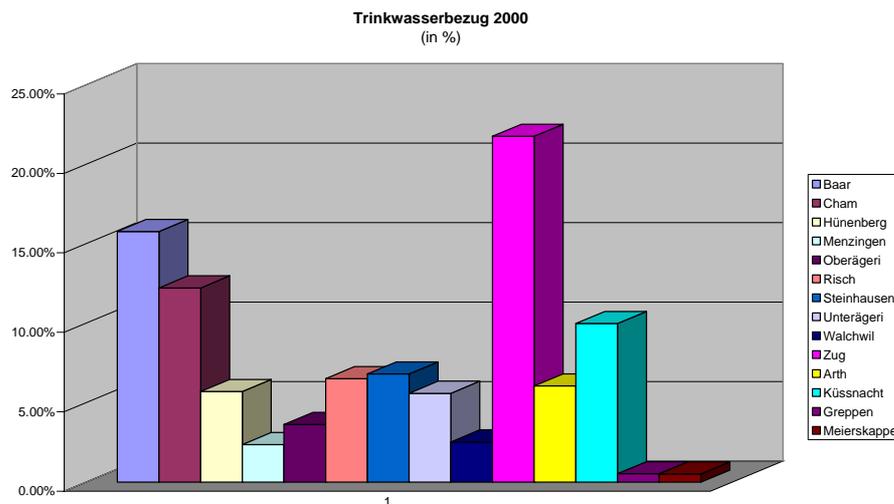
Zur Elimination dieser Fremdwasserquellen ist ein möglichst dichtes Kanalnetz anzustreben.

## 4.8 Messungen Aussenstandorte

### 4.8.1 Grundlagedaten

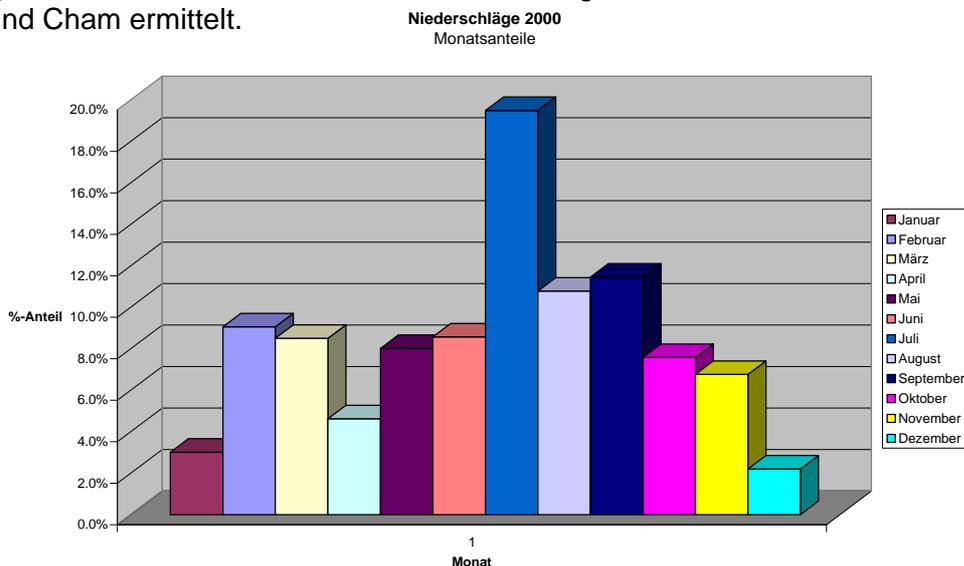
Im Jahre 2000 wurden bei verschiedenen Aussenstandorten (Messstellen im Verbandsnetz in der Nähe der Gemeindegrenzen) Intervallmessungen vorgenommen. Einzelne Messungen wurden auch anfangs 2001 vorgenommen. Für die Datenauswertung wurden Wasserbezugs-mengen und Niederschlagsdaten bereitgestellt.

Zum Trinkwasserbezug des Jahres 2000 siehe die folgende Grafik (Anteile der einzelnen Verbandsgemeinden am Gesamtbezug) bzw. in der Beilage 3 des Hauptberichts. Insgesamt wurde bei den Verbandsgemeinden rund 10'342'000 m<sup>3</sup> Trinkwasser bezogen.



Zusätzlich zum Wasserbezug bei den Verbandsgemeinden wird von einzelnen Firmen weiteres Wasser in die öffentliche Kanalisation abgeleitet. Es handelt sich dabei um Wasser, das aus Gewässern bezogen oder um Wasser, das dem Produktionsprozess entzogen wird. Die nicht im Wasserbezug der Verbandsgemeinden enthaltene Menge beträgt rund 839'000 m<sup>3</sup>. Insgesamt ergab sich damit eine Wassermenge von rund 11'181'000 m<sup>3</sup> im Jahr 2000, die (unter Berücksichtigung der Verluste) wieder im öffentlichen Kanalnetz abgeleitet wurde.

Aus dem Niederschlagsbulletin 2000 wurden die Trockenwetterperioden der sich im Einzugsgebiet befindenden Messstationen Sattel-Aegeri, Küssnacht, Lorzentobel, Zugerberg, Zug und Cham ermittelt.



Eine Zusammenstellung der Monatswerte findet sich in Beilage 4 des Hauptberichts.

Es ist erkennbar, dass in den Monaten Januar und Dezember 2000 die geringsten Niederschläge angefallen sind. Ein Vergleich mit den Betriebsrapporten zeigt, dass in den zwei genannten Monaten die Zuflussmengen zur ARA Schönau ebenfalls am niedrigsten ausgefallen sind. Die Auswertung ergibt für die zwei genannten Monate folgende Zuflussmengen in Zeitperioden ohne Niederschlag im Einzugsgebiet:

- Durchschnittliche Zuflusswassermenge 25. – 28. Januar 2000: 40'677 m<sup>3</sup>/Tag
- Durchschnittliche Zuflusswassermenge 17. – 23. Dezember 2000: 39'436 m<sup>3</sup>/Tag

Die Auswertung der Betriebsrapporte zeigt weiter, dass bei Trockenwetterperioden während den Sommermonaten generell höhere Zuflussmengen zur ARA eintreten. Gründe dafür können ein allgemein hoher Grundwasserspiegel im Sommer, hohe Seespiegel, erhöhter Abfluss von Drainagen, etc. sein.

Aus den Betriebsrapporten wurde am 8. Dezember 2000 (Freitag) ein minimaler Nachtzufluss zur ARA von 175 l/s ermittelt. Der nächtliche Schmutzwasseranfall beträgt gemäss grober Abschätzung rund 35 l/s (ermittelt nach Methode Trüb: Einwohnerzahl: 115'302, Trinkwasserverbrauch: 221 l/Ed, Minimumwert Trinkwasserverbrauch: 0.5%). Daraus ergibt sich ein Fremdwasserzufluss von rund 140 l/s. Unter Berücksichtigung, dass der Minimumwert des Trinkwasserverbrauchs eine Schätzung ist, werden die bisher ermittelten Fremdwasserwerte bestätigt.

#### 4.8.2 Intervallmessungen Aussenstandorte

Bei 13 Aussenstandorten wurden Abwassermengenmessungen vorgenommen: Die überwiegende Anzahl der Messungen stammt aus dem Jahre 2000, wenige Messungen aus dem Jahre 2001. Die Messungen erfolgten gruppenweise und zeitlich gestaffelt. Registriert wurde in der Regel jede Minute oder alle 15 Minuten die Durchflussmenge (Momentanwert).

Die Messzeitpunkte wurden wenn möglich so gewählt, dass Zufluss und Abfluss aus einer Verbandsgemeinde in der gleichen Messperiode erfasst werden konnten. Dadurch besteht grundsätzlich die Möglichkeit das aus einer Gemeinde in der Messperiode abfliessende Nachtminimum zu ermitteln. Eine weiterführende Auswertung mit Ermittlung des Fremdwasserabflusses durch Abzug des nächtlichen Schmutzwasseranfalls vom Nachtminimum wird im vorliegenden Fall als nicht sinnvoll erachtet, da sich die Ermittlung des nächtlichen Schmutzwasseranfalls als sehr aufwendig und doch zu ungenau gestaltet (Treffen von Annahmen zum nächtlichen Schmutzwasserabfluss, Erhebung von Industrie und Gewerbe mit nächtlichem Abwasseranfall, Berücksichtigung von Pumpenbetrieb im Abwassernetz, etc.). Hingegen kann aus dem Nachtminimum darauf geschlossen werden, ob die bekannten Fremdwasserangaben in etwa plausibel sind, indem der nächtliche Schmutzwasseranfall grob abgeschätzt wird.

Das Nachtminimum wurde nach folgenden Kriterien ermittelt:

- Kein Regenereignis im Einzugsgebiet über 4 – 5 Tage
- Mittelwert der Messungen zwischen 01.00 Uhr und 05.00 Uhr

Für einen Plausibilitätsvergleich wurde der nächtliche Schmutzwasseranfall grob abgeschätzt (Minimumwert Trinkwasserverbrauch: 0.5%, Einwohnerzahl und Trinkwasserverbrauch aus dem Jahre 2000). Aufgrund der Datenauswertung lassen sich die nachfolgend aufgeführten Rückschlüsse ziehen.

Im Gebiet der Gemeinden Baar, Cham und Zug wurde bewusst nicht gemessen, da nur 5 Messgeräte zur Verfügung standen und diese nicht ausreichten.

Zusammenfassend ergibt sich, dass für 6 Gemeinden die aktuellen Fremdwasserdaten plausibel erscheinen. Bei 5 Gemeinden bestehen erhebliche Differenzen bzw. die Messresultate erscheinen nicht plausibel. Es ist jedoch zu beachten, dass vor allem der Einfluss von Pumpwerken und der nächtliche Zufluss von Industrieabwasser schwierig zu erfassen ist. Zudem sind bei den Messungen an den Aussenstandorten aufgrund der verwendeten Messgeräte erhebliche Messfehler zu erwarten.

#### 4.9 Zusammenfassung und Empfehlung für das weitere Vorgehen

Aufgrund umfangreicher Massnahmen konnte in den vergangenen Jahren der Fremdwasserzufluss zur ARA Schönau wie folgt eingeschränkt werden:

- Stand 1993 (Bericht 4 GVRZ): 153.6 l/s (inkl. FW Verbandsanlagen)
- Stand 1998 (Aktualisierung GVRZ): 125.1 l/s (inkl. FW Verbandsanlagen)
- Stand 2003 (aktuelle Zusammenstellung): 113.5 l/s (nur Resultate der Gemeinden)

Die heute täglich zufließende Fremdwassermenge von knapp 10'000 m<sup>3</sup> entspricht rund 25 % der täglichen Abwassermenge bei Trockenwetter. Durch Elimination der noch vorhandenen Fremdwasserquellen können nicht nur erhebliche Betriebskosten eingespart werden. Es ist auch ersichtlich, dass durch die Fremdwasserelimination eine erhebliche Kapazitätsreserve bereitgestellt werden kann.

Eine von den Verbandsanlagen getrennte, vollständige Fremdwasserbestimmung an den Anschlusspunkten und pro Gemeinde ist aus den vorhandenen Unterlagen der Gemeinde-GEP's mehrheitlich nicht möglich. Die vorhandenen Daten eignen sich demzufolge nicht als Basis für einen zuverlässigen verursachergerechten Kostenverteiler. Die Erstellung eines verursachergerechten Kostenverteilers aufgrund der anfallenden Fremdwassermenge wäre wie folgt realisierbar:

- Verwendung einer einheitlichen Bestimmungsmethode
- Zeitgleiche Messung an sämtlichen Messstellen
- Pro Verbandsgemeinde Erfassung sämtlicher Zuflüsse zu den Verbandsanlagen
- Verwendung von Berechnungsgrundlagen identischer Aktualität

Mit Hilfe der Kanalfernsehaufnahmen konnten die Fremdwasserzutrittsstellen im Kanalnetz des GVRZ einwandfrei identifiziert werden. Eine Quantifizierung des in den Verbandsanlagen anfallenden Fremdwassers ist damit nicht möglich, hingegen können die Schwachstellen erkannt und notwendige Sanierungsmassnahmen eingeleitet werden. Um Grund- und Seewasserzuflüsse zu verhindern, ist ein möglichst dichtes Abwassernetz anzustreben.

Eine zuverlässige Bestimmung der Fremdwassermenge ist mit Hilfe der chemischen Methode an einer beliebigen Stelle im Kanalnetz möglich. Einzige Bedingung ist, dass die Messungen während einer Trockenwetterperiode vorgenommen werden.

Dem GVRZ wird empfohlen, die Fremdwassereintrittsstellen an den Verbandsanlagen baldmöglichst zu beheben. Die Gemeinden sind anzuhalten, der Fremdwasserelimination im kommunalen Netz weiterhin einen hohen Stellenwert zuzuordnen.

## 5. Zustandsbericht Entwässerungsnetz Teil 1: Kanalisation

### 5.1 Einleitung

Im Zusammenhang mit der Erarbeitung des Verbands-GEP wurde das gesamte Leitungsnetz des GVRZ von ca. 72 km Länge bezüglich des Zustandes geprüft.

Vor der eigentlichen Zustandsaufnahme, welche mittels Kanalfernsehen erfolgte, wurden die Kanäle gespült. Insbesondere in flachen Teilstrecken musste im Zusammenhang mit den Spülarbeiten viel Kiesmaterial aus den Leitungen und Kanälen entfernt werden.

Die Kanalfernsehaufnahmen mussten unter Betrieb der Leitungen ausgeführt werden. Soweit dies möglich, bzw. wegen der grossen Wassermengen erforderlich war, erfolgten die Aufnahmen in Zeiten mit geringen Wassermengen, teilweise auch nachts.

Für die Ausführung der Spül- und Kanalfernsehaufnahmen erfolgte die Aufteilung des gesamten Leitungsnetzes in fünf Lose.

- Los 1           Walchwil – Arth – Immensee
- Los 2           Greppen – Küssnacht – Immensee – Risch
- Los 3           Ägerisee – Ägerital
- Los 4           Menzingen – Letzi – Zug, Räbmatt – Zug
- Los 5           Risch – Cham – ARA Schönau, Zug – ARA Schönau

Die ausführenden Unternehmer lieferten für die Auswertung folgende Unterlagen ab:

- Videoband der Fernsehaufnahmen
- Kanalfernsehprotokoll  
Darstellung pro Haltung, mit folgenden Informationen:
  - Rohrmaterial
  - Rohrdurchmesser
  - Haltungslänge
  - Schachtbezeichnungen
  - Schadenbezeichnungen mit Lage der Schäden
  - Fotodokumentation (Schäden)
- Schachtprotokoll  
mit folgenden Informationen
  - Zustand des Schachtes und Abdeckungen
  - Tiefen Ein- und Auslauf ab Deckelkote

### 5.2 Definition Schadenstufen

Mit der Auswertung der Zustandsaufnahmen erfolgte eine Zuordnung der festgestellten Schäden und Mängel in fünf Schadenstufen

Die Skala reicht von Stufe 0, grosser Schaden mit sofortiger Sanierung, bis zur Stufe 4 für Leitungen, welche sich in gutem Zustand befinden.

Sind markante Einzelschäden, beispielsweise starke Wassereintritte, Hindernisse in der Leitung, grosse örtliche Rohrschäden, in Leitungssträngen mit allgemein gutem Zustand festgestellt worden, so werden diese Schäden als Einzelschäden speziell mit ihrer Lage im Plan «Leitungs-Zustand» gekennzeichnet. Die Leitungen selbst können einer besseren Schadenstufe zugeordnet werden.

Den einzelnen Schadenstufen werden den Stufen entsprechende Massnahmen zugeordnet. Die Zeitspanne der Ausführung der Sanierungsarbeiten wird bei den Massnahmen definiert und reicht von sofortiger Ausführung bis langfristige Ausführung.

Bemerkungen: Die Bezeichnung «nu» anstelle einer Stufenzuordnung 0 bis 4 steht für nicht untersuchte Leitungen. Dies sind z. B. Druckleitungen, Entlastungsleitungen nach Regenüberläufen, Bereiche Sandfang für Pumpen usw.

Die Definition der Schadenklassifizierung erfolgt gemäss Vorschlag des VSA.

Tabelle «Schadenklassifizierung – Dringlichkeitsstufen»

Stufe	Beurteilungskriterien	Massnahmen
0	Der Kanal ist undicht, allseits sehr stark gerissen, sehr stark eingedrückt, eingestürzt oder es besteht Einsturzgefahr, Sohle sehr stark ausgefressen.	Der Kanal muss sofort örtlich repariert werden.
1	Der Kanal ist ausgefressen oder stark ausgewaschen, allseits stark gerissen, versetzte, ausgebrochene oder geöffnete Muffen, Kanal verliert Wasser.	Der Kanal muss dringend (innert 1 bis 3 Jahren) erneuert werden. Sofortmassnahmen wie bei Stufe 0 sind zu prüfen.
2	Der Kanal weist Beschädigungen auf, Muffen im Scheitel ausgebrochen, stellenweise Löcher im Scheitel, Risse, welche teilweise verkalkt sind, Sohle leicht ausgefressen oder stark ausgewaschen. Diverse Quer-, Scheitel- und Längsrisse.	Der Kanal muss innert 3 bis 10 Jahren ersetzt oder saniert werden.
3	Der Kanal befindet sich in ungenügendem Zustand. Sohle leicht ausgewaschen, diverse leichte Verkalkungen im Scheitel und in der Wandung.	Bei allfälligen wesentlichen Werkleibungsbauten, Strassenum- oder Neubauten muss der Kanal gleichzeitig ersetzt oder saniert werden. Diese Massnahmen können längerfristig geplant werden (10 bis 20 Jahre).
4	Der Kanal befindet sich in gutem Zustand.	Keine.

### 5.3 Dringlichkeiten für den Kanalunterhalt

In der Beurteilung der Schadenbilder wird unterschieden zwischen kurzfristig, mittelfristig und langfristig zu planenden Sanierungen.

Zu den kurzfristig auszuführenden Arbeiten gehören im besonderen die Sofortmassnahmen, welche gemäss der Tabelle «Schadenklassifizierung – Dringlichkeitsstufen» der Stufe 0 zugeordnet werden mussten, so z.B. starke Fremdwassereintritte und stark beschädigte Rohrleitungen mit Einsturzgefahr.

Sanierungen von Rissen, abgeplatzten Rohrwandteilen, defekten Fugen usw. werden den mittelfristigen Sanierungen zugeordnet.

Im Falle von eher leichten Schäden, ausgewaschener Sohle und Verkalkungen, erfolgt die Zuordnung zur langfristig zu planenden Sanierungen. Auch schlecht ausgeführte Anschlüsse und versetzte Muffen können den langfristigen Sanierungen zugeordnet werden, sofern diese Mängel keine Rückstaus verursachen.

Es gilt folgende Definition

<b>Sanierung:</b>	<b>Zeitraumen:</b>
• kurzfristig	Sanierung innerhalb 0 – 3 Jahren
• mittelfristig	Sanierung innerhalb 3 – 10 Jahren
• langfristig	Sanierung innerhalb 10 – 20 Jahren

### 5.4 Grundlagen für die Kostenermittlung

Für die Ermittlung der Sanierungskosten wurden Richtpreise eingesetzt. Dabei wurden die Kosten für das vorgängige Spülen der Leitungen eingerechnet. Projektierungs- und Bauleitungskosten sind jedoch in den Kosten nicht enthalten.

Es wurden folgende Kosten eingesetzt:

#### A Roboterinstandsetzungen

• Schlecht ausgeführte Einläufe	Fr. 1'500.– / Stück
• Versetzte Muffen Ø 200 bis Ø 800 mm	Fr. 200.– bis 510.– / Stück
• Muffen gerissen, undicht Ø 200 bis Ø 800 mm	Fr. 415.– bis 1'300.– / Stück
• Rohrwandrisse längs	Fr. 500.– / m'
• Radialrisse Ø 200 bis Ø 800 mm	Fr. 415.– bis 1'300.– / Stück
• Fehlende Scherben	Fr. 1'000.– / Stück
• Rohrwandloch	Fr. 750.– / Stück
• Schleifarbeiten an den Rohrwänden	Fr. 550.– / Std.

#### B Inlinersanierung

• Inlinersanierung Ø 200 bis Ø 800 mm zusätzlich diverse Zuschläge für Anschlüsse	Fr. 175.– bis 520.– / m'
• Partliner bei dünnwandigen Rohren (AZ, FZ, PVC) Muffen sanieren Ø 200 bis Ø 800 mm	Fr. 400.– bis 900.– / Stück

#### C Injektionen, Abdichtungen

• pro Injektion (zusätzlich zu den übrigen Arbeiten)	Fr. 500.– / Stück
--	-------------------

**D Begehbare Kanäle**

Kanäle mit Innendurchmesser 800 mm und mehr, bzw. Rechteckquerschnitten von mindestens 800 mm lichter Höhe gelten als begehbar.

- Verrechnung der Sanierungsarbeiten nach Aufwand  
Stundenansatz pro Einsatzgruppe ca. Fr. 400.–/ Std.
- Risse sanieren (Kalkablagerungen schleifen,  
Grundmaterial auffräsen und abdichten Fr. 400.– /m'
- Schleifen von Kalkablagerungen örtlich, Einzelstellen Fr. 400.– /m<sup>2</sup>
- Armierungseisen freilegen, entrostet,  
Kanal- oder Rohrwände reprofiliert Fr. 400.– /m'
- Schleifen von leichten bis mittelstarken Kalkablagerungen  
bei Rohrmuffen und Fugen der Rechteckkanäle sowie  
örtliche Abdichtungen Fr. 200.– /m'

**5.5 Auswertung der Ergebnisse aus der Zustandsbeurteilung, Sanierungskosten, Kanalunterhalt**

Die Zuordnung zu den Schadenstufen mittelfristig und langfristig erfolgt fließend, d. h. klare Zuordnungen sind nicht immer möglich. Bei der Planung von Sanierungsmassnahmen und der Festlegung der Zeithorizonte sollte daher zusätzlich auf die Schadenbilder und die geographische Lage der zu sanierenden Leitungsstränge Rücksicht genommen werden.

Bei den Sanierungskosten handelt es sich um reine Ausführungskosten, ermittelt mit heute gültigen Einheitspreisen gemäss Angabe der Firma Notter Kanalservice AG, Boswil. Dabei sind nebst den Sanierungsarbeiten am Kanalnetz auch die nötigen Vorbereitungsarbeiten wie Kanalreinigungen enthalten. Nicht berücksichtigt sind die Kosten für Wasserhaltungen, deren Erfordernis von Fall zu Fall abzuklären ist.

Bei den Wasserhaltungskosten wirken sich die permanent grossen Abwassermengen und teilweise grossen Haltungslängen, bzw. die Längen der begehbaren Kanäle, stark auf die Wasserhaltungsmassnahmen und deren Kosten aus. Vor der Ausführung von Sanierungsarbeiten ist abzuklären, wieweit Trockenlegungen der Haltungen bzw. Reduktionen der Abwassermengen erforderlich sind. Ferner ist zu prüfen, wieweit das Abwasser durch vorgeschaltete Regenbecken zurückgehalten werden kann und wo weitere Massnahmen zur kurzfristigen Reduktion der Abwassermengen möglich sind

Die in der nachfolgenden Zusammenstellung aufgeführten Wasserhaltungskosten beruhen auf groben Abschätzungen. Dabei dürften die Kosten für Wasserhaltungen im Normalfall pro Haltung bei ca. Fr. 800.– bis Fr. 1'000.– liegen, bei den grossen begehbaren Kanälen hingegen muss mit ca. Fr. 2'000.– pro Arbeitstag für Massnahmen zur Reduktion der Wassermengen und Sicherheitsmassnahmen gerechnet werden.

Bei der Ermittlung der gesamten Sanierungskosten sind auch Sanierungen der Schächte miteinzubeziehen. Vor den total 1370 Schächten mussten bei 91 Stück defekte Deckel oder Schachtringe festgestellt werden. Diese Schäden sind kurzfristig zu beheben<sup>2</sup>.

Schäden beim Anschluss der Rohrleitungen an die Schächte sind kostenmässig bei den Rohrleitungen erfasst. Bei den Schächten selbst sind nur unwesentliche Mängel wie einzelne Wurzeleinwüchse, schlecht ausgeführte Bankette usw. festgestellt worden. Sanierungskosten für diese Schäden werden pauschal abgeschätzt.

---

<sup>2</sup> 2 Schachtsanierungen werden im Rahmen des Unterhaltsbudgets (laufende Rechnung) jährlich durchgeführt.

In der Kostenzusammenstellung werden folgende Sanierungskosten eingesetzt:

Probleme mit Schachtdeckeln	Fr.	100'000.–
Behebung leichter Mängel	Fr.	150'000.–
Total Sanierungen Schächte	Fr.	250'000.– <sup>3</sup>

**Tabelle Sanierungskosten (Kosten exkl. MWST)**

	Neubau	Sanierungen		
		Kurzfristig	Mittelfristig	Langfristig
Ausführungskosten Kanäle	290'000	144'000.–	1'093'800.–	98'250.–
Sanierung Schächte	0	100'000.–	150'000.–	0.–
Wasserhaltungen	10'000	40'000.–	410'000.–	40'000.–
<b>Total Ausführungskosten</b>	<b>300'000</b>	<b>284'000.–</b>	<b>1'653'800.–</b>	<b>138'250.–</b>
Projekt und Bauleitung	45'000	42'600.–	248'100.–	20'800.–
Unvorhergesehenes, Regie und Rundung ca. 5 %	25'000	23'400.–	118'100.–	10'950.–
<b>Total</b>	<b>370'000</b>	<b>350'000.–</b>	<b>2'020'000.–</b>	<b>170'000.–</b>
<b>Gesamttotal exkl. MWST</b>	<b>370'000</b>	<b>2'540'000.–</b>		
<b>Die Kosten für Neuerstellungen und Sanierungen am Kanalnetz belaufen sich auf gesamthaft Fr. 2'910'000.– exkl. MWST.</b>				

### Unterhalt des Kanalnetzes

Mit Hilfe der Erkenntnisse aus den in den Jahren 2002/2003 ausgeführten Kanalspülarbeiten und den Informationen des Bauherrn bezüglich Kiesablagerungen in den Kanälen lässt sich ein Unterhaltsplan für die zukünftigen Kanalreinigungen erstellen.

Die Zustände der Rohrleitungen andererseits bestimmen die Intervalle der nächsten Kanalfernsehaufnahmen für die Zustandsbeurteilung des Kanalnetzes, wo Veränderungen bezüglich der erfolgten Erstaufnahmen festgestellt werden können.

Bei den 2002/2003 ausgeführten Spülarbeiten und Kanalfernsehaufnahmen ergaben sich folgende Kosten (exkl. MWST).

- Spülarbeiten, inkl. Kiesausbau ca. Fr. 302'000.– bzw. Fr. 4.20 pro m'
- Kanalfernsehen ca. Fr. 194'000.– bzw. Fr. 2.70 pro m'

<sup>3</sup> Ausführung jährlich / laufend

### Intervalle Kanalspülungen und Kanalfernsehaufnahmen

Für die Festlegung der Intervalle für Spülarbeiten und Kanalfernsehaufnahmen wird von einem 5-Jahres-Rhythmus ausgegangen. Somit können die 5 Lose der GEP-Bearbeitung auch für die weiteren Arbeiten am Kanalnetz beibehalten werden. Jährlich wird somit ein Los zur Kanalspülung fällig. Werden bei jedem zweiten Spüleinsetz auch Kanalfernsehaufnahmen erstellt, ergibt dies für die Kanalfernsehaufnahmen einen 10-Jahres-Rhythmus.

Erfahrungen haben gezeigt, dass in bestimmten Leitungsabschnitten wegen grosser Kiesansammlungen kürzere Spülintervalle zu wählen sind. Zu erwähnen sind dabei Leitungsstränge in Walchwil, Schützenmatt Zug und Kirchmatt / Sulzmatt im Ägerital. Die Spülintervalle für örtlich begrenzte Leitungsbereiche mit grossen Kiesansammlungen richten sich nach den Erfahrungen des GVRZ, welcher diese Arbeiten bisher in Auftrag gegeben und überwacht hat.

Die Ausführung der Kanalspülarbeiten in Zusammenhang mit dem Verbands-GEP erfolgte in der Zeit vom Oktober 2002 bis November 2003. Der Zeitpunkt für den Start der jährlichen, losweise auszuführenden Spülarbeiten sowie die Reihenfolge der Lose kann nach dem Vorschlag gemäss der anschliessenden Tabelle erfolgen.

### Nächste Ausführung Kanalunterhalt / Kanalfernsehaufnahmen

Los		Kanalspülung	Kanalfernsehaufnahmen
Los 1	Walchwil – Immensee	2007	2012
Los 2	Greppen – Risch	2010	2010
Los 3	Ägerisee – Ägerital	2011	2011
Los 4	Menzingen / Räbmatt – Zug	2009	2009
Los 5	Risch / Zug – ARA	2008	2013

Dabei ergibt sich bezüglich der Kanalspülung ein minimales Intervall zur letzten Spülung von 4 Jahren und ein maximales Intervall von 8 Jahren. Damit die Intervalle der Kanalfernsehaufnahmen die Zeitspanne von 10 Jahren nicht überschreiten, empfehlen wir, bei den Losen 2, 3 und 4 bereits anschliessend an die nächsten Kanalspülungen Kanalfernsehaufnahmen auszuführen.

Das Terminprogramm für die Kanalspülarbeiten und Kanalfernsehaufnahmen ist laufend zu aktualisieren. Änderung der Intervalle oder zusätzliche Einsätze können sich ergeben durch Bautätigkeiten, Naturereignisse, geänderte Normvorgaben, usw.

**Kosten für die Kanalspülungen und Kanalfernsehaufnahmen**

Als Grundlage für die Ermittlung der Kosten für die jährlichen Kanalspülungen und die später folgenden Kanalfernsehaufnahmen dienen die im Zusammenhang mit dem Verbands-GEP offerierten und abgerechneten Kosten.

Als grober Kostenrahmen kann für die jährlichen Spüleinsätze und die späteren Kanalfernsehaufnahmen pro Los mit den nachfolgend aufgeführten Kosten gerechnet werden. Dabei wird ein Mittelwert angenommen, ohne Berücksichtigung der unterschiedlichen Leitungslängen und Leitungsdurchmessern der einzelnen Lose.

**Kanalspülarbeiten**

- |   |                |                 |
|---|----------------|-----------------|
| • Gesamtaufwand alle 5 Lose Ausführung    | ca. Fr.        | 302'000.–       |
| • Ingenieuraufwand Bauleitung (+ Rundung) | ca. <u>Fr.</u> | <u>40'000.–</u> |
| Total                                     | Fr.            | 342'000.–       |

Pro Ausführungsetappe Kanalspülarbeiten ergeben sich demnach Kosten von ca. Fr. 70'000.– (exkl. MWST)

**Kanalfernsehaufnahmen**

- |   |                |                 |
|---|----------------|-----------------|
| • Gesamtaufwand alle 5 Lose Ausführung        | ca. Fr.        | 194'000.–       |
| • Ingenieuraufwand für Auswertung (+ Rundung) | ca. <u>Fr.</u> | <u>46'000.–</u> |
| Total   | Fr.            | 240'000.–       |

Pro Ausführungsetappe Kanalfernsehaufnahmen ist mit Kosten von ca. Fr. 50'000.– (exkl. MWST) zu rechnen.

## 6. Zustandsbericht Einzugsgebiet

### 6.1 Datengrundlage

Ziel des Zustandsberichtes (ZB) Einzugsgebiet ist die Beschreibung der abflusswirksamen Flächen. Dabei werden die Abflussvorgänge an der Oberfläche vom Auftreffen des Regens auf den Boden bis zum Eintritt des Wassers in das Kanalnetz beschrieben.

Massgebend ist die Abflussbildung, d.h. wie viel des gefallenen Niederschlages zum Abfluss kommt.

Die Abflussbildung wird durch folgende Faktoren stark beeinflusst:

- Befestigungsarten bzw. Art der undurchlässigen Flächen
- Gebiete mit Regenwasser-Versickerung
- Gebiete mit Regenwasser-Retention
- Gebiete mit direkter Einleitung des Regenwassers in ein Gewässer
- Gebiete mit direkter Regenwasser-Ableitung ins Umgelände
- Charakterisierung der Verschmutzung der befestigten Oberflächen
- Geländeneigung

Diese Faktoren werden den Kanalisations-Einzugsgebieten zugeordnet, man spricht hier von Typisierung bzw. Charakterisierung der Einzugsgebiete.

Je genauer die Charakterisierung zutrifft, desto genauer kann der Abfluss in das Kanalnetz ermittelt werden. Die Charakterisierung erfolgt anhand der tatsächlichen Verhältnisse im Siedlungsgebiet. Eine wesentliche Grundlage bilden hierzu:

- Kanalkataster mit Einzugsgebiet
- aktuelle Zonenpläne
- Begehungen im Gelände
- Flugaufnahmen

Die Aufnahme des Ist-Zustandes spielt eine wesentliche Rolle für die Durchführung von Kontrollrechnungen mit effektiv im Verbandsgebiet gemessenen Regenereignissen. Die Ergebnisse dieser Berechnungen werden mit den gleichzeitig zu den Niederschlagsmessungen im Verbandskanal durchgeführten Abfluss- und Niveaumessungen verglichen. Auf dieser Grundlage werden die Basisannahmen für das Systemmodell (Kanalnetzmodell und Modellannahmen wie Rohrrauigkeiten, Einwohnerdichten, Abflussbeiwerte, etc.) überprüft und eventuell angepasst.

Das bestmöglich angepasste Systemmodell für den Ist-Zustand bildet die nötige solide Grundlage für das Aufsetzen der Planungsinformationen für den Ausbau-Zustand. Mittels Variantenrechnungen kann das Kanalisationsnetz schnell und effizient auf zukünftige Ausbauvorhaben, Netzoptimierungsmassnahmen oder Netzsteuerungen geprüft werden. Die langfristige Planung kann somit bereits zum heutigen Zeitpunkt fundiert in die richtigen Bahnen geleitet werden.

Die Einzugsgebiete des Gewässerschutzverbandes mit ihren Überbauungs- und Entwässerungscharakteristiken wurden bereits als Grundlage für die früheren (1995) durchgeführten Abflusssimulationsberechnungen bei Trocken- und Regenwetter erhoben.

Zwischenzeitlich haben alle Verbandsgemeinden die GEP-Bearbeitung abgeschlossen, bzw. soweit abgeschlossen, dass Daten der heutigen und geplanten Einzugsgebiete digital zur Verfügung stehen. Dabei weisen diese neueren Daten einen detaillierteren Informationsgehalt auf, als die damaligen Daten für die Abflusssimulationsberechnung.

## 6.2 Verifikation IST-Zustand

Für die Verifikation des IST-Zustands müssen einerseits die Einwohnerzahlen und andererseits auch die abflusswirksamen Flächen der verschiedenen Einzugsgebiete im Berechnungsmodell mit der Realität übereinstimmen. Die folgende Tabelle gibt die **Einwohnergleichwerte** für den IST-Zustand wieder.

Gemeinde	EGW nicht verifiziert (MOUSE)	Einwohner 2003 (Liste GVRZ)	Einwohner Plus (15) - 20 % Gewerbe	Einwohnergleichwerte Verifiziert (Mouse)
Baar *	30'170	20'075	24'090	24'170
Cham	20'532	13'320	15'984	15'942
Hünenberg	11'036	7'792	9'350	9'146
Menzingen	4'483	3'962	4'754	4'450
Oberägeri	6'638	4'910	5'892	5'522
Risch	15'421	8'002	9'602	9'707
Steinhausen	16'558	8'701	10'441	10'848
Unterägeri	8'954	7'396	8'875	8'314
Walchwil	3'635	3'249	3'899	3'574
Zug	37'504	23'325	27'990	27'907
Arth	18'896	9'830	11'796	11'526
Küssnacht	20'677	11'639	13'967	13'955
Greppen	1'480	820	984	951
Meierskappel	2'746	1'008	1'210	1'249
<b>Total</b>	<b>198'730</b>	<b>124'029</b>	<b>148'834</b>	<b>147'261</b>

\* Neuheim (Sihlbrugg) in Baar integriert.

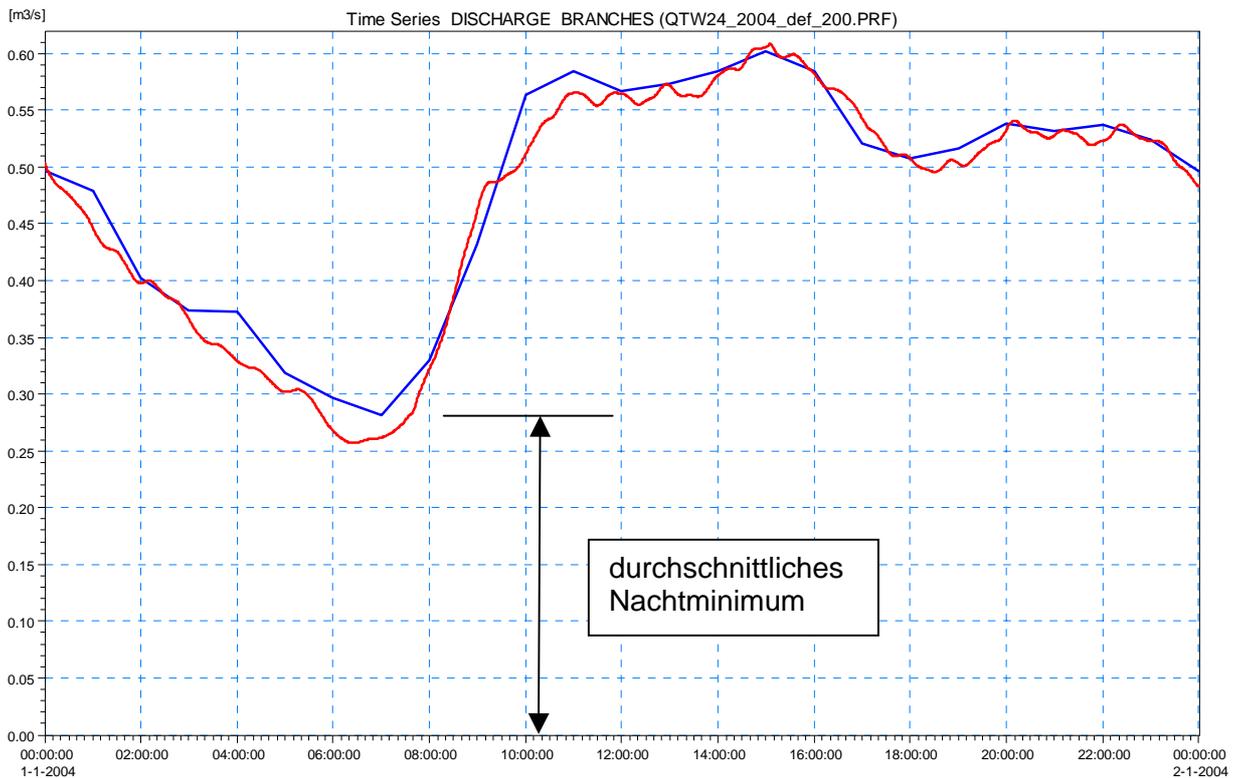
Das Berechnungsmodell wurde für den Trockenwetterabfluss mit folgenden Randbedingungen verifiziert:

- täglicher Wasserverbrauch eines Einwohners: 180 l/E\*d (aus Verifikation)
- grössere industrielle Zuflüsse: 43.6 l/s (Annahme konstanter Abfluss)
- Fremdwasserzuflüsse: 113.5 l/s (Annahme konstanter Abfluss)

Durch Variation der Tagesverbrauchskurve ergab sich die Abflusskurve vor der ARA Schönau gemäss folgendem Diagramm. Die rote Kurve zeigt den berechneten Abfluss, die blaue Kurve den gemessenen Abfluss am 19. Februar 2004.

Die Verifikationsrechnung zeigt sehr deutlich, dass die IST-Daten im Modell mit der Wirklichkeit gut übereinstimmen. Zur weitergehenden Analyse des verifizierten Modells siehe im Zustandsbericht Abwasseranfall.

### Vergleich gerechneter (rot) zu gemessenem (blau) Abfluss vor der ARA Schönau



Die gerechnete (theoretische) rote Kurve basiert auf einem fiktiven Berechnungsdatum, die gemessene blaue Vergleichskurve datiert vom 19. Februar 2004.

Die Verifikation der **abflusswirksamen Flächen** erfolgte anhand von verschiedenen gemessenen Regenereignissen, bei denen zugleich auch die Entlastungsmengen an ausgewählten Sonderbauwerken gemessen wurden. Diese Regen wurden im Berechnungsmodell eingegeben und die Entlastungsmengen an ausgewählten Sonderbauwerken berechnet und dann mit den gemessenen Entlastungsmengen verglichen. Die Befestigungsgrade der zugehörigen Einzugsgebiete, sowie die Weiterleitmengen an den Entlastungsanlagen und die Höhen der Entlastungskanten, und teilweise auch die Pumpeinschaltkoten und das Pumpen - Schaltregime wurde solange verändert, bis die gerechneten mit den gemessenen Kurven übereinstimmten. Auf der Seite Zug konnte eine relativ gute Übereinstimmung erreicht werden. Dies hängt damit zusammen, dass der Regenmesser in relativer Nähe (Siehbach) zu den vier gemessenen Anlagen Schützenmatt, Siehbach, Sennweid und Hinterberg platziert war. Die Messungen in Arth können nur für die Entlastung Brüzigen herangezogen werden. Der Vergleich mit den Anlagen Immensee, Küssnacht und Zwijeren muss mit Vorsicht interpretiert werden.

Die Verifikation hat an verschiedenen Anlagen gezeigt, dass zwar die Systeme als Trenn- oder Modifizierte Systeme definiert worden sind, aber in der Realität noch als Mischsysteme funktionieren; also die Umwandlung vom Misch- ins Trenn- oder modifizierte System erst am Anfang stand.

### 6.3 End-Zustand bei Vollüberbauung der Einzugsgebiete

Nach erfolgter Verifikation des IST-Zustandes wurde das Modell auf den Endzustand bei Vollüberbauung der Einzugsgebiete erweitert. Für den Endzustand ergeben sich somit die folgenden Einwohner- bzw. Einwohnergleichwertzahlen

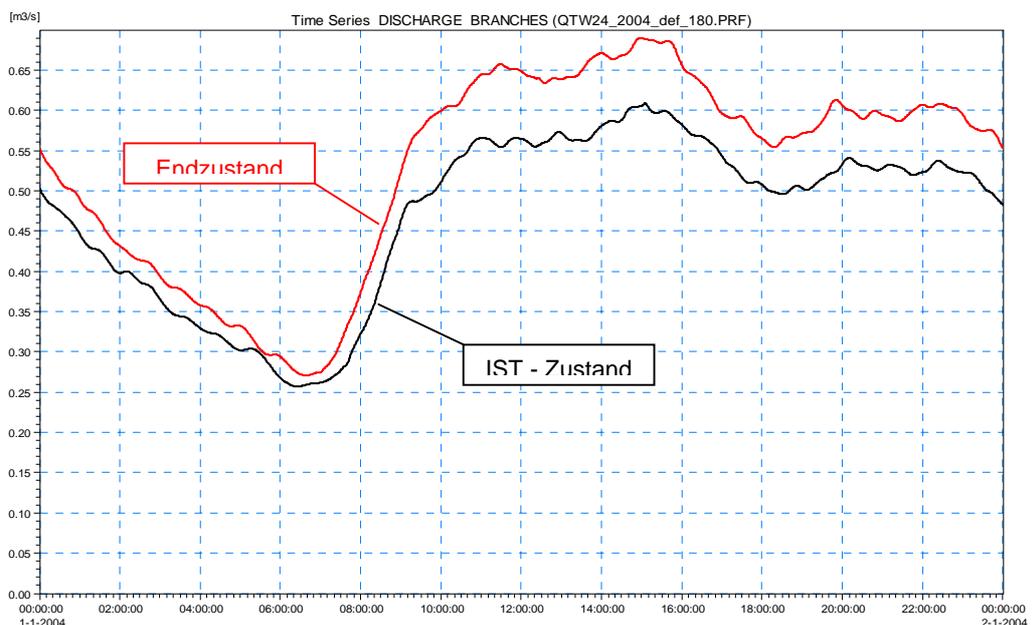
Gemeinde	Einwohner 2003 (Liste GVRZ)	Hydraulische Einwohner- gleichwerte Endzustand Plus ca. (15) - 20 % Industrie- und Gewerbe
Baar *	20'075	29'985
Cham	13'320	18'733
Hünenberg	7'792	13'054
Menzingen	3'962	4'871
Oberägeri	4'910	6'070
Risch	8'002	12'551
Steinhausen	8'701	12'631
Unterägeri	7'396	10'215
Walchwil	3'249	4'295
Zug	23'325	31'454
Arth	9'830	13'329
Küssnacht	11'639	16'834
Greppen	820	1'538
Meierskappel	1'008	1'613
<b>Total</b>	<b>124'029</b>	<b>177'173</b>

\* Neuheim (Sihlbrugg) in Baar integriert.

Aus obiger Zusammenstellung ergeben sich für den **Endzustand** rund **180'000 EGW** (hydraulisch).

Im Berechnungsmodell gelten für den Trockenwetterabfluss die folgenden Randbedingungen:

- täglicher Wasserverbrauch eines Einwohners: 180 l/E\*d
- grössere industrielle Zuflüsse: 43.6 l/s (Annahme konstanter Abfluss)
- Fremdwasserzuflüsse: 113.5 l/s (Annahme konstanter Abfluss)



Im Durchschnitt wird das Nachtminimum um ca. 20 l/s und die Tagesspitze um ca. 80 l/s höher ausfallen (bei gleichen Tagesverbrauchskurven). Zum Diagramm siehe nächste Seite.

In verschiedenen Gemeinden sind neu die so genannten modifizierten Systeme eingeführt worden. Dabei handelt es sich um ein „Mittelding“ zwischen Trenn- und Mischsystem. Flächen, die das anfallende Regenwasser verschmutzen können werden der Mischkanalisation zugeführt. Diese neue Zuordnung trägt einen etwas individuellen Charakter. Insbesondere in Gewerbe- und Industriezonen dürften die Flächenanteile, die dem Mischsystem zugeführt werden höher ausfallen, als die Flächen, die an die Sauberwasserleitungen angeschlossen sind. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Dachflächen dem Sauberwassersystem zuzuordnen sind.

Für die konzeptionelle Berechnung werden in den modifizierten Systemen die folgenden Flächenanteile wie folgt zugeordnet:

**Wohnzonen W, W1 bis W4:** ca. 10 % - 15 % Befestigungsgrad an Mischsystem (Straßenflächen)  
Restliche Flächen an Sauberwasserleitungen oder Vorflut

**Gewerbe & Industriezonen:** ca. 15 % - 30% an Sauberwasserleitungen oder Vorflut **Kernzonen** (Dachflächen)  
Restliche Flächen an Mischwasserleitung \*

\* Bei den restlichen Flächen wird die Differenz zum Befestigungsgrad im Mischsystem genommen. Ausgangsbasis ist die Tabelle in Kapitel 4.3.

Gegenüber dem IST - Zustand wurden für das Konzept bei den Befestigungsgraden keine zusätzlichen Reserven eingebaut.

## 6.4 Zusammenfassung

Nebst einer zweckmässigen und präzisen Aufnahme des Kanalisationsnetzes bildete die Erhebung, Analyse und Bereitstellung der Einzugsgebietsdaten den zweiten wichtigen Teil der Systemdaten. Die Einzugsgebietsdaten sind der primär massgebende Parameter für die im Kanalnetz anfallende Wassermenge. Die Qualität der System-Abbildung und der Aufwand für die Kalibrierung und Verifizierung steht und fällt mit der Sorgfalt bei der Erhebung dieser Daten.

Grundsätzlich handelt es sich beim ZB Einzugsgebiet um einen technischen Bericht, dessen Zahlenmaterial einerseits die Basis für das weitere Vorgehen liefert und auch dokumentiert, andererseits für Vergleichszwecke (z.B. Fremdwasseranfall pro ha Bauzone, pro Einwohner, etc.) und generelle Analysen verwendet wird.

Dieser Bericht gibt den Stand des Jahres 2004 bzw. den Stand der Daten der jeweiligen Gemeinde - GEP wieder, sofern diese Daten weiterverwendet worden sind (z.B. Definition und Gebietstypisierung in den Konzepten, etc.).

Das Wachstum vom Ist-Zustand zum Endzustand beträgt:

	<i>IST-Zustand</i>	<b>Wachstum</b>	Endzustand
- bei den Einwohnergleichwerten (EGW):	147'000	<b>30'000 (+20%)</b>	177'000
- bei den Einzugsgebietsflächen (ha):	2'432 <sup>1)</sup>	364 (+15%)	2'796 <sup>2)</sup>

1) *effektiv überbaute und angeschlossene Fläche*

2) *Endzustand inklusive Reservezonen*

## 7. Zustandsbericht Gefahren

### 7.1 Einleitung

Kanalisationsanlagen haben ihren Zweck in einer schadlosen Ableitung der verschmutzten Abwässer aus dem Siedlungsgebiet. Die Kanalisationsnetze können aber auch ein Gefahrenpotential für die Abwasseranlage selbst, die Oberflächengewässer, das Grundwasser oder Personen und deren Sachwerte bilden, sobald wassergefährdende, brand- oder explosionsgefährliche Stoffe darin abgeleitet und freigesetzt werden.

Zweck des Zustandsberichts Gefahren ist das Erkennen von Gefahren für Mensch, Umwelt und Abwassersystem, sowie die Einschätzung des Risikos und der möglichen Schäden. Zur Reduktion des Risikos sollen geeignete Massnahmen vorgeschlagen werden.

Aus den Erkenntnissen des Zustandsberichtes Gefahren werden Anforderungen und Massnahmen für das Entwässerungssystem abgeleitet. Diese Massnahmen können sowohl baulicher, betrieblicher als auch organisatorischer Natur sein. Sind nach Erarbeitung des Vorprojekts wesentliche Änderungen der Situation festzustellen, so können Ergänzungen des Zustandsberichts nötig werden.

Zur Erarbeitung des vorliegenden Berichts standen umfangreiche Grundlagen des GVRZ, der Verbandsgemeinden und verschiedenen Amtsstellen der Kantone Zug, Schwyz und Luzern zur Verfügung

### 7.2 Abgrenzung

Der vorliegende Zustandsbericht gibt Auskunft über Gefahrenbereiche im Einzugsgebiet der Verbandsanlagen des GVRZ. Er zeigt mögliche Auswirkungen von Schadenereignissen auf die Verbandsanlagen des GVRZ (Verbandskanäle, Aussenanlagen, ARA Schönau) und die Gewässer auf. Bestehende Vorsorgemassnahmen werden dokumentiert, zusätzliche bauliche und betriebliche Vorsorgemassnahmen werden aufgrund der Zustandsbeurteilung erarbeitet.

Nicht behandelt werden Auswirkungen von Schadenereignissen auf private und kommunale Entwässerungsanlagen sowie Massnahmen für eine Schadensverhinderung direkt an der Schadensquelle (bei den einzelnen Betrieben). Auswirkungen auf die privaten und kommunalen Entwässerungsanlagen sind in den entsprechenden kommunalen Entwässerungsplänen zu dokumentieren. Risiken von Betrieben, die der Störfallverordnung (StFV) unterliegen, werden in den entsprechenden Bewilligungsverfahren ermittelt und daraus die notwendigen Massnahmen zur Risikoverminderung abgeleitet, umgesetzt und periodisch von den kantonalen Amtsstellen kontrolliert.

### 7.3 Vorgehen

Bei der Bearbeitung des Zustandsberichts Gefahren ist ein pragmatisches Vorgehen gewählt worden. So interessierten insbesondere die folgenden zwei Fragestellungen:

- 1. Welche realistischen Gefahren bestehen für die Abwasseranlagen des GVRZ?**
- 2. Mit welchen Massnahmen können die Auswirkungen dieser Gefahren eliminiert oder verringert werden?**

Die erste Fragestellung behandelt die möglichen Gefahrenbereiche.

Für den GVRZ sind diese Bereiche relativ breit gefächert. Bei der Untersuchung und Formulierung möglicher Szenarien standen nicht die Eintretenswahrscheinlichkeiten und die Zusammensetzung schädlicher Medien im Vordergrund, sondern die Abgrenzung realistischer von unrealistischen Ereignissen und der Handlungsspielraum bei deren Eintreten.

Zu den Details der Gefahrenermittlung und der nachfolgenden Ereignis- und Wirkungsanalyse siehe im Hauptbericht Nr. 7, Zustandsbericht Gefahren.

## 7.4 Ergebnisse

In der Dokumentation bzw. Datenbank „Industrie und abwasserrelevante Gewerbeanlagen“ (Hauptbericht Nr. 8 des Verbands-GEP) wurden Daten von insgesamt 63 Firmen oder Anlagen erfasst. Die meisten dieser Firmen wurden von den kantonalen Amtsstellen aufgrund verschiedener Kriterien als besonders umweltrelevant oder besonders risikobehaftet beurteilt.

Der Vergleich der Betriebsgrösse der ARA Schönau mit der Betriebsstruktur von Industrie und Gewerbe zeigt, dass die Reinigungskapazität bei Störfällen mit zeitlich beschränktem Zufluss von biologisch stärker belastetem Abwasser gewährleistet ist. Bei weiteren Störfällen stehen im Bereich der Aussenanlagen Regenüberlaufbecken zur Verfügung. Die Volumina dieser Becken können bei besonderen Ereignissen als Auffangvolumen verwendet werden. Bei Regenwetter wird je nach Fliesszeit vom Unfallort bis zur nächstgelegenen Entlastungsanlage eine Entlastung in den Vorfluter bzw. Zugersee stattfinden. Die in der Datenbank „Industrie und abwasserrelevante Gewerbeanlagen“ erfassten Betriebe und Anlagen wurden im vorliegenden Bericht bezüglich ihres Risikos bei Störfällen für die Abwasseranlagen beurteilt.

Industrie- und Gewerbebetriebe sind nicht an ihren heutigen Standort gebunden. Es macht deshalb Sinn, nicht allein einzelne Betriebe zu beurteilen, sondern Zonen zu definieren, in welchen eine Ansiedlung von Betrieben mit Lagerung oder Verarbeitung umweltgefährdender Stoffe möglich ist. Als mögliche Standorte fallen grundsätzlich Flächen in Industrie- und Gewerbebezonen in Betracht. Die Fläche sämtlicher Industrie- und Gewerbebezonen beträgt knapp 507 ha. Dies entspricht einem Anteil von rund 18% der gesamten Siedlungsfläche. Bei Störfällen kann grundsätzlich am nächstgelegenen Regenüberlaufbecken interveniert werden. Die Wirksamkeit richtet sich nach der Reaktionszeit der Ereignisdienste und den Abflussverhältnissen in der öffentlichen Kanalisation (Trockenwetter- oder Regenwetterabfluss).

Ein erhebliches Gefahrenpotential geht von den Verkehrsflächen, d.h. von Strassen und Bahnlinien, aus. Das Problem besteht in diesen Fällen darin, dass das Eintreten eines Störfalles zum vorne herein nicht genau lokalisiert werden kann (mobile Gefahren). Bei Haupt- und Nationalstrassen ist eine Fläche von rund 22 ha an das öffentliche Abwassernetz angeschlossen. Die Geleiseanlagen und auch die Bahnhöfe sind im Allgemeinen nicht an das öffentliche Abwassernetz angeschlossen. Eine Ausnahme bildet der Bahnhof Rotkreuz. Gemäss den aktuellen Unterlagen des GEP Risch ist vorgesehen, beim Bahnhof Rotkreuz eine Fläche von insgesamt knapp 8 ha an die öffentliche Schmutzwasserkanalisation anzuschliessen. Bei Regenereignissen wird das Regenwasser der Verkehrsflächen in den Regenüberlaufbecken in die Vorfluter bzw. den Zugersee entlastet.

Im Jahre 2001 wurde für die Kläranlage Schönau ein Störfallvorsorgekonzept erstellt. Das Vorsorgekonzept zeigt Massnahmen auf, die durch das Betriebspersonal einzusetzen sind, damit bei Störfällen die verlangten Ablaufwerte des gereinigten Abwassers eingehalten oder wieder möglichst rasch erreicht werden können.

Bei externen Störfällen ist der GVRZ deshalb darauf angewiesen, dass er von den Ereignisdiensten unverzüglich alarmiert und laufend orientiert wird.

Die Alarmierung erfolgt generell mittels Telefon. Momentan ist im Rahmen des Projekts Kanalnetzbewirtschaftung (vgl. Bericht 12) die Instandstellung und Modernisierung sämtlicher Aussenanlagen des GVRZ im Gange. Die Arbeiten sollten bis Ende 2007 abgeschlossen sein. Nach Abschluss der Arbeiten sind sämtliche Aussenanlagen an ein Fernwirkssystem (Prozessleitsystem) angeschlossen. Dieses erlaubt, von der Zentrale aus direkt Eingriffe auf die Aussenanlagen vorzunehmen.

In den massgebenden Räumlichkeiten (z.B. Aufstellungsraum Pumpen) waren bisher keine explosionsgeschützten Aggregate eingesetzt worden. Generell werden in den Gefahrenbereichen (Überflutungs- und Nassbereichen) neu nur explosionsgeschützte Aggregate verwendet. Der Sicherheitsstandard entspricht somit dem heutigen Stand der Technik und den aktuellen SUVA-Vorschriften.

Bei Unfällen, Störfällen oder anderen aussergewöhnlichen Ereignissen im Einzugsgebiet des GVRZ erfolgt die Alarmierung gemäss den üblichen schweizerischen Prioritäten. Je nach Ereignis werden einzelne Alarmierungsstufen übersprungen, d.h. der örtliche Ereignisdienst oder der spezielle Ereignisdienst werden direkt aufgeboten. Die Ereignisdienste sind entsprechend ihrem Aufgabengebiet auf Gefahren vorbereitet. Kommunale Ereignisdienste kennen den Standort von gefährlichen Firmen in ihrem Einsatzgebiet und üben den Ablauf und die Reaktion bei Unfällen im Voraus. Die speziellen Ereignisdienste kennen speziell gefährliche Betriebe und werden bei entsprechendem Gefahrenpotential aufgeboten. Bei grösseren Ereignissen erfolgt eine regionale Verstärkung der Dienste.

Im gesamten Kanalisationseinzugsgebiet des GVRZ besteht die Gefahr, dass bei einem Unfall mit Freisetzung wassergefährdender Stoffe oder bei einem Brand Flüssigkeiten in die Gewässer gelangen und diese schädigen. Das Kanalnetz eignet sich bedingt zur Schaffung von Rückhaltevolumen. Die Reaktion in solchen Fällen besteht darin, dass mit Hilfe der Kanalnetzpläne und mit Hilfe der vorbereiteten Ölwehrestellen die wassergefährdenden Flüssigkeiten zurückgehalten oder neutralisiert werden können. Die Bewältigung eines Schadereignisses mit gefährlichen Stoffen im Entwässerungssystem muss durch die Feuerwehr eingeübt werden. Durch periodische Kanalfernsehuntersuchungen und laufende, in eine rollende Planung integrierte Sanierungen des Netzes sind die Risiken für Schäden infolge Versagen der Kanalisationsbauwerke sehr klein. Von den aus der Kanalisation ausgehenden Risiken für den Menschen steht die Explosionsgefahr im Vordergrund.

Es besteht bereits ein umfangreiches Netz von Sicherheitsmassnahmen zur Vermeidung bzw. Verminderung der Auswirkungen von Störfällen. So werden z.B. relevante Abwasservorbehandlungsanlagen laufend kontrolliert, so dass sich eine zusätzliche Kontrolle durch den GVRZ oder eine periodische Zustandskontrolle der nachfolgenden Abwasserkanäle erübrigt. Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse werden bauliche und betrieblich-organisatorische Massnahmen zur Ausführung empfohlen:

- Falls nicht bereits vorhanden, sollte im Anschluss an die Entlastungsanlagen des GVRZ die Erstellung von Ölwehrsperren und speziellen Auffanganlagen vorbereitet werden (Festlegung der genauen Eingriffspunkte in den Gewässern unter Beachtung der Zugänglichkeit, Organisation des notwendigen Materials, etc.)
- Die örtlichen Ereignisdienste sind mit dem kommunalen Abwasserkataster und sowie dem Verlauf der Verbandsanlagen zu dokumentieren (Werkpläne, Übersichtspläne).
- Die örtlichen Ereignisdienste sind über die Eingriffspunkte im Verbandskanalnetz zu dokumentieren und zu informieren (Standort Sonderbauwerke, etc.). In Ernstfällen müssen die örtlichen Ereignisdienste den Pickedienst des GVRZ alarmieren, damit durch das Personal des GVRZ die notwendigen Massnahmen getroffen werden können. Die Zugänglichkeit der Pumpwerke ist nicht empfehlenswert, da dies zum Ausschalten von Förderpumpen und somit zu unkontrollierbaren Notentlastungen führen könnte.
- Der bauliche Zustand und die Funktionstauglichkeit der Verbandskanäle und der Sonderbauwerke ist periodisch zu überprüfen, damit entsprechende Mängel oder Schäden frühzeitig behoben werden können.

## 8. Industrie und abwasserrelevante Gewerbeanlagen

### 8.1 Einleitung

Die Zusammenstellung der abwassertechnisch bedeutsamen Industrie- und Gewerbebetriebe und der vorhandenen Abwasser(vor)behandlungsanlagen gibt wichtige Hinweise auf mögliche kritische Mischwassereinleitungen in die Gewässer sowie für die Beurteilung von Betriebsproblemen der ARA oder die Störfallvorsorge im Abwassernetz. Die Daten werden zudem als Grundlage für den Zustandsbericht Gefahren benötigt.

Gemäss Pflichtenheft sind alle Industrieanlagen und Gewerbeanlagen im Einzugsgebiet des GVRZ zu identifizieren und zusammenzustellen. Die wichtigen Industrien mit hohem Abwasseranfall resp. hohem Schmutzfrachtanteil haben direkte Lieferverträge mit dem GVRZ. Neben den direkt angeschlossenen Betrieben sind weiter sämtliche im Rahmen der gemeindlichen GEP untersuchten Betriebe in die Gesamtübersicht zu integrieren.

### 8.2 Einschränkung der Datenbeschaffung

Aufgrund verschiedener Abklärungen und Besprechungen mit dem GVRZ und den kantonalen Amtsstellen wurde festgestellt, dass sich im Einzugsgebiet des GVRZ ca. rund 3'000 registrierte Industrie- und Gewerbebetriebe befinden. So sind z.B. gemäss Mitteilung des Amtes für Umweltschutz des Kantons Zug bereits im Emissionskataster mehr als 1'548 Betriebe erfasst. Es erfolgt keine einheitliche koordinierte Datenerfassung, sondern es werden unterschiedliche Daten in verschiedenen Systemen und mit verschiedenen EDV-Programmen registriert. Die Aktualität und der Umfang der bestehenden erfassten Datenbestände unterscheidet sich erheblich. Zum Teil besteht das Problem darin, dass keine aktuellen Unterlagen vorhanden sind.

Da es sich um riesige Datenbestände handelt, deren Beschaffung und Aufarbeitung fragwürdig ist, wurde anlässlich der Besprechung vom 13. November 2003, aber entgegen dem Pflichtenheft zum Verbands-GEP, festgehalten, dass nicht alle Industrieanlagen und Gewerbeanlagen im Einzugsgebiet des GVRZ zu identifizieren und in der Datenbank zu erfassen sind. Die Datenbeschaffung bei den kantonalen Amtsstellen wurde eingeschränkt auf Betriebe, die von den Amtsstellen (Amt für Umweltschutz / Störfallvorsorge / Amt für Militär, Feuer und Zivilschutz) zum vorne herein als risikobehaftet oder mit erheblichem Gefahrenpotential eingestuft wurden. Dies entspricht den Vorgaben im Pflichtenheft, wird doch wiederholt von „abwassertechnisch bedeutsamen“ und „relevanten“ Anlagen gesprochen. Es kann davon ausgegangen werden, dass kleine und mittlere Firmen infolge ihrer mengenmässig beschränkten Güterverarbeitung bei der Kläranlage Schönau keine erwähnenswerten Betriebsprobleme verursachen.

### 8.3 Daten

#### 8.3.1 Verwendete Software

Das Datenbank-File wurde mit dem Programm Microsoft Excel 2000 erstellt. Ein Datentransfer in relationale Datenbanken (z.B. Oracle für GIS-Anwendungen) ist gewährleistet.

#### 8.3.2 Erfasste Daten

In der Datenbank wurden pro Betrieb folgende Informationen erfasst:

- Objektnumerierung (für eindeutigen Datenbankbezug)
- Firmenname
- Standortdaten (Adresse / Koordinaten)
- Firmentyp

- Existenz einer relevanten Abwasservorbehandlung
- Abwassermenge (wenn bekannt) (Betriebsjahr 2002)
- Umweltgefährdende Stoffe
- Spezielle Bemerkungen

### 8.3.3 Dokumentation

Als Beilage finden sich folgende Unterlagen:

- Ausdruck Datenbank „Industrie und abwasserrelevante Gewerbeanlagen“
- Stoffdatenblätter Betriebe Risikokataster Kt. Zug
- Stoffdatenblätter Betriebe mit relevanten Abwasservorbehandlungsanlagen Kt. Zug
- Einsatzunterlage Betriebe Risikokataster Kt. Schwyz
- Einleitbewilligungen Betriebe mit relevanten Abwasservorbehandlungsanlagen Kt. Schwyz

### 8.3.4 Vertraulichkeit der abgegebenen Unterlagen

Die Datenlieferanten haben während der Projektbearbeitung wiederholt betont, dass die gelieferten Unterlagen dem Datenschutz unterliegen und nur für internen Gebrauch für die Erstellung des Verbands-GEP GVRZ benutzt werden dürfen. Die Daten sind dementsprechend vertraulich zu behandeln und dürfen nicht an Aussenstehende weitergegeben werden.

## 8.4 Nachführung

Bei der Projektbearbeitung wurde festgestellt, dass die Aktualität der Daten und der Umfang der Datenerfassung im Bereich der Industrie- und Gewerbeanlagen sehr unterschiedlich ist. Eine Überarbeitung des Risikokatasters des Kantons Zug ist deshalb in naher Zukunft bereits vorgesehen.

Bei der Frage der Datennachführung ist zu klären, in welchem Umfang es Sinn macht, dass der GVRZ eine eigene Datenbank über Industrie- und Gewerbebetriebe im Einzugsgebiet führt. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, vorhandene Daten periodisch bei den kantonalen Amtsstellen zu beziehen. Zur Vereinfachung der externen Datenabgabe wäre es wünschenswert, dass eine vollständig vordefinierte Datenerfassung an zentraler Stelle erfolgen würde.

## 9. Zustandsbericht Abwasseranfall und hydrodynamische Berechnung

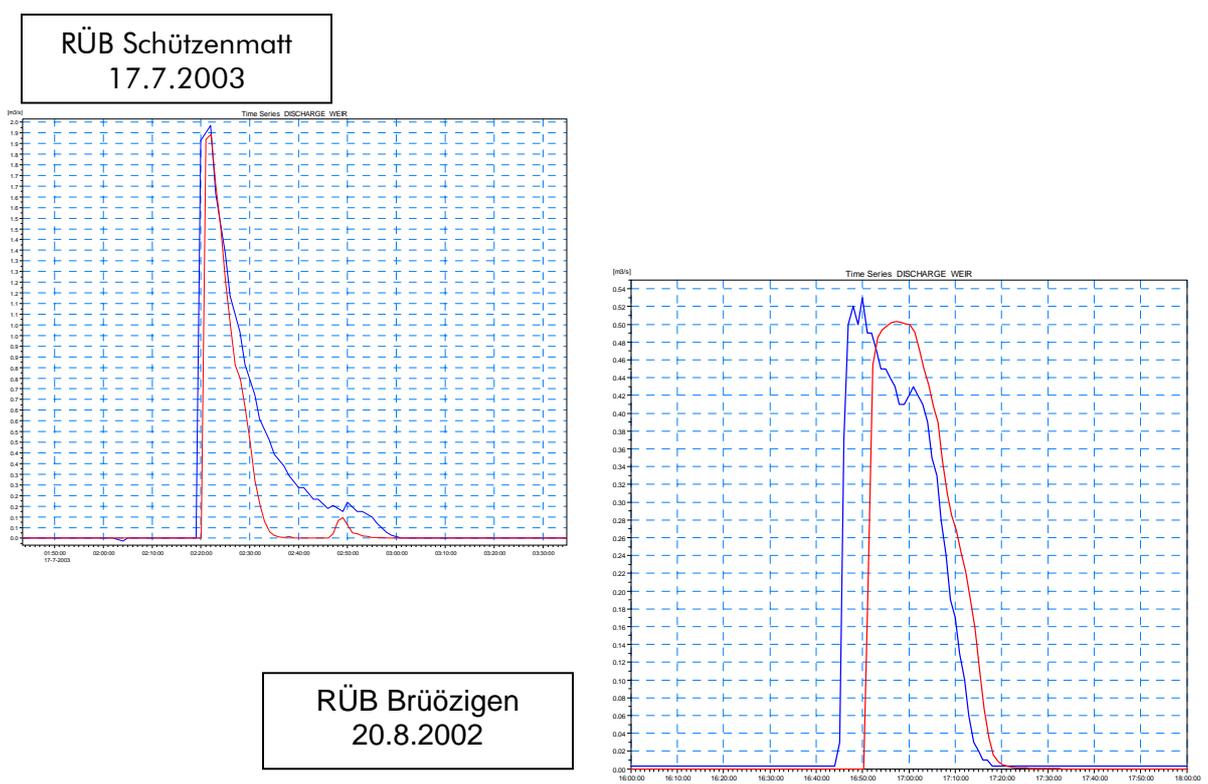
### 9.1 Einleitung

Im Rahmen der Erarbeitung des Generellen Entwässerungsplans werden auch Angaben über den Abwasseranfall bei Trocken- und Regenwetter im Einzugsgebiet des untersuchten Entwässerungsnetzes bereitgestellt. Die Daten können aus verschiedenen Quellen (Gemeinde-GEP, Betriebsrapporte, Messungen, etc.) entnommen oder mittels spezieller Erhebungen bestimmt werden.

Die Erfahrung zeigt, dass die Daten aus Gemeinde-GEP meist sehr inhomogen sind und sich in den wenigsten Fällen ohne Nachbearbeitungsaufwand in den VGEP integrieren lassen. Dies hat damit zu tun, dass die Gemeinde-GEP nicht koordiniert werden und die Bearbeitung durch die verschiedenen GEP-Ingenieure in unterschiedlicher Weise erfolgt. Für die VGEP-Bearbeitung genügt es in der Regel, mit generelleren Zahlen zu arbeiten, die aber bezüglich der Verbandsgemeinden eine einheitliche Qualität und Aussagekraft haben. Für Eich- und Vergleichszwecke kann auf die langjährigen Mess- und Datenreihen der Kläranlage zurückgegriffen werden. Dies ist auch beim GVRZ der Fall.

Die modernen Rechenhilfsmittel (EDV, PC) ermöglichen heute die realitätsnahe Abbildung von Kanalisationsnetzen in elektronischer Form. Der Einsatz von hydrodynamischen Simulationsprogrammen ist vor allem in Gebieten mit flachen Kanalisationsnetzen, grossen Einzugsgebieten mit langen Transportkanälen oder vielen Sonderbauwerken (Pumpstationen, Regenbecken) interessant. Bedingt durch das geringe Gefälle stehen oft grosskalibrige Kanalisationsrohre „zur Verfügung“. Bei geeigneter Bewirtschaftung können die vorhandenen Reservevolumina dieser grosskalibrigen Leitungen aktiviert werden, was letztlich zu Einsparungen beim Ausbau von Regenbecken führen kann.

*Vergleich von gemessenen (rot) und gerechneten (blau) Entlastungsereignissen aufgrund verschiedener Niederschläge, temporäre Regenmessstation Siehbach, Zug (oberes Diagramm) und temporäre Regenmessstation Arth (unteres Diagramm)*





Die Bearbeitung von GEP mittels Einsatz von hydrodynamischen Berechnungsmodellen erfordert eine Erweiterung der bisherigen Arbeitsschritte. Das Kanalisationsnetz wird nicht mehr nur mit einem einzelnen konstruierten, theoretischen Blockregen (Berechnungs- bzw. Dimensionierungsregen) untersucht. Vielmehr wird das Netzverhalten anhand von vorhandenen historischen Regenserien mit vielen Hundert grösseren und kleineren, effektiv gefallenen Einzelregen studiert. Der Vorteil dieses Vorgehens besteht darin, dass das zu untersuchende Kanalnetz mit der ganzen Bandbreite von möglichen Regenereignissen geprüft werden kann. Gerade bei Regenereignissen mit niedrigerer Intensität können die Gewässer wirksam durch gezielte Eingriffe bzw. Optimierungen im Kanalnetz geschützt werden.

## 9.2 Kurze Beschreibung des Berechnungsmodells

Das für die Simulation eingesetzte Berechnungsmodell MOUSE besteht im Wesentlichen aus zwei Modulen bzw. Modellen.

Im **Oberflächenabflussmodell** werden vom Bruttoregen die abflussmindernden Faktoren wie Verdunstung, Benetzung der Oberflächen, Muldenverluste sowie die Infiltration in Abzug gebracht. Aufgrund der Definition der Oberfläche (Neigungsparameter, Fließweglängen und Oberflächenrauigkeiten) wird eine Abflussganglinie des in die Kanalisation fließenden Niederschlagswasser am Eintrittsschacht in die Kanalisation gebildet.

Das **Transportmodell** berechnet anhand der Zuflussganglinien aus dem Oberflächenabflussmodell und weiterer allfälliger Zuflüsse den Abwasserabfluss im Kanalnetz. Dabei kann die hydrodynamische Berechnung auch Einflüsse wie negative Gefällsabschnitte, Rückstau etc. berücksichtigen. Zudem können beliebige Kanalquerschnitte effizient gerechnet werden. Im Transportmodell können aber auch Pumpstationen, Regenüberläufe und Regenüberlaufbecken wirklichkeitsnah abgebildet werden.

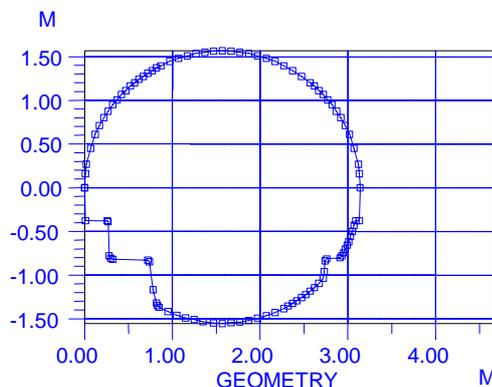
## 9.3 Vorbereitungsarbeiten zur Systemmodellierung

Die Sonderbauwerke, wie Regenüberlaufbecken, Regenüberläufe, Düker, Pumpstation und andere, bilden die Schlüsselstellen in einem Kanalisationsnetz. Gleich verhält es sich bei der Erstellung des Systemmodells für die Hydrodynamische- und Langzeitberechnung.

Für diese Sonderbauwerke müssen im Systemmodell weitergehendere Eingaben gemacht werden als nur die Knotennummer, Koordinaten und Sohlen- und Deckelhöhen. Zu ergänzen sind diese Bauwerke im Modell mit der Geometrie (Volumen) sowie mit hydraulischen Funktionen wie Drosselkurven, Weiterleitmengen usw.

## 9.4 Systemmodellierung

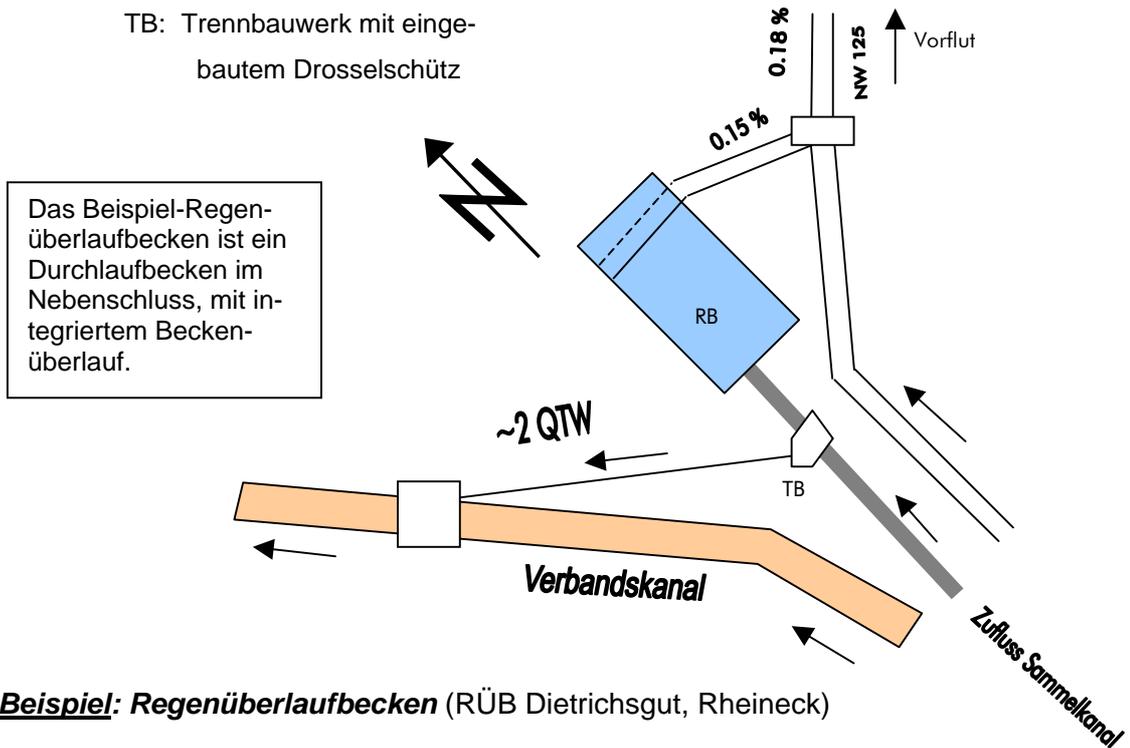
Die Modellierung des Kanalnetzes ohne Sonderbauwerke verursacht in der Regel keine Probleme. Das Kanalnetz wird in Knoten (Schächte) und Haltungen (Leitungen) abgebildet. Die Eingabe von individuellen Kanalisations-Querschnittsformen ist möglich,



**Beispiel:** Querschnitt eines Abwasserstollens (Fuchslochstollen, Rorschach – Altenrhein)

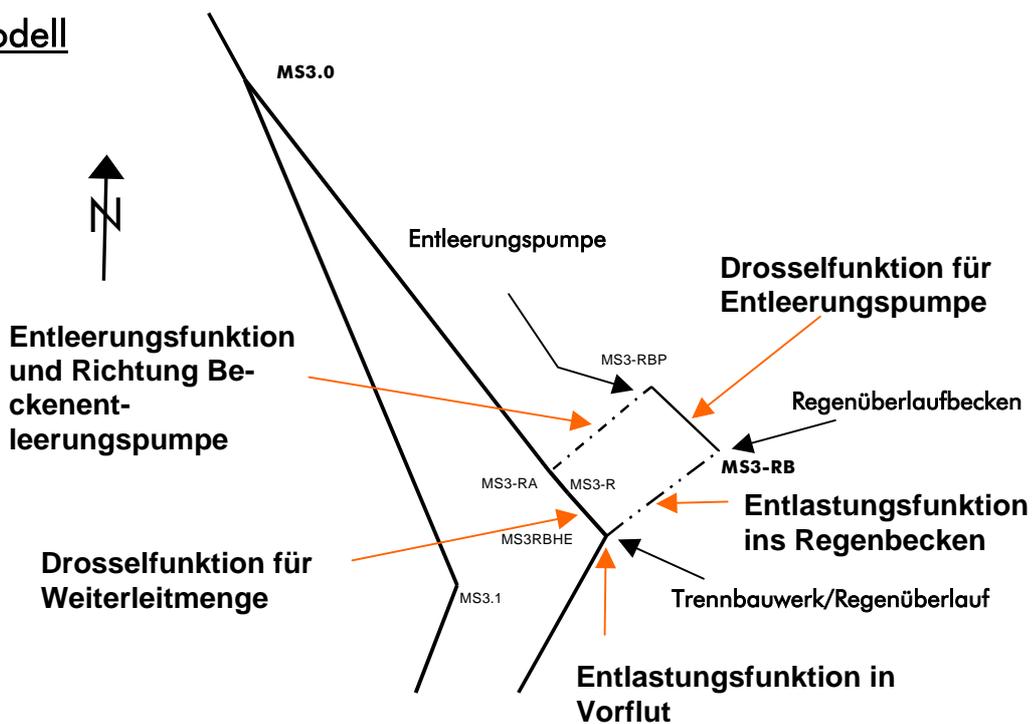
Bei den Sonderbauwerken hingegen lässt das Simulationsprogramm MOUSE bei der Modellierung verschiedene Möglichkeiten offen. Für das Kanalnetz des GVRZ wurde eine wirklichkeitsnahe Modellierung gewählt.

Für die Sonderbauwerksmodellierung musste von der realen Anlage abstrahiert werden. Die Anlage besteht im Modell nur noch aus Knoten, Verbindungsleitungen, Zuordnungen von Geometrien, Entlastungs-, Pump- und Drosselfunktionen. Die folgenden Abbildungen zeigen den Vergleich zwischen dem „realen“ Abbild eines Regenüberlaufbeckens und dem Systemmodell.



**Beispiel: Regenüberlaufbecken (RÜB Dietrichsgut, Rheineck)**

**Modell**



## 9.5 Verifikation des Systemmodells bezüglich Trockenwetterabfluss

### 9.5.1 Einwohnerdichten

Mit den pro Bauzonentyp festgelegten Einwohnerdichten ergibt sich für den IST-Zustand die folgende Anzahl an Einwohnern bzw. Einwohnergleichwerten:

IST:	136'429	EGW	➤	24'555	m <sup>3</sup> / Tag
		FW & Industriezufluss <sup>4</sup>	➤	13'575	m <sup>3</sup> / Tag
<b>Total IST</b>			➤	<b>38'130</b>	<b>m<sup>3</sup> / Tag</b>

Trockenwetteranfall auf der ARA:  $Q_{ARA} = 42'200 \text{ m}^3 / \text{Tag}$

Die Trockenwetterverifikation des Berechnungsmodells zeigt eine gute Übereinstimmung. Die Differenz von rund 4'000 m<sup>3</sup>/Tag ergeben rund 4.6 l/s, was bei der teilweise unsicheren Fremdwasserermittlung, bzw. der schwankenden Industriezuflüsse durchaus im Rahmen der erreichbaren Genauigkeiten liegt.

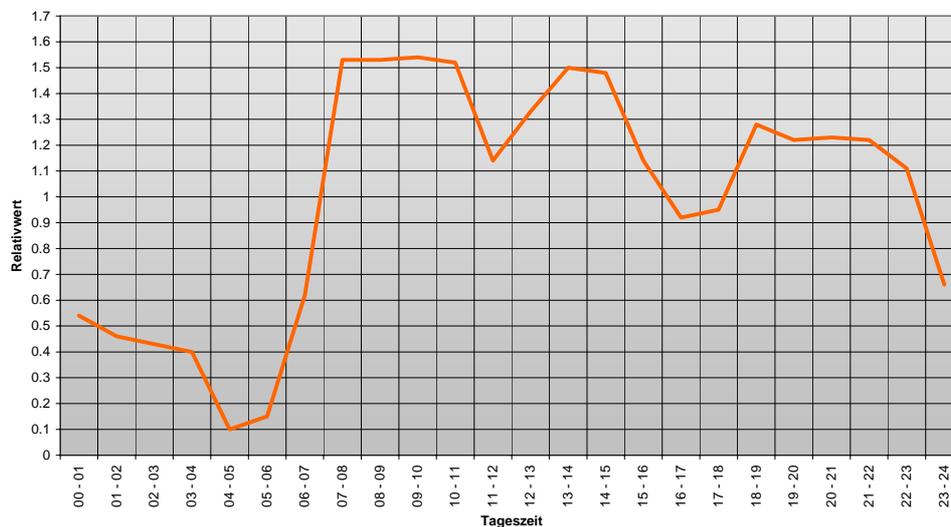
### 9.5.2 Trockenwetterabfluss

Der für die Simulation massgebende Trockenwetterabfluss  $Q_{TW}$  ergibt sich aus den drei Komponenten:

$$\begin{aligned} Q_S &= \text{häusliches Schmutzwasser} \\ Q_I &= \text{industrielles Schmutzwasser (grössere Zuflüsse)} \\ Q_F &= \text{Fremdwasser} \\ Q_{TW} &= Q_S + Q_I + Q_F \end{aligned}$$

- **Trockenwetterzufluss gesamt  $Q_{TW}$ :**

Tagesganglinie Schmutzwasseranfall Typ Regio (Relativwerte zum Tagesmittel)



Bei den Relativwerten handelt es sich um Stundenwerte zum Tagesmittel.

Die Schwankungen des Schmutzwasserabflusses im Kanalnetz sind mit einer Tagesganglinie (siehe Grafik auf vorheriger Seite) nachgebildet worden. Die folgende Tabelle gibt die für die Simulation verwendete Abflussganglinie wieder.

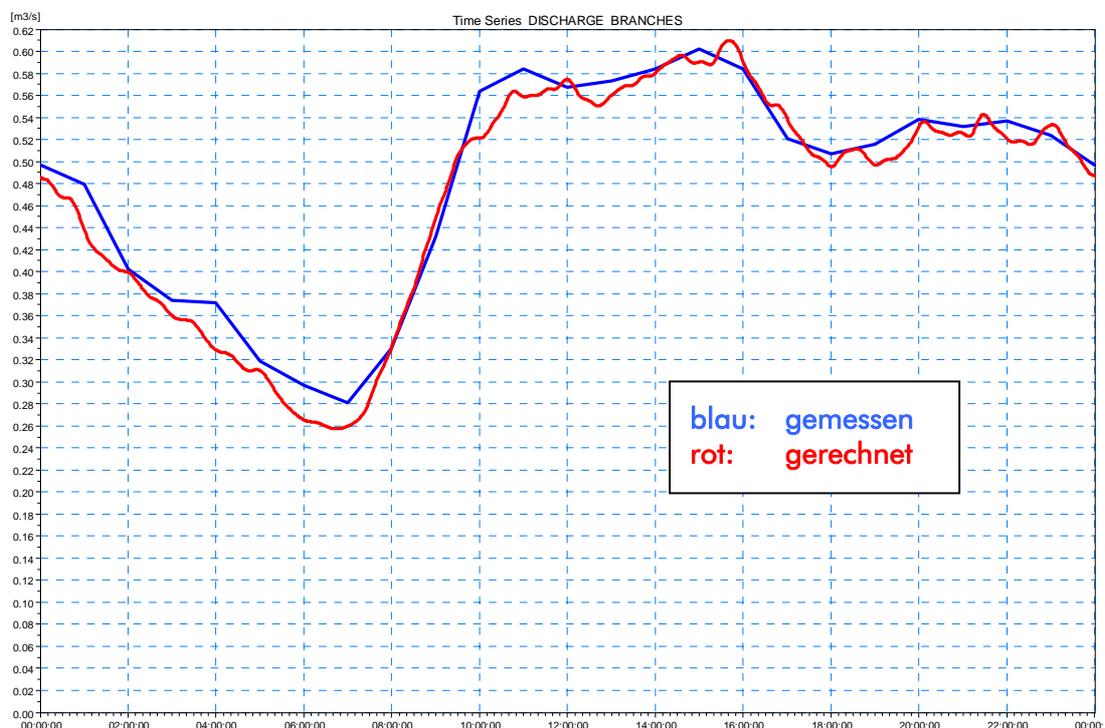
<sup>4</sup> 10'832 EGW sep. Industriezufluss, so dass sich damit wiederum total 147'261 EGW ergeben (Fa. Pavatex, usw.)

Tageszeit	Ganglinie Siedlungen
0000 - 0100	0.54
0100 - 0200	0.46
0200 - 0300	0.43
0300 - 0400	0.40
0400 - 0500	0.10
0500 - 0600	0.15
0600 - 0700	0.62
0700 - 0800	1.53
0800 - 0900	1.53
0900 - 1000	1.54
1000 - 1100	1.52
1100 - 1200	1.14

Tageszeit	Ganglinie Siedlungen
1200 - 1300	1.33
1300 - 1400	1.50
1400 - 1500	1.48
1500 - 1600	1.14
1600 - 1700	0.92
1700 - 1800	0.95
1800 - 1900	1.28
1900 - 2000	1.22
2000 - 2100	1.23
2100 - 2200	1.22
2200 - 2300	1.11
2300 - 2400	0.66

Der Trockenwetterzufluss zur ARA Schönau basiert auf einem durchschnittlichen täglichen Wasserverbrauch von 180 Litern pro Einwohner(gleichwert) und Tag, zuzüglich Fremdwasser und Industriezuflüsse. Die blaue Kurve wurde auf der ARA Schönau an einem durchschnittlichen Trockenwettertag als Zufluss gemessen (19.2.2004).

**Vergleich zwischen gerechnetem und gemessenem Trockenwetterzufluss auf ARA Schönau**



Der Vergleich zwischen Berechnung und Messung ergibt eine gute Übereinstimmung. Das ursprüngliche Vorhaben, für die Gemeinden mit eher ländlicher Dorfstruktur und Gemeinden mit eher städtischer Struktur für die Verifikationsrechnung unterschiedliche Tagesganglinien zu verwenden wurde verworfen.

Die berechneten Zuflusskurven bei der ARA Schönau wurden hauptsächlich durch die städtischen Tagesganglinien bestimmt. Somit wurde für die Verifikation eine sogenannte regionale Tagesganglinie definiert.

- **Häusliches und gewerbliches Schmutzwasser  $Q_S$ :**

Der Trockenwetterabfluss basiert auf einem **durchschnittlichen täglichen Wasserverbrauch von 180 l pro Einwohner**. Er dürfte in Zukunft eher abnehmen, denn steigen. Für die Konzeptberechnung wird jedoch vom aktuellen Verbrauch ausgegangen.

- **Fremdwasserzufluss  $Q_F$ :**

Da auch in Zukunft in den Kanalisationen Fremdwasser anfällt, wird für die Konzeptberechnung der aktuell gemessene, mittlere Fremdwasseranfall der Trockenwetterberechnung zugrunde gelegt. Zu Details siehe Zustandsbericht Fremdwasser. Im Modell ist das Fremdwasser als konstanter Zufluss von total 113.5 l/s abgebildet worden.

- **Grössere Industriezuflüsse  $Q_{Ind}$ :** *(Quelle: ZB Industrie und abwasserrelevante Gewerbeanlagen)*

Als grössere Industriezuflüsse sind zu nennen:

- Papierfabrik Cham-Tenero AG, Cham	ca.	23.2 l/s
- Pavatex SA, Cham	ca.	2.4 l/s
- PPC Electronic AG, Cham	ca.	6.9 l/s
- Hofstetter Markus AG, Küssnacht	ca.	2.5 l/s
- Photochemie AG, Unterägeri	ca.	2.9 l/s
- Elmicron AG, Zug	ca.	0.3 l/s
- Deponie Tännlimoos, Sihlbrugg	ca.	2.5 l/s
- Deponie Alznach, Hünenberg	ca.	0.6 l/s
- Baer Weichkäserei AG, Küssnacht	ca.	2.3 l/s
- Deponie Baarburg	ca.	0 - 2.3 l/s

Umgerechnet auf einen gleichmässigen Zufluss ergibt dies rund 43.6 l/s bzw. rund 3'770 m<sup>3</sup>/Tag.

### 9.5.3 Abflusswirksame Flächen

Für die Verifikation des Modells bei Regenwetter konnten nur die Entlastungsganglinien bei verschiedenen Entlastungsanlagen verwendet werden. Eigentliche Abflussganglinien im Kanalnetz standen nicht zur Verfügung.

Die Verifikation der abflusswirksamen Flächen erfolgte anhand von verschiedenen gemessenen Regenereignissen, bei denen zugleich auch die Entlastungsmengen an ausgewählten Sonderbauwerken gemessen wurden. Diese gemessenen Regen wurden im Berechnungsmodell eingegeben und die Entlastungsmengen an den ausgewählten Sonderbauwerken berechnet und dann mit den gemessenen Entlastungsmengen verglichen.

Bezüglich der Zuweisung der Befestigungsgrade zu den verschiedenen Bauzonentypen wird auf den Zustandsbericht Einzugsgebiet verwiesen.

Die Berechnungen sind mit dem Oberflächenabflussmodell A (Eingabe von generellen Befestigungsgraden, mit generellem Abzug für Verdunstung, Benetzungs-, Mulden-, sowie Infiltrationsverlust) durchgeführt worden.

### 9.5.4 Weiterleitmengen an Gemeindeübergabestellen bzw. bei Sonderbauwerken

Für den Verbandskanal spielt der Mischwasserabfluss bei Regenwetter in den Gemeindeflächen dort eine untergeordnete Rolle, wo keine Vermischung von Gemeindeflächen- und Verbandskanal vorliegt. Dies deshalb, weil an den Schnittpunkten zwischen den Gemeindeflächenabwassernetzen mit dem Verbandskanal genau festgelegte Abwassermengen weitergeleitet werden.

Bei diesen Abwassermengen handelt es sich in der Regel um ein Mehrfaches des Trockenwetteranfalls. Das „überschüssige“ Regenwasser aus den Gemeinden wird über Regenüberlaufbecken vorbehandelt und dann den Vorflutern zugeführt. Entscheidend für die hydraulische Auslastung des Verbandskanals sind die an den „Übergabestellen“ eingestellten Weiterleitmengen. Diese Weiterleitmengen sind mit guter Genauigkeit bekannt. Die Transportvorgänge im Verbandsnetz können deshalb mit guter Sicherheit berechnet werden.

Dort wo die Gemeinde für den Abtransport des Regenwassers den Verbandskanal nutzt, ist eine Verifikation schwierig auszuführen, wenn Abflussmessdaten fehlen (z.B. Zug, Cham, Küssnacht). Um verlässliche Aussagen zu erhalten sollen im Minimum die Weiterleitmengen bei den Regenüberläufen bekannt sein. Da zu den Weiterleitmengen der kommunalen Regenüberläufe keine gesicherten Zahlen vorhanden sind, sind die Ergebnisse aus den hydrodynamischen Berechnungen vorsichtig zu interpretieren. Dies gilt in vermehrtem Masse, wenn die temporäre Regenmessstation in grosser Distanz entfernt aufgestellt war (Küssnacht: Regenmessstandort Arth; Cham: Regenmessstandorte Arth oder Zug).

Mit der Messung der Entlastungsmengen konnte im Grossen und Ganzen aber doch eine befriedigende Verifikation für den Regenwetterfall erreicht werden, weil in der Regel bei den für die Verifikation beigezogenen Anlagen die vorgeschalteten Regenüberläufe die Zuflussmengen drosselten. Bei einer zu starken Drosselung wären die dem Regenereignis folgenden variablen Abflussganglinien verloren gegangen, bei zu weit geöffneten Drosselorganen wären die Entlastungsvolumina zu hoch oder dann in zu kurzer Dauer ausgefallen. Insofern waren die aus den Probenahmen (siehe Zustandsbericht Gewässer, Teil Stofffrachten) vorliegenden Messungen für die Verifikation verwendbar.

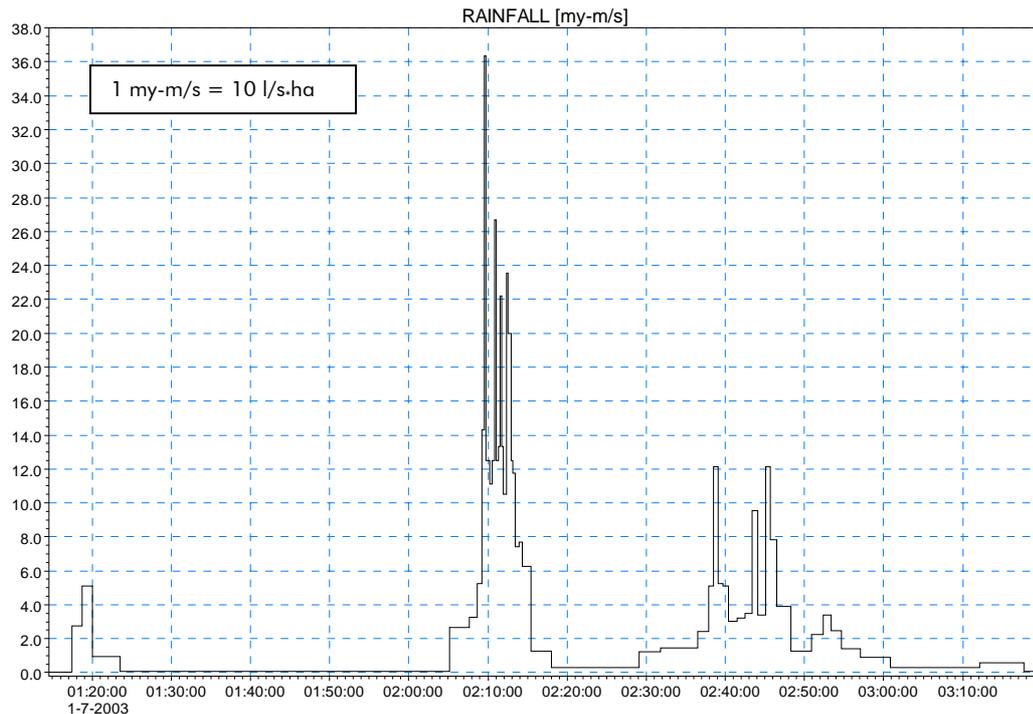
## 9.6 Bemessungsregen

Die Wahl eines eigentlichen Bemessungsregens war nicht notwendig. Der massgebende Abfluss im Verbandskanal wird nicht durch ein Regenereignis mit bestimmter Intensität, Dauer und Jährlichkeit ausgelöst, sondern durch das Zusammenwirken der bei den Sonderbauwerken eingestellten Weiterleitmengen.

Im Extremfall kann der Verbandskanal durch ein flächendeckendes Regenereignis mit geringer Intensität, aber sehr langer Dauer höher belastet werden, als bei kurzen, extremen Niederschlägen. Im ersten Fall würden sich über die lange Regendauer mit abnehmender Distanz zur Kläranlage sämtliche Weiterleitmengen kummulieren und zu einem Maximum ausbilden. Bei Ereignissen von kurzer Dauer, oder bei ungleichmässig im Verbandsgebiet verteilten Niederschlägen, ist eine Kumulation der Niederschläge eher selten. Die Weiterleitmengen an den Sonderbauwerken sind bei Extremniederschlägen die gleichen wie bei kleinen Niederschlägen (sofern der Regenwasserzufluss die Weiterleitmenge überschreitet).

Von den oben aufgeführten Überlegungen sind diejenigen Verbandskanalabschnitte ausgenommen, die von den Gemeinden als Mischsystementwässerung (bis zur nächsten Entlastungsanlage) mitbenutzt werden..

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass kein eigentlicher Bemessungsregen vorgegeben werden muss. Bereits im Rahmen der Verifikation für das Kanalnetz auf der Seite Zug wurden Niederschläge mit hoher Intensität gemessen. Die folgende Grafik zeigt das Regenereignis vom 1. Juli 2003, gemessen am Standort des RÜB Siehbach in Zug. Die Intensitätsspitze liegt bei 363 l/s-ha. Bereits dieser Regen kann für die Überprüfung der Abflusskapazitäten im Verbandskanal verwendet werden.



Die Wahl des Bemessungsregens hängt von den Aufgabenstellungen (Überprüfung Netzhydraulik, Überprüfung Entlastungsverhalten der Sonderbauwerke, etc) zur Lösung eines Problems ab. Damit der Verbandskanal auf hydraulische Überlastung überprüft werden kann, genügt es, einen theoretischen Blockregen zu wählen, der einerseits die Entlastungsanlagen zum Anspringen bringt und andererseits so lange dauert, wie die Fließzeit von der entferntesten Entlastungsanlage (Drosselorgan) bis zur Kläranlage. Bei den sehr langen Fließzeiten im Kanalnetz des GVRZ muss dieser Blockregen zwangsläufig über ca. 10 Stunden dauern. Während dieser Dauer akkumulieren sich die verschiedenen Abflüsse zu einem Maximum, welches vom Verbandskanal „bewältigt“ werden muss.

Für die oben genannten Berechnungen wurde ein Blockregen mit einer Intensität von 70 l/s\*ha über eine Dauer von 12 Stunden gewählt. Auf den ersten Blick scheint es sich um eine niedrige Intensität zu handeln. Regenereignisse über eine solche Zeitspanne haben in der Regel aber noch geringere Intensitäten.

Für Fragestellungen, die sich nicht mit geregelten Abflüssen befassen, sondern auch noch die Regenwasserabflüsse aus den Gemeindefnetzen berücksichtigen müssen, werden die Bemessungsregen mit einer höheren Niederschlagsintensität eingesetzt. Diese weisen aber auch eine wesentlich kürzere Regendauer auf.

## 9.7 Hydraulische Überprüfung Verbandsnetz für den Endzustand

Die hydraulische bzw. hydrodynamische Überprüfung des Verbandsnetzes basiert auf der zweiten Konzeptvariante (Konz\_2) der Langzeitsimulationsberechnungen.

In dieser Variante wird das Schwergewicht auf die Reduktion der Gesamtentlastungen gelegt. Dies bedeutet insbesondere auf der Zuger Seite, dass die Entlastungen in den Zugersee weniger stark abnehmen als die Entlastungen in die Lorze unterhalb Cham. Zudem ist der nördliche Zugerseebereich stärker zu schützen als der südliche Bereich.

Die definitive Festlegung der Weiterleitmengen bei den Sonderbauwerken ist ein iterativer Schritt zwischen Langzeit- und hydrodynamischer Simulation. Bei letzterer geht es um die Überprüfung, ob die aus der Langzeitsimulation erhaltenen, optimierten Weiterleitmengen auch tatsächlich von den nachfolgenden Kanalisationsleitungen abgeführt werden können.

**Hinweis:**

Bei der hydraulischen Analyse werden die Verhältnisse  $Q_{\max}/Q_v$  und  $H_{\max}/D$  überprüft.

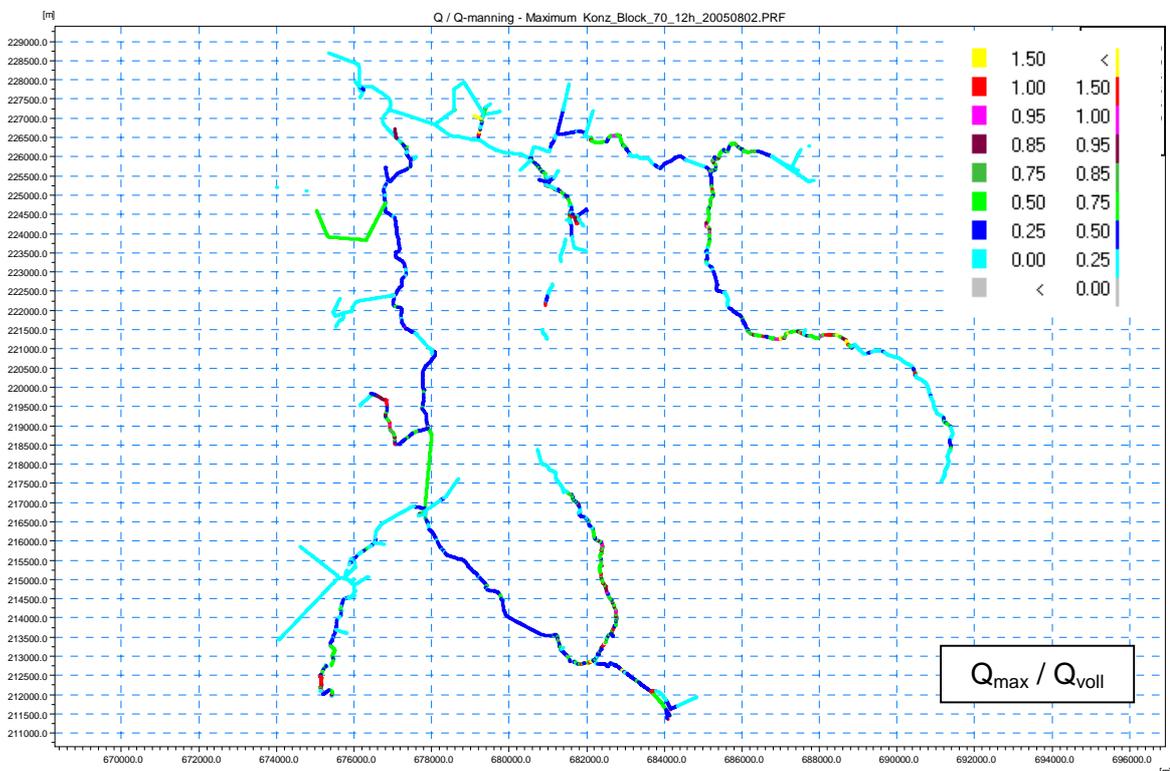
- $Q_{\max}/Q_v$  :       maximaler Abfluss beim Bemessungsregen / maximale, drucklose Abflussmöglichkeit im Rohr aufgrund des Rohrkalibers und des Leitungsgefälles
- $H_{\max}/D$  :       maximaler Wasserspiegel beim Bemessungsregen / Rohrdurchmesser

Bei der Analyse des Verhältnisses von  $Q_{\max}/Q_v$  muss gleichzeitig auch das Verhältnis  $H_{\max}/D$  überprüft werden. Aufgrund hydrodynamischer Einflüsse ist es gut möglich, dass beim Übergang einer steilen in eine flachere Leitung eine grössere Wassermenge im flacheren Teilstück abfließt, als bei Normalabflussverhältnissen (Mitnahme einer grösseren kinetischen Energie). Wenn also das Verhältnis  $Q_{\max}/Q_v$  gleich oder grösser 1 ist, ist gleichzeitig zu prüfen, ob auch das Verhältnis  $H_{\max}/D$  gleich oder grösser 1 ist. Falls letzteres nicht zutrifft, besteht kein Kapazitätsengpass oder Rückstau. Allerdings ist die Kapazitätsgrenze dieses Leitungsabschnitts erreicht.

*Da in der Stadt Zug, in Küssnacht und auch in Arth der Verbandskanal die Weiterleitmengen aus den Regenüberläufen bis zum nächsten Regenüberlaufbecken aufnehmen muss, sind diese Abschnitte gesondert zu behandeln. In diesen Abschnitten müssen die maximalen Abflussmengen anhand eines 5-jährlichen Regenereignisses überprüft werden. Konkret betrifft dies die Leitungsabschnitte zwischen dem Anschluss des südlichsten Regenüberlaufs in Küssnacht (im Ast nach/von Greppen) bis zum Regenüberlaufbecken mit Pumpstation Küssnacht, sowie der Abschnitt nach der Pumpendruckleitung Kantonsspital bis zum Pumpwerk Siehbach.*

Die folgende Grafik zeigt den maximalen Auslastungsgrad beim Belastungsfall maximaler Abfluss aus den Sonderbauwerken. Dabei gilt: Belastungsgrad =  $Q_{\max}/Q_{\text{voll}}$

Situationen (grobe Übersicht) über die Belastung des Kanalisationsnetzes hinsichtlich abzuleitender Wassermengen

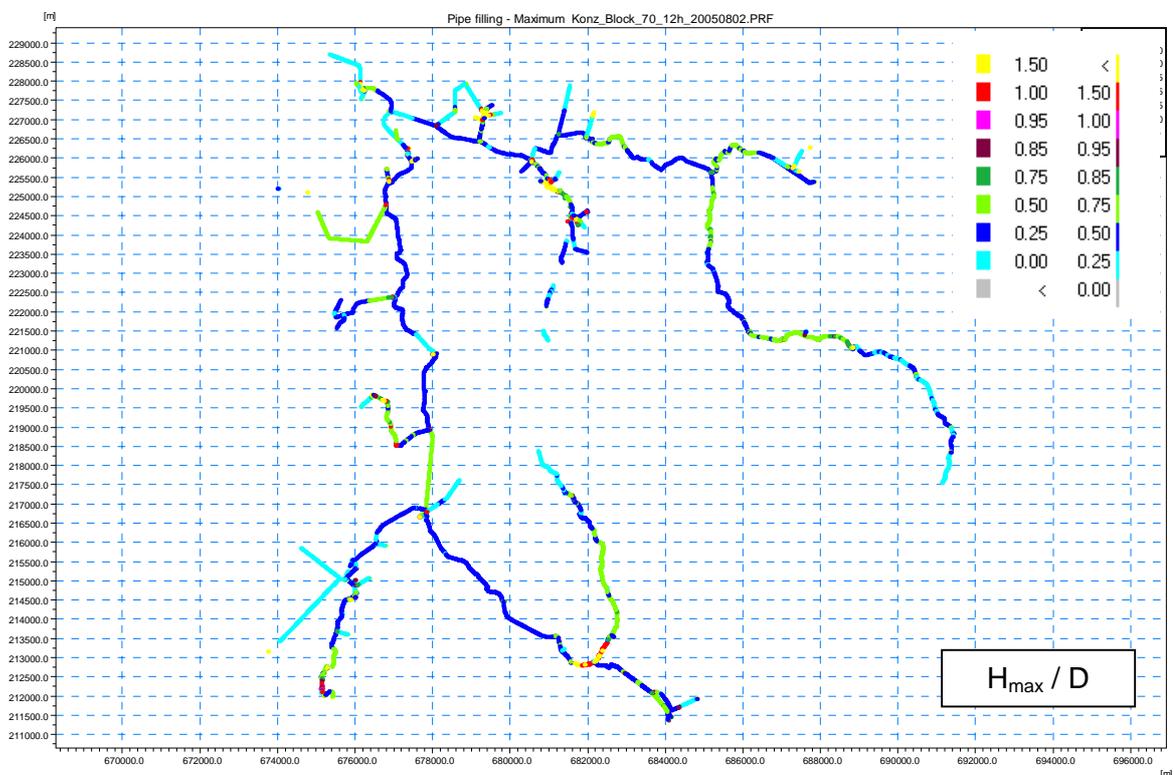


Der obige Nachweis zeigt, dass der Auslastungsgrad des Verbandskanals den Wert von 0.75 bzw. 75 % in sehr wenigen Abschnitten überschreitet. Mehrheitlich wird nicht einmal der Wert von 0.50 bzw. 50 % (dunkelblaue Linien) überschritten. Zu den Abschnitten mit roten und gelben Einfärbungen siehe weiter hinten.

Die folgende Grafik zeigt den maximalen Füllungsgrad beim Belastungsregen. Dabei gilt: Füllungsgrad = Wassertiefe/Profilhöhe (Durchmesser)

Auch dieser Nachweis zeigt, dass der Verbandskanal mit ganz wenigen, speziellen Ausnahmen zu keinem Zeitpunkt unter Rück- oder Überstau steht.

Situationen (grobe Übersicht) über die Belastung des Kanalisationsnetzes hinsichtlich Leitungseinstau



Klar erkennbar sind die eingestauten Abschnitte vor den verschiedenen Entlastungsanlagen oder Pumpwerken. In den folgenden Kapiteln werden die verschiedenen Kanalabschnitte einzeln und mit vergrößerten Ausschnitten dargestellt.

Zur Besprechung der einzelnen Teilstrecken siehe im Hauptbericht Nr. 9, Zustandsbericht Abwasseranfall und hydrodynamische Berechnung.

## 9.8 Zusammenfassung

Das Kanalisationsnetz des GVRZ weist wenige hydraulische Problemstellen auf. Dies ist einerseits eine Folge des bis zum Endzustand stattfindenden Wechsels von kommunalen Mischsystemen zu Trenn- oder modifizierten Systemen, andererseits der optimierten Ausnutzung der vorhandenen Kanal- oder Sonderbauwerksvolumina.

Für die hydrodynamische Berechnung wurde das Programm MOUSE verwendet. Dieses besteht aus den zwei Modulen Oberflächenabflussmodell und Transportmodell. Nach der Systemmodellierung (Kanalnetz und Sonderbauwerke) wurde das erarbeitete Modell aufgrund des Ist-Zustandes bezüglich Trocken- und Regenwetteranfall verifiziert. Der Vergleich zwischen Berechnung und Messung ergibt eine gute Übereinstimmung der Resultate.

Für die hydrodynamische Simulation für den Endzustand wurden anschliessend sämtliche nicht überbauten, aber eingezonten Flächen sowie die Reserveflächen für die Berechnung als überbaut angenommen. Für den Endzustand ergeben sich rund 180'000 EGW (hydraulisch).

Die Wahl eines eigentlichen Bemessungsregens war nicht notwendig. Der massgebende Abfluss im Verbandskanal wird nicht durch ein Regenereignis mit bestimmter Intensität, Dauer und Jährlichkeit ausgelöst, sondern durch das Zusammenwirken der bei den Sonderbauwerken eingestellten Weiterleitmengen. Für die Berechnungen war es ausreichend, einen Blockregen mit einer Intensität von 70 l/s-ha über eine Dauer von 12 Stunden zu verwenden. Auf den ersten Blick scheint es sich um eine niedrige Intensität zu handeln. Regenereignisse über eine solche Zeitspanne haben in der Regel aber noch geringere Intensitäten. Für Fragestellungen, die sich nicht mit geregelten Abflüssen befassen, sondern auch noch die Regenwasserabflüsse aus den Gemeindeflächen berücksichtigen müssen, wurden Bemessungsregen mit einer höheren Niederschlagsintensität eingesetzt. Diese weisen aber auch eine wesentlich kürzere Regendauer auf.

Die hydraulische Überprüfung des Verbandsnetzes basiert auf der zweiten Konzeptvariante (Konz\_2) der Langzeitsimulationsberechnungen. In dieser Variante wird das Schwergewicht auf die Reduktion der Gesamtentlastungen gelegt. Insgesamt ergibt sich im Endzustand eine Reduktion der Gesamtentlastungen um rund 42%. Dies bedeutet insbesondere auf der Zuger Seite, dass die Entlastungen in den Zugersee weniger stark abnehmen als die Entlastungen in die Lorze unterhalb Cham. Zudem ist der nördliche Zugerseebereich stärker zu schützen als der südliche Bereich.

Die gesamte hydraulische Überprüfung des Kanalnetzes des GVRZ ist in Kapitel 7 des Hauptberichtes Nr. 9, „Zustandsbericht Abwasseranfall & hydrodynamische Berechnung“ ausführlich dokumentiert. Die nachfolgende Tabelle zeigt einen Gesamtüberblick über die Auslastung der Verbandskanäle im Endzustand.

<b>Abschnitt Verbandskanal</b>	<b>Bericht Nr. 9, Seite</b>	<b>Beurteilung Kapazität Verbandskanal (Endzustand)</b>
Walchwil bis Arth	Kap. 7.1, S. 19ff	Walchwil bis vor Dorf Arth keine Kapazitätsprobleme; Pumpwerk Mettler bis Pumpwerk Turm: Rückstau aufgrund der Einschaltkoten beim Pumpwerk Turm.
Goldau (Tramweg) bis Arth	Kap. 7.2, S. 23	Keine Kapazitätsprobleme.
Arth (PW Turm) bis Immensee	Kap. 7.3, S. 24	Keine Kapazitätsprobleme. Aufgrund der Leitungskapazität ergibt sich eine maximale Pumpfördermenge von 600 l/s. Vor dem Pumpwerk Immensee fehlt eine Notentlastung.
Greppen bis Gemeindegrenze zu Küssnacht	Kap. 7.4, S. 24f	Reduktion der Weiterleitmenge beim RÜ Greppen auf 38 l/s.
Gemeindegrenze Küssnacht bis Pumpwerk / RÜB Küssnacht	Kap. 7.5, S. 26f	Keine Kapazitätsprobleme. Um konkrete Aussagen machen zu können, müsste das Abwassernetz von Küssnacht detailliert in das Berechnungsmodell miteinbezogen werden.
Pumpwerk / RÜB Küssnacht bis vor Stollen Immensee	Kap. 7.6, S. 27	Keine Kapazitätsprobleme.
Immensee bis PW Risch	Kap. 7.7, S. 28	Keine Kapazitätsprobleme.
Anschluss Meierskappel	Kap. 7.8, S. 28f	Reduktion der Weiterleitmenge beim geplanten RÜB Meierskappel auf 50 l/s. Nachfolgend nur geringfügige Überlastung.
PW Risch bis Anschluss Zwijeren	Kap. 7.9, S. 30	Keine Kapazitätsprobleme.
Anschluss Zwijeren	Kap. 7.10, S. 31f	Mobilisierung des vorhandenen Kanalspeichervolumens durch Erhöhung der Entlastungskante beim Streichwehr Zwijeren.
Zusammenschluss Zwijeren bis ARA Schönau	Kap. 7.11, S. 33	Keine Kapazitätsprobleme. Um konkrete Aussagen machen zu können, müsste das Abwassernetz von Cham detailliert in das Berechnungsmodell miteinbezogen werden.
Morgarten bis RÜB Seeplatz Oberägeri	Kap. 7.12, S. 33f	Keine Problemstellen vorhanden.
RÜB Seeplatz Oberägeri bis PW Unterägeri	Kap. 7.13, S. 35f	Keine Kapazitätsprobleme.
PW Unterägeri bis RÜ Schmittli	Kap. 7.14, S. 36f	Mit wenigen Ausnahmen keine Kapazitätsprobleme.
RÜ Schmittli bis Zusammenschluss mit VK-Abschnitt Menzingen	Kap. 7.15, S. 37	Keine hydraulischen Probleme.
Anschlussleitung Menzingen	Kap. 7.16, S. 38	Keine hydraulischen Probleme, falls die vorgeschlagenen Weiterleitmengen bei den RÜB in Menzingen eingehalten werden. Anschlussüberprüfung seitens der Gemeinde Menzingen notwendig.
Zusammenschluss Menzingen bis Zusammenschluss Zug	Kap. 7.17, S. 39	Keine Überlastungserscheinungen.
Abschnitt Rebmat bis Kantonsspital Zug	Kap. 7.18, S. 39	Keine Überlastungserscheinungen.
Abschnitt Kantonsspital bis RÜB Schützenmatt	Kap. 7.19, S. 40	Keine Kapazitätsprobleme. Um konkrete Aussagen machen zu können, müsste das Abwassernetz von Zug detailliert in das Berechnungsmodell miteinbezogen werden.

Abschnitt Verbandskanal	Bericht Nr. 9, Seite	Beurteilung Kapazität Verbandskanal (Endzustand)
RÜB Schützenmatt bis RÜB Siehbach	Kap. 7.20, S. 41	Kapazitätsengpässe in der Verbindungsleitung, falls der Gesamtzufluss grösser ist als die Gesamtförderkapazität in der Anlage Siehbach. Für Optimierungen sind separate Detailberechnungen unter Einbezug des Abwassernetzes von Zug notwendig.
RÜB Siehbach bis Zusammenschluss mit Zufluss aus Baar / Ägerital	Kap. 7.21, S. 41f	Infolge der vorgeschlagenen Reduktion der Weiterleitmenge beim RÜB Siehbach treten keine hydraulischen Engpässe auf.
Abschnitt Zug / Baar bis ARA Schönau	Kap. 7.22, S.42	Keine hydraulischen Problemstellen.
Zufluss Sennweid	Kap. 7.23, S. 43	Keine hydraulischen Problemstellen.
Zufluss Hinterberg	Kap. 7.24, S. 43	Keine hydraulischen Problemstellen.

Mit geringen Ausnahmen bei zwei Sonderbauwerken können die optimierten Weiterleitmengen gemäss Konzeptvariante Konz\_2 problemlos abgeleitet werden. Die erste Korrektur betrifft die Reduktion der Weiterleitmenge beim Regenüberlauf Greppen von 50 l/s auf 38 l/s. Zuzüglich der 2 Liter Fremdwasser fließen im Abschnitt zwischen dem Regenüberlauf Greppen und dem Regenüberlaufbecken rund 40 l/s ab. Bei dieser Abflussmenge wird bei verschiedenen Leitungsabschnitten die Kapazitätsgrenze erreicht. Die zweite Korrektur betrifft die Reduktion der Weiterleitmenge beim geplanten Regenüberlaufbecken Meierskappel von 55 l/s auf 50 l/s.

## 10. Entwässerungskonzept Teil 1: Langzeitsimulation

### 10.1 Einleitung

Die vorausgegangenen detailhydraulischen Berechnungen haben das Ziel gehabt, das Systemmodell bzw. das hydraulische Verhalten des Systemmodells möglichst nahe an die effektiven Verhältnisse (Wirklichkeit) heranzuführen. Die für diesen Vorgang verwendeten Begriffe werden als Verifikation und Kalibrierung bezeichnet.

Es läge nun nahe, mit der hydrodynamischen Simulation auch das Verhalten der Entlastungsanlagen zu ermitteln. Um aber statistisch signifikante Aussagen zu erhalten, müsste eine Vielzahl von Regenereignissen durchgerechnet und ausgewertet werden. Die hydrodynamische Berechnung eignet sich aus verschiedenen Gründen nicht, eine grosse Anzahl Regenereignisse durchzurechnen. Zum einen dauern bei grossen Kanalisationsnetzen die Rechenzeiten sehr lange (Stunden) und zum andern müssen die Einzelergebnisse „von Hand“ ausgewertet und statistisch aufbereitet werden. Die Berechnung von mehreren Tausend Einzelregen, wie es im Fall des Verbands - GEP angewendet worden ist, würde einen immensen Zeit- und Kostenaufwand verursachen.

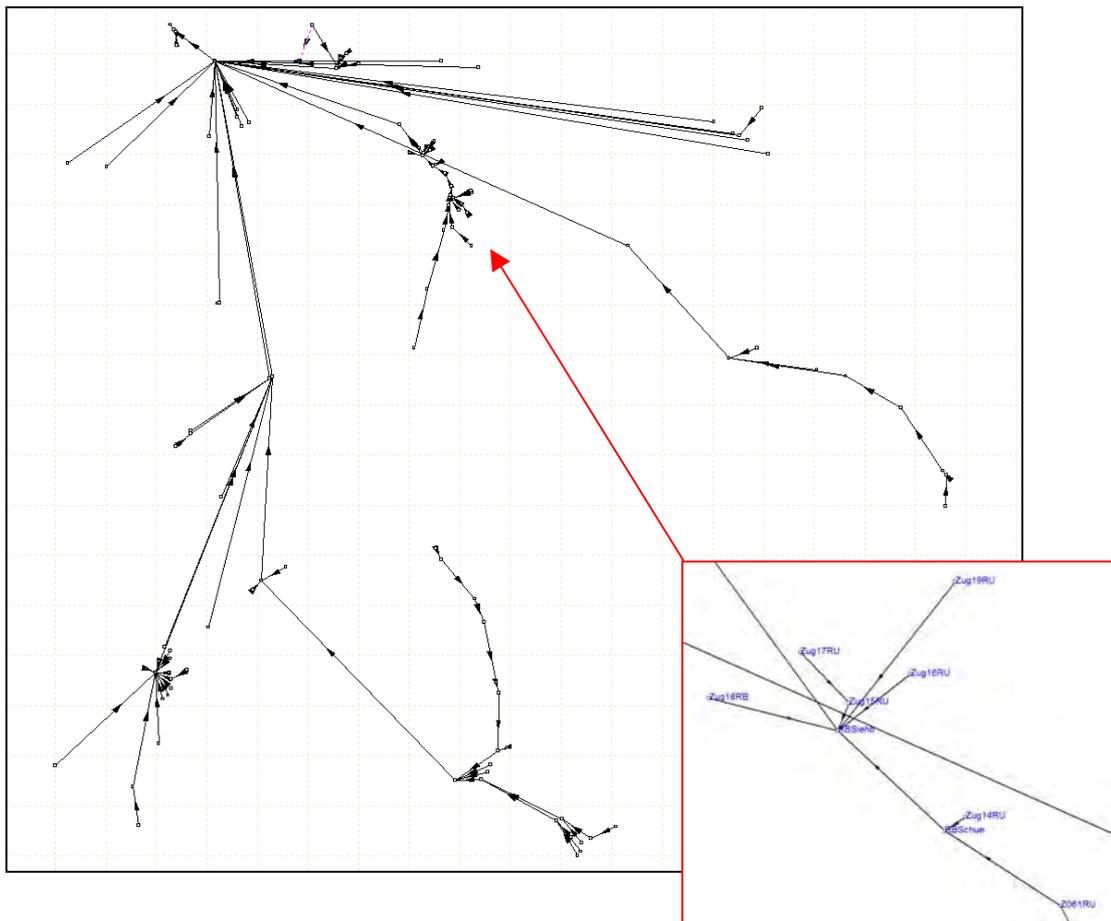
Zu diesem Zweck steht das Programmpaket MOUSE-SAMBA zur Verfügung, das die geforderte Aufgabenstellung in zeitlicher Hinsicht gut bewältigt. Zur Beschreibung des Programms siehe das folgende Kapitel 10.2.

### 10.2 Beschreibung Langzeitsimulationsmodell MOUSE - SAMBA

Für die vorgenommenen konzeptionellen Untersuchungen wurde das Berechnungsprogramm MOUSE-SAMBA eingesetzt. Dieses ist das Langzeit-(Kontinuum-)Simulationsmodul der dänischen Berechnungs-Software MOUSE (= Model for Urban Sewers). Diese Programme sind in der Schweiz seit rund 18 Jahren auf dem Markt und werden von gegen 100 Anwendern eingesetzt.

Das Kontinuum-Modell verwendet als Belastungsgrösse mehrjährige Regenserien, typisch mit 15 und mehr Datenjahren. Solche Serien stehen in der Schweiz in der Nähe von Siedlungsgebieten für mehr als 40 automatische Messstellen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt SMA in Form von aufbereiteten 10-Minuten-Daten zur Verfügung. Hinzu kommt eine wachsende Zahl lokaler Messnetze mit hoher zeitlicher Auflösung (1- 2 Minuten)

MOUSE-SAMBA verwendet für die Simulation eine stark vereinfachte Modell-Umsetzung des detaillierten Kanalnetzes, indem dieses in einem Vorlauf auf die massgebenden Berechnungspunkte reduziert wird. Diese umfassen definierte Auslaufpunkte, Entlastungen, Regenbecken sowie Trennschächte und Hebewerke.



*Stark vereinfachtes Schema des GVRZ-Verbandsnetzes (für Langzeitsimulation)*

An den Berechnungspunkten werden die lokalen Bauwerk-Volumina aus den Systemdaten ermittelt. Nach Wahl des Anwenders können ebenfalls die Kanalsvolumina unterhalb der relevanten Wehrknoten bis zum nächst oberen Berechnungspunkt erfasst werden. Während der Simulation wird nur der verfügbare Kanalspeicher - ohne den aktuellen Durchflussquerschnitt, ermittelt aus der massgebenden Weiterleitmenge am Berechnungspunkt - in Rechnung gesetzt.

Die Füllungs- und Leerungsvorgänge werden bei der Simulation in MOUSE-SAMBA zeit- und kalendermässig voll berücksichtigt. Vorhandene Teilfüllungen der Speicher werden beim nächsten behandelten Regenereignis einbezogen und führen gegebenenfalls zu einem vorzeitigen Überlauf.

Nicht-konstante Weiterleitmengen an Berechnungspunkten können über Regelfunktionen berücksichtigt werden. Diese stellen auf die aktuellen Speicher-Volumina beliebiger anderer Berechnungspunkte im System im vorangehenden Berechnungsschritt ab. Damit besteht eine gute Möglichkeit, auch kompliziertere Steuerkonzepte mit Fernbeeinflussung auf ihre Auswirkungen und ihren Nutzen hin zu untersuchen.

Da die Weiterleitbedingungen erfahrungsgemäss den mit Abstand grössten Einfluss auf die Überlauffunktion haben ist deren Kontrolle und Definition im Berechnungsprogramm von grosser Wichtigkeit. Anhand vorgängiger, gezielter Überprüfungen mit der dynamischen Detailsimulation sind die Basiswerte entweder konstant oder variabel als Regelfunktion für die nachfolgenden Langzeit-Berechnungen festzulegen

Die Resultatausgabe der Langzeit-Simulation erfolgt typischerweise in Form statistisch aufbereiteter Zahlenwerte und Grafiken:

- Für **akute Belastungen**, wie sie für Fließgewässer wichtig sind, werden die rangierten **Extremwerte** der Überlaufkennwerte in Funktion der Auftretens-Jährlichkeit aufbereitet.
- Für **kumulative Belastungen** von ruhenden Gewässern werden die Ergebnisse als **Summenwerte** für die einzelnen Jahre sowie für Teilperioden ausgewiesen.

Die vereinfachte Berechnungsweise in MOUSE-SAMBA ist auf die rasche und effiziente Simulation grosser Datenserien von Regenaufzeichnungen ausgelegt. Die erläuterten, erheblichen Vereinfachungen schränken naturgemäss die Genauigkeit der Ergebnisse ein.. Der hauptsächliche Wert der Langzeit-Simulation liegt in erster Linie auf der wiederholten iterativen Durchrechnung unterschiedlicher Szenarien für deren relativen Vergleich, sowie für die Überprüfung und schrittweise Optimierung mehrerer Varianten

### 10.3 Vorgehen

Für die Langzeitsimulation sind die Regenreihen der Jahre 1981 bis 1998 der Regenmessstation Luzern eingesetzt worden. Diese 18 Jahre Regenserien umfassen ca. 7'515 gemessene Einzelregen.

Bevor jedoch mit der Varianten-Berechnungen begonnen werden konnte, galt es auch für dieses Systemmodell eine Verifikation durchzuführen.

Langzeitsimulationen sind eher schwierig zu verifizieren, da in der Regel keine Informationen über effektive Entlastungshäufigkeiten, -Mengen oder -Dauern vorhanden sind. Erst mit dem Aufkommen von automatischen Bewirtschaftungen von Aussenanlagen über Fernwirkssysteme werden die entsprechenden Messsysteme in den Anlagen eingebaut und die relevanten Daten aufgezeichnet und archiviert.

Da beim GVRZ seit Beginn die meisten Aussenanlagen fernüberwacht worden sind, stehen die für die Kalibrierung des Modells SAMBA gewünschten Informationen nur in qualitativer Hinsicht zur Verfügung. Die vorhandenen Statistiken geben Auskunft, wie oft eine Anlage entlastet und teilweise auch wie lange (zeitliche Dauer). Angaben über Entlastungsvolumina sind nur dort verfügbar, wo die Entlastung gepumpt wurde (Siehbach, Küssnacht).

Als Einschränkung muss angefügt werden, dass für die IST-Zustandsberechnungen keine lokalen Regenserien verwendet werden konnten. Insofern sind die Ergebnisse mit den Regenserien der Station Luzern mit der entsprechenden Vorsicht zu interpretieren

Es trifft beispielsweise auch kaum zu, dass das gesamte Verbandsgebiet homogen beregnet wird.

### 10.4 Interpretation der Ergebnisse aus der Langzeitsimulationsberechnung

Im Rahmen der Untersuchung und Optimierung grösserer Entwässerungssysteme stellt sich die Aufgabe, sämtliche Entlastungsanlagen bezüglich ihrer Funktion zu beurteilen und hinsichtlich des Überlauf-Verhaltens untereinander sowie in Relation zu unterschiedlichen Gewässeranforderungen abzugleichen.

Das Entlastungsverhalten von Mischwasserüberläufen an Regenüberläufen und Regenüberlaufbecken kann anhand der Überlaufkennwerte einer Anlage beurteilt werden. Darunter sind zu verstehen die Jahresmittelwerte für:

- das **Überlaufvolumen**, als absoluter Wert, (sowie für relative Vergleiche der Anlagen unter sich in m<sup>3</sup> pro Hektare abflusswirksamer, befestigter oder reduzierter Fläche),
- die **Überlaufdauer** in Stunden, sowie

- die **Anzahl der Überläufe**, bzw. der Abflussereignisse mit einem oder mehreren Entlastungsereignissen

Mit der grossen Menge an Berechnungsergebnissen gilt es, die erarbeiteten Daten nach möglichst objektiven Kriterien miteinander zu vergleichen und in Beziehung zu den unterschiedlichen Gewässer-Einleitungsanforderungen von Seen, Flüssen und Bächen zu bringen.

Die Diskussion verschiedener Darstellungs-Varianten im Rahmen von Konzeptuntersuchungen macht rasch deutlich, dass plausible und allgemein anerkannte Beurteilungskriterien zur Gewichtung der simulierten Ergebniswerte einer Entlastungsanlage noch weitgehend fehlen.

Für die Gegenüberstellung und Beurteilung der **Überlaufvolumina** als wichtigste Kenngrösse muss dieser Wert **in spezifischer Form als  $m^3/h_{red}$  pro Jahr** anstatt in absoluter Grösse eingesetzt werden.

Da die Beschreibung der Beurteilung und Gegenüberstellung der Entlastungskennwerte einen relativ komplexen Sachverhalt beinhaltet und den Rahmen der vorliegenden Zusammenfassung sprengen würde, wird auf die ausführlichen Erläuterungen in Kapitel 4 im Hauptbericht Nr. 10, Entwässerungskonzept, Teil 1 „Langzeitsimulation“ verwiesen.

## 10.5 Varianten

Die Langzeitsimulationen erstrecken sich über mehrere Hauptbereiche. Diese werden grob wie folgt aufgeteilt:

***(Kapitelbezeichnung gemäss Hauptbericht)***

- 5.1 Ast Arth – Immensee
  - 5.1.1 Entlastungskonzept Arth - Goldau mit RÜB Brüzigen
  - 5.1.2 Entlastungskonzept Immensee mit RÜB Immensee
- 5.2 Ast Greppen - Küssnacht – Immensee
  - 5.2.1 Entlastungskonzept Greppen mit RÜB Greppen
  - 5.2.2 Entlastungskonzept Küssnacht mit RÜB Küssnacht
- 5.3 Ast Immensee – Cham
  - 5.3.1 Entlastungskonzept Risch mit RÜB Risch
  - 5.3.2 Entlastungskonzept Rotkreuz mit RÜB Zwijeren
  - 5.3.3 Entlastungskonzept Cham mit diversen RÜ's
- 5.4 Ast Oberägeri – Zug
- 5.5 Ast Oberwil - Zug
- 5.6 Ast Zug – Cham
- 5.7 Gesamtnetz

Pro Hauptbereich werden verschiedene Szenarien gerechnet. Bezüglich Resultate zu den Hauptbereichen wird auf den Hauptbericht verwiesen.

**Nach der Optimierung der einzelnen Hauptbereiche wurde das Gesamtnetz optimiert. Siehe dazu das folgende Kapitel 10.6**

## 10.6 Gesamtnetz

### 10.6.1 Entlastungskonzept Variante 1

Die Ausgangslage für eine erste Konzeptvariante (Konz\_1A) sind die Verbesserungsvorschläge, die sich aus den einzelnen Berechnungsgebieten gemäss Kapitel 5.1 bis 5.6 ergeben haben.

Eine Übersicht über die Veränderungen der Weiterleitmengen bei den Entlastungsanlagen zeigt die nachfolgende Tabelle.

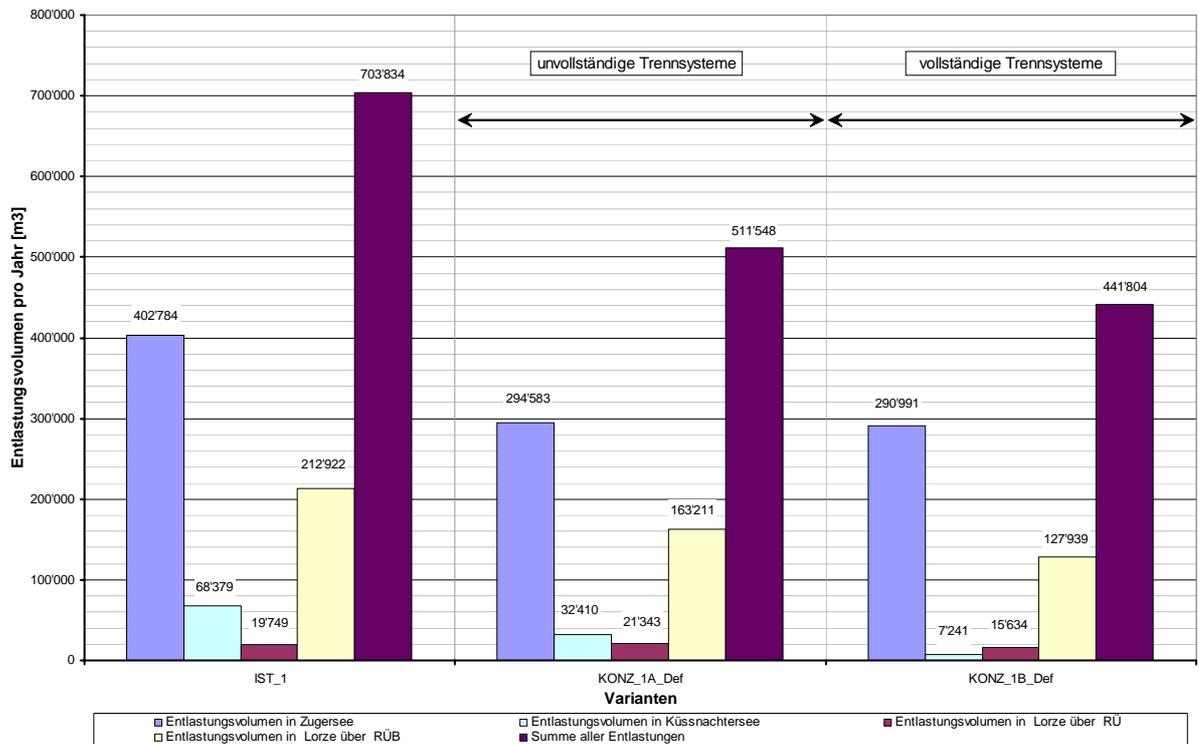
Um einen Vergleich zum bestehenden bzw. optimierten bestehenden Zustand zu haben wurde auch ein so genannter IST-Zustand gerechnet. Die entsprechenden Systeminformationen und Berechnungsergebnisse des Ist-Zustandes sind in Beilage 1 dokumentiert. Der Unterschied besteht zur Hauptsache in den Einzugsgebieten. Nicht überbaute Bauzonen und die Reservezonen sind aus der Berechnung heraus genommen worden.

In der Konzeptvariante ist im Sinne einer Untervariante eine zusätzliche Berechnung durchgeführt worden. Die Verifikation insbesondere im Gemeindegebiet von Küsnacht hat gezeigt, dass vermutlich in den Trennsystemgebieten noch erhebliche Gebiete im Mischsystem entwässert sind. In der Konzept(unter)variante (Konz\_1B) wird davon ausgegangen, dass solche oben geschilderten Mischgebiete konsequent in Trennsystemgebiete umgewandelt sind.

	Qan [l/s]				Qan [l/s]	
	ALT (V0LU)	NEU (Konz_1)			ALT (V0LU)	NEU (Konz_1)
Ar596RU	19	20	Gemeinde Arth	A2551RU	183	250
A2141RU	121	200		Ar281RU	250	350
Ar417RU	113	150		RU Theater	715	1'350
Ar44RU	200	380		A6201RU	16	20
Ar113RU	266	400		Ar690RU	35	35
RU Tramweg	300	450		Ar711RU	65	65
A2341RU	10	20		RB Brüzigen	350	400
RB Greppen	40	20		Küsnacht - Greppen	Gr88RU	34
RB Küsnacht	270	240	RB Immensee		25	20
K164bRB	5	5	Ku390RU		200	80
Ku628RU	300	300	Ku353RU		100	40
Ku688RU	200	100	Ku381RU		30	10
Ku707RU	200	100	Ku327RU		300	100
KuBodRB	10	10	Ku309RU		30	30
K860aRB	20	20	Ku273RB		5	5
Ku294RU	48	20	K424P		50	100
Ku744RU	200	100	K1099RU		60	60
K33PX	30	30				
M191RU	20	100	Meiers- kappel		M130RU	15
M111RU	45	200		RBM041	-	50 I = 150 m <sup>3</sup>
RU Zwijeren	423	100 Höhe 423.27	Risch	RB Risch	25	5

	Qan [l/s]				Qan [l/s]		
	ALT (V0LU)	NEU (Konz_1)			ALT (V0LU)	NEU (Konz_1)	
ChamQRU	8	8	Cham	ChamARU	27	27	
ChamBRU	125	180		ChamGRU	32	32	
ChamDRU	29	29		ChamFRU	173	250	
RB Seeplatz	175	35	Oberägeri				
RB Baar	156	200	Baar	Fangkanal	13	13	
Zug18RB	44	44	Zug	Zug3RU	50	50	
Zug17RU	400	400		Zug9RU	400	250	
Zug15RU	500	400		Zug1RU	150	150	
Zug16RU	700	300		Zug2RU	600	600	
Zug19RU	2'000	2'000		Zug4RU	300	300	
Zug14RU	1'800	1'800		Z081RU	500	500	
Zug10RU	700	300		Z075RU	1'100	1'100	
Zug11RU	500	200		Z067RU	1'200	1'200	
Zug7RU	600	600		Z061RU	1400	1'400	
Zug8RU	600	600		RBSchue	1'000	400	
ZErwSch	1'960	1'660		RBSieb	900	700	
RB Sennweid	250	450		Steinhausen	Stei1RU	650	650
Stei2RU	400	400			Stei3RU	1'200	1'200
Stei4RU	600	600	Stei5RU		200	200	
Stei8RU	20	20	Stei9RU		80	80	
RB Hinterberg	20	40	RU Hinterberg		887	887	

UNTERSUCHUNG GESAMTNETZ Varianten 1A & 1B



Die Gegenüberstellung der Entlastungsvolumina der Varianten IST\_1 und KONZ\_1A zeigt, dass bei der Umsetzung der Konzepte in den einzelnen Gemeinde-GEP und unter Berücksichtigung der pro Gemeindegebiet optimierten Entlastungen in Zukunft eine starke Abnahme der Gesamtentlastungen resultiert. Die Abnahme beträgt rund 192'000 m<sup>3</sup>, wovon rund 108'000 m<sup>3</sup> weniger in den Zugersee, ca. 48'000 m<sup>3</sup> weniger in die Lorze und rund 36'000 m<sup>3</sup> weniger in den Vierwaldstättersee entlastet werden.

Betrachtet man die Variante Konz\_1B, wo die inhomogenen Trennsysteme in reine Trennsysteme umgebaut sind, zeigt sich eine nochmalige Abnahme der Entlastungen von gesamthaft 70'000 m<sup>3</sup>. Davon werden gut ein Drittel (25'000 m<sup>3</sup>) weniger in den Vierwaldstättersee, ca. 41'000 m<sup>3</sup> weniger in die Lorze und ca. 4'000 m<sup>3</sup> weniger in den Zugersee entlastet.

### 10.6.2 Entlastungskonzept Variante 2

In der zweiten Konzeptvariante (Konz\_2) wird das Schwergewicht auf die Reduktion der Gesamtentlastungen gelegt. Dies bedeutet insbesondere auf der Zuger Seite, dass die Entlastungen in den Zugersee weniger stark abnehmen als die Entlastungen in die Lorze unterhalb Cham.

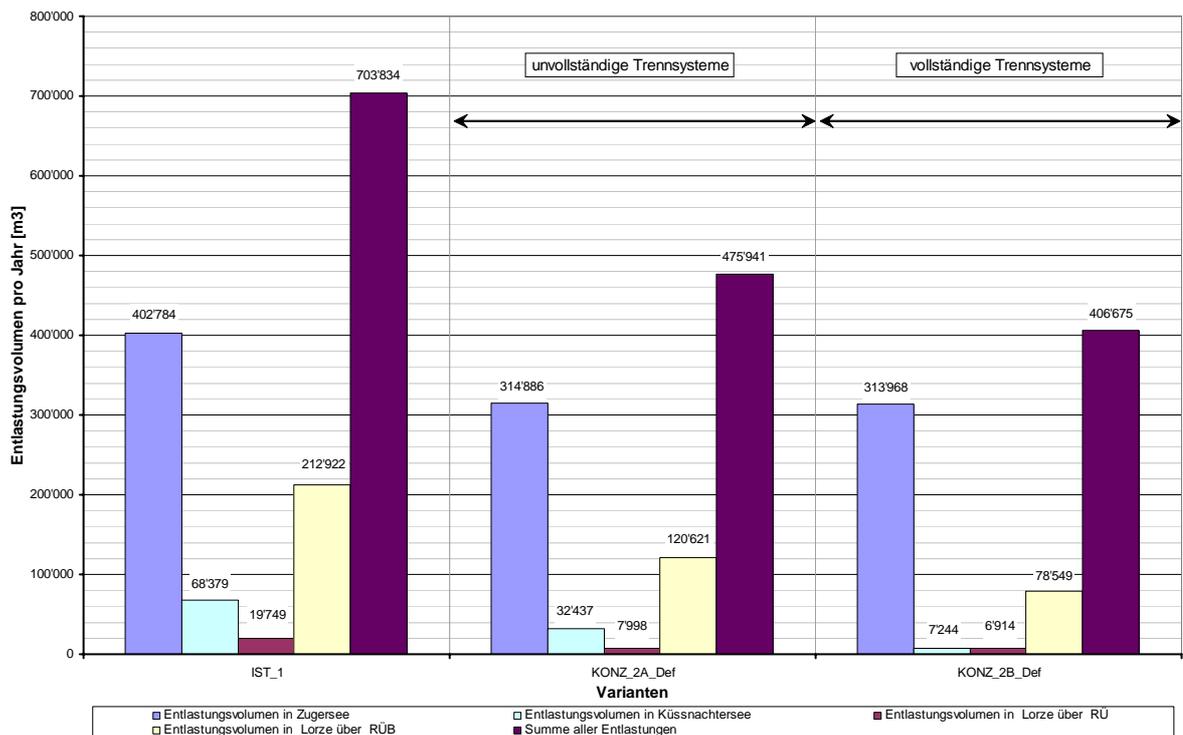
Die gelb hinterlegten Felder weisen eine Abweichung gegenüber dem „Entlastungskonzept Variante 1“ auf.

	Qan [l/s]				Qan [l/s]	
	ALT (V0LU)	NEU (Konz_2)			ALT (V0LU)	NEU (Konz_2)
Ar596RU	19	20	Gemeinde Arth	A2551RU	183	250
A2141RU	121	200		Ar281RU	250	350
Ar417RU	113	150		RU Theater	715	1'350
Ar44RU	200	380		A6201RU	16	20
Ar113RU	266	400		Ar690RU	35	35
RU Tramweg	300	150 I = 1'000 m <sup>3</sup>		Ar711RU	65	65
A2341RU	10	20		RB Brüözigen	350	400
RB Greppen	40	20		Küssnacht - Greppen	Gr88RU	34
RB Küssnacht	270	240	RB Immensee		25	20
K164bRB	5	5	Ku390RU		200	80
Ku628RU	300	300	Ku353RU		100	40
Ku688RU	200	100	Ku381RU		30	10
Ku707RU	200	100	Ku327RU		300	100
KuBodRB	10	10	Ku309RU		30	30
K860aRB	20	20	Ku273RB		5	5
Ku294RU	48	20	K424P		50	100
Ku744RU	200	100	K1099RU		60	60
K33PX	30	30				
M191RU	20	100	Meiers- kappel		M130RU	15
M111RU	45	200		RBM041	-	50 I = 150 m <sup>3</sup>
RU Zwijeren	423	100 Höhe 423.27	Risch	RB Risch	25	5

	Qan [l/s]				Qan [l/s]		
	ALT (V0LU)	NEU (Konz_2)			ALT (V0LU)	NEU (Konz_2)	
ChamQRU	8	8	Cham	ChamARU	27	27	
ChamBRU	125	180		ChamGRU	32	32	
ChamDRU	29	29		ChamFRU	173	250	
RB Seeplatz	175	35	Oberägeri				
RB Baar	156	200	Baar	Fangkanal			
Zug18RB	44	44	Zug	Zug3RU	50	50	
Zug17RU	400	400		Zug9RU	400	250	
Zug15RU	500	400		Zug1RU	150	150	
Zug16RU	700	300		Zug2RU	600	600	
Zug19RU	2'000	2'000		Zug4RU	300	300	
Zug14RU	1'800	1'800		Z081RU	500	500	
Zug10RU	700	300		Z075RU	1'100	1'100	
Zug11RU	500	200		Z067RU	1'200	1'200	
Zug7RU	600	600		Z061RU	1400	1'400	
Zug8RU	600	600		RBSchue	1'000	400	
ZErwSch	1'960	1'300		RBSieh	900	500	
RB Sennweid	250	100		Steinhausen	Stei1RU	650	650
Stei2RU	400	400			Stei3RU	1'200	1'200
Stei4RU	600	600	Stei5RU		200	200	
Stei8RU	20	20	Stei9RU		80	80	
RB Hinterberg	20	40	RU Hinterberg		887	887	

Gelb markierte Felder: Änderungen gegenüber der Variante Konz\_1

UNTERSUCHUNG GESAMTNETZ Varianten 2A & 2B



Werden die Weiterleitmengen der Entlastungsanlagen mit Blick auf die Gesamtentlastungen optimiert, zeigt sich nochmals eine deutliche Abnahme der Gesamtentlastung (IST\_1 & KONZ\_2A). Die Abnahme beträgt rund 228'000 m<sup>3</sup>, wovon rund 88'000 m<sup>3</sup> weniger in den Zugersee, ca. 104'000 m<sup>3</sup> weniger in die Lorze und rund 36'000 m<sup>3</sup> weniger in den Vierwaldstättersee entlastet werden.

Betrachtet man die Variante Konz\_2B, wo die inhomogenen Trennsysteme in reine Trennsysteme umgebaut sind, zeigt sich eine nochmalige Abnahme der Entlastungen von gesamthaft 69'000 m<sup>3</sup>. Davon werden 25'000 m<sup>3</sup> weniger in den Vierwaldstättersee, rund 44'000 m<sup>3</sup> weniger in die Lorze und rund 1'000 m<sup>3</sup> weniger in den Zugersee entlastet.

**Gesamtübersicht beider Varianten**

Auf der folgenden Seite sind die beiden Varianten einander gegenübergestellt. Mit Blick auf eine Gesamtoptimierung können rund 228'000 m<sup>3</sup> Entlastungsvolumina eingespart werden (Variante 1B) und bei Realisierung der vollständigen Trennsysteme rund 297'000 m<sup>3</sup>. Dies entspricht einer Reduktion um 42 %.

Das Entlastungsvolumen der Variante Konz\_2B teilt sich wie folgt auf:

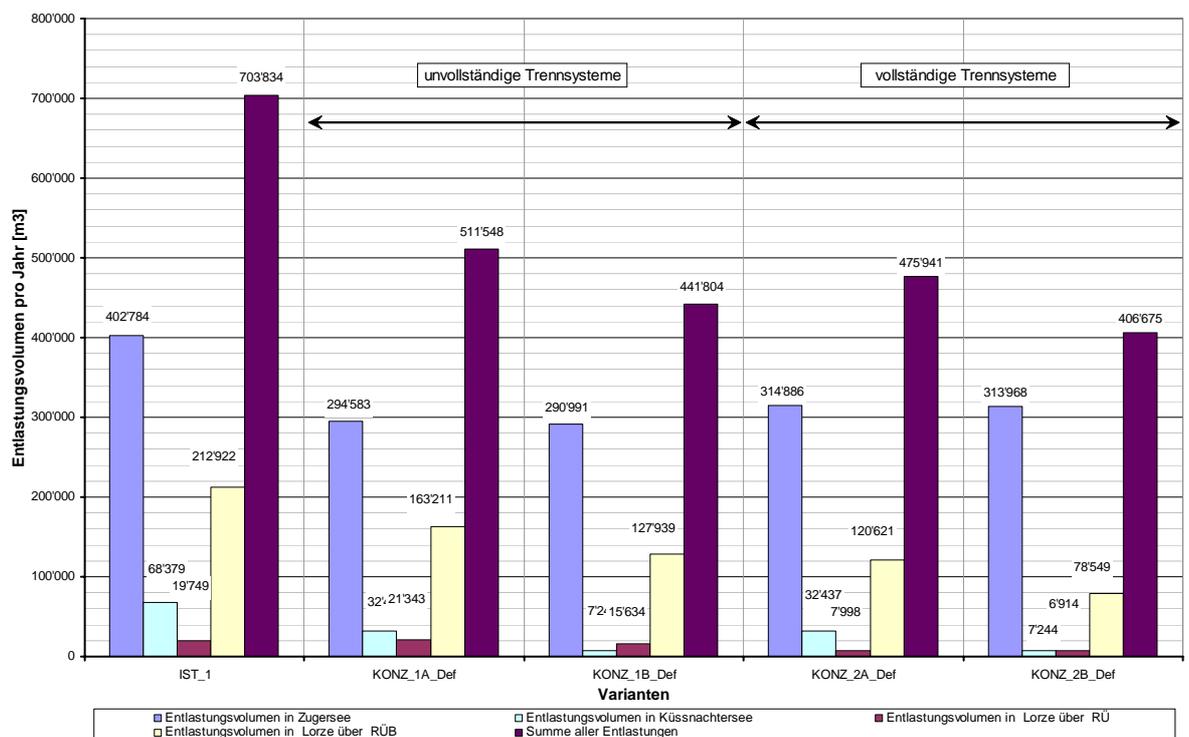
Gesamtvolumen: 407'000 m<sup>3</sup> (gerundet)

Entlastungsvolumen Regenüberlaufbecken: 343'000 m<sup>3</sup> (inkl. Anlagen Tramweg und Zwijeren)

Entlastungsvolumen Regenüberläufe: 64'000 m<sup>3</sup>

Das bedeutet, dass 84 % des Entlastungsvolumens des gesamten Einzugsgebiets über die Regenüberlaufbecken abgeschlagen werden und nur 16 % über die diversen Regenüberläufe. In erster Linie sollen deshalb die Regenüberlaufbecken optimiert werden.

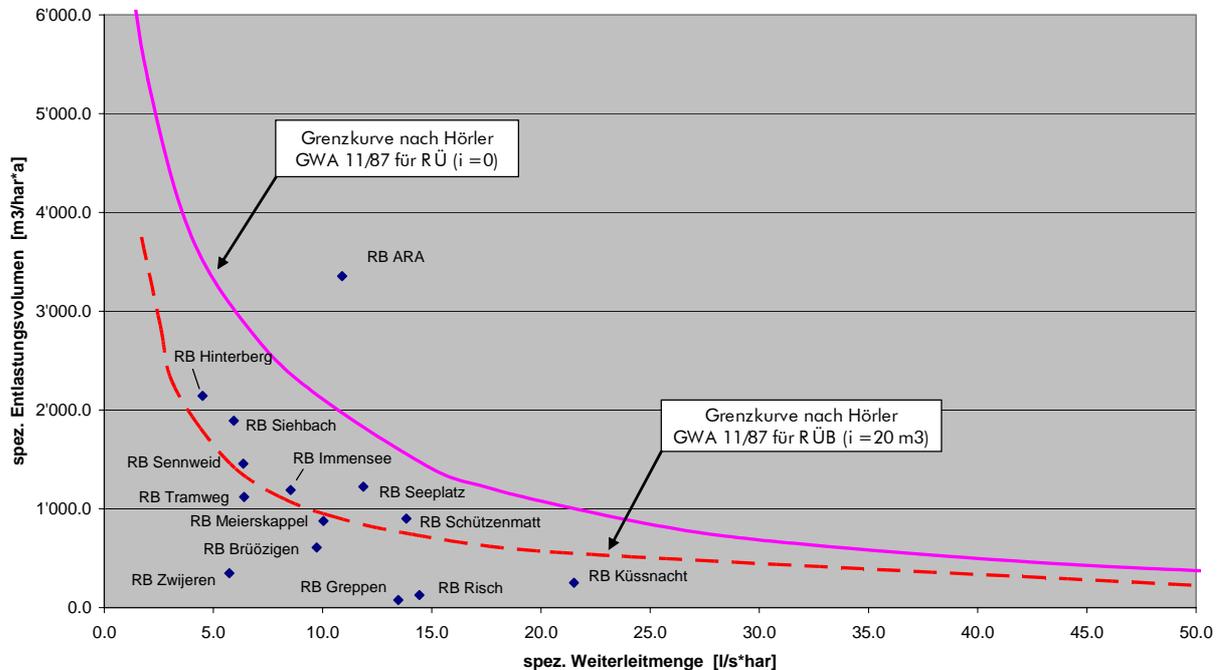
UNTERSUCHUNG GESAMTNETZ alle Varianten



Langfristig soll die Variante 2 B weiterverfolgt werden.

## 10.7 Vergleich der Anlagen

Vergleich durchschnittl. jährl. spez. Entlastungsmenge zu spez. Weiterleitmenge / Variante 2B



Hörlerkurve umgerechnet auf Jahresniederschlag von ca. 1200 mm.

Im Diagramm auf der vorherigen Seite sind die Spezifischen Entlastungsvolumina den spezifischen Weiterleitmengen gegenübergestellt worden. Das Verfahren ist im Hauptbericht in Kapitel 4.2 beschrieben.

Mit den gemäss Variante Konz\_2B eingestellten Weiterleitmengen an den verschiedenen Entlastungsanlagen und den zusätzlichen Beckenvolumina sind mit Ausnahme des RÜB in der ARA Schönau keine Ausreisser auszumachen. Das RÜB ARA Schönau muss gesondert behandelt werden, da es sich um eine End of Pipe Anlage handelt.

Die Anlagen Zwijeren, Greppen, Risch könnten gemäss obiger Position im Diagramm bezüglich Weiterleitmenge noch mehr gedrosselt werden. Bei diesen Anlagen zeigen sich aber auch die Grenzen der Beurteilung mit Hilfe der Hörler Grenzkurve. Da Veränderung der Weiterleitmengen in diesen Anlagen sich auch auf die Gesamtentlastung auswirken, muss immer die Gesamtsituation beachtet werden.

### 10.8 Frachtabschätzungen

Für Frachtabschätzungen stehen 2 Berechnungsmethoden zur Verfügung:

1. Berechnung in Modell SAMBA: Die verschiedenen Parameter (CSB, N<sub>ges</sub>, etc.) fließen als **Eingangsgrossen an der Quelle** (Einwohner) in die Berechnung ein. Das Programm errechnet dann die Konzentrationen an den Entlastungsanlagen, wobei ein Schmutzstoss, sowie Absetzwirkungen gerechnet werden können.

<u>Eingangsgrossen:</u>	<i>Schmutzwasser</i>	<i>Regenwasser</i>
CSB	530 mg/l	120 mg/l
Suspendierte Stoffe	200 mg/l	150 mg/l
Stickstoff gesamt	30 mg/l	10 mg/l
Phosphor gesamt	10 mg/l	2.5 mg/l

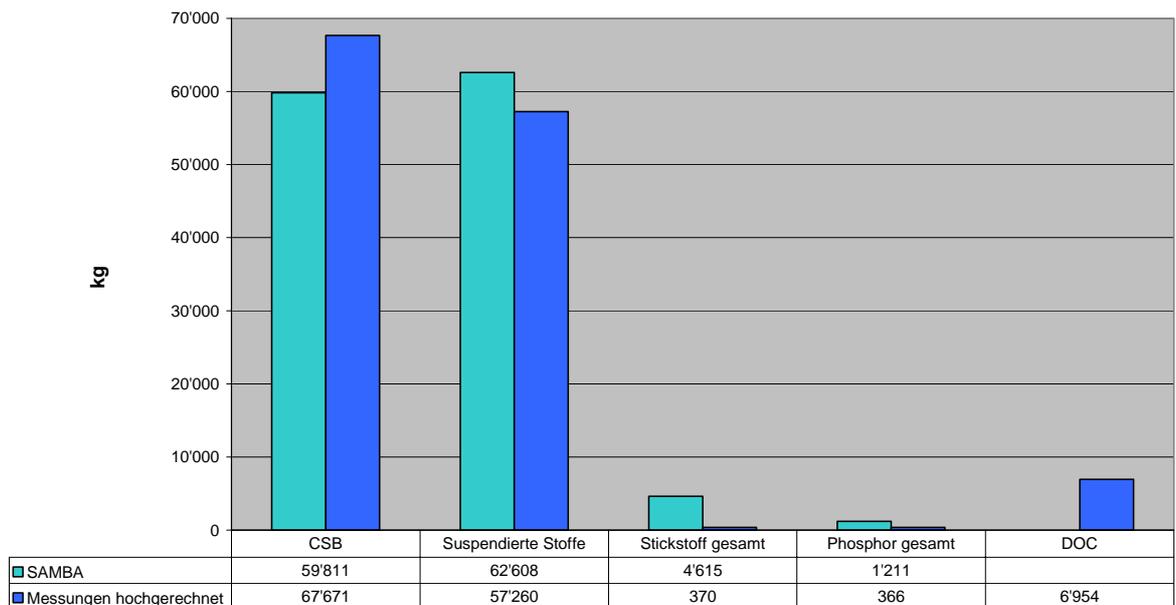
2. Mittelwerte aus den Messungen an den Entlastungsanlagen (gemäss ZB Gewässer, Teil 3, Stofffrachten): Die verschiedenen gemessenen Konzentrationen wurden mit den Entlastungsvolumina gemäss Berechnung mit SAMBA multipliziert. Zu beachten ist, dass dies eine Abschätzung darstellt, da dieselben Konzentrationen, die an den RÜB – Entlastungskanten gemessen worden sind, auch bei Regenüberläufen eingesetzt worden sind.

**Konzentrationen aus Messung an Entlastungsanlagen:**

CSB	166.40 mg/l	} Mittelwerte aus allen Messungen!
Suspendierte Stoffe	140.80 mg/l	
Stickstoff	0.91 mg/l	
Phosphor gesamt	0.90 mg/l	
DOC	17.10 mg/l	

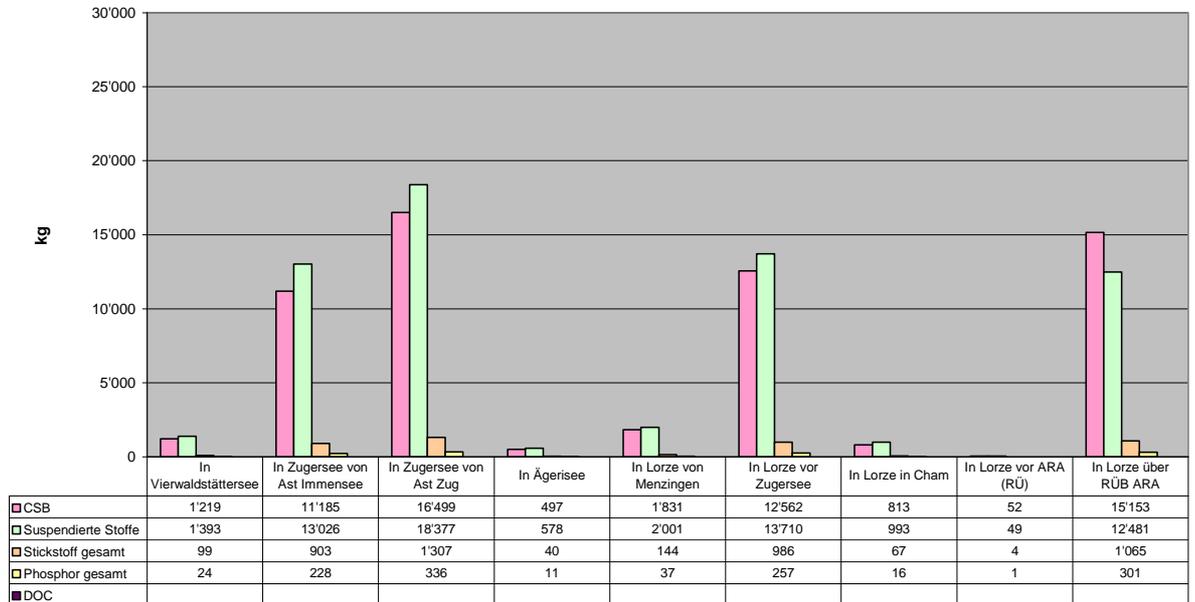
#### 10.8.1 Ergebnisse für Variante „Konz\_2B“

Vergleich Frachten Total aus SAMBA & Messungen hochgerechnet



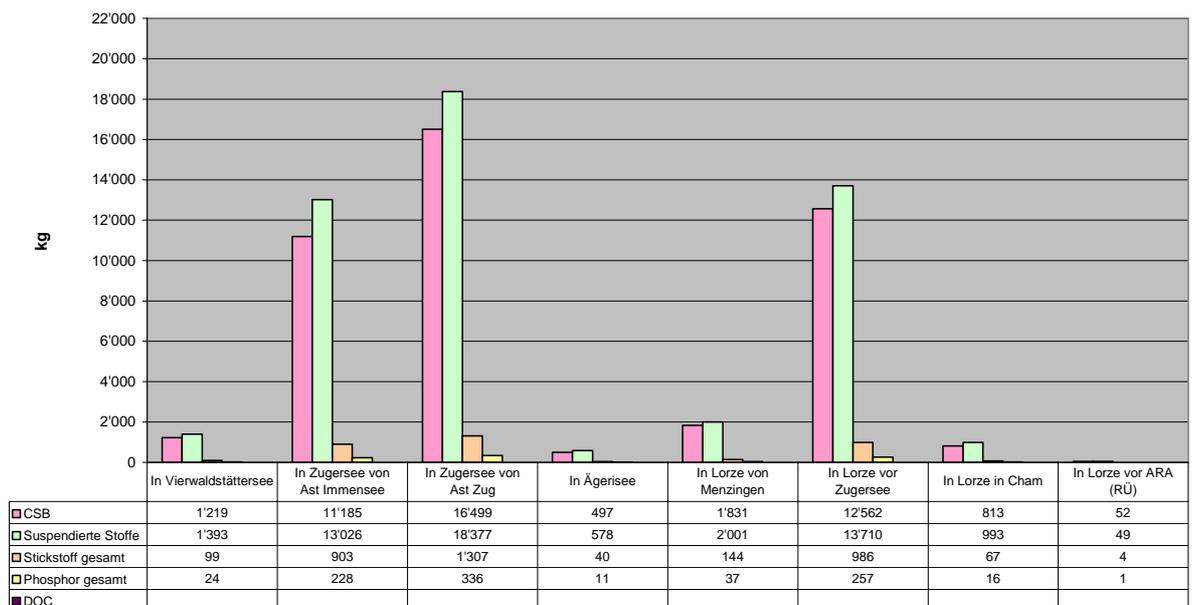
Bezüglich CSB und Suspendierter Stoffe zeigen sich gute Übereinstimmungen der beiden Abschätzungsmethoden. Beim Stickstoff liegen die Ergebnisse um den Faktor 10 auseinander. Zu beachten ist, dass die Mittelwerte der Messungen aus mehreren Einzelmessungen gebildet worden sind. Diese Einzelwerte zeigen teilweise grosse Abweichungen.

Frachten aus Berechnung SAMBA

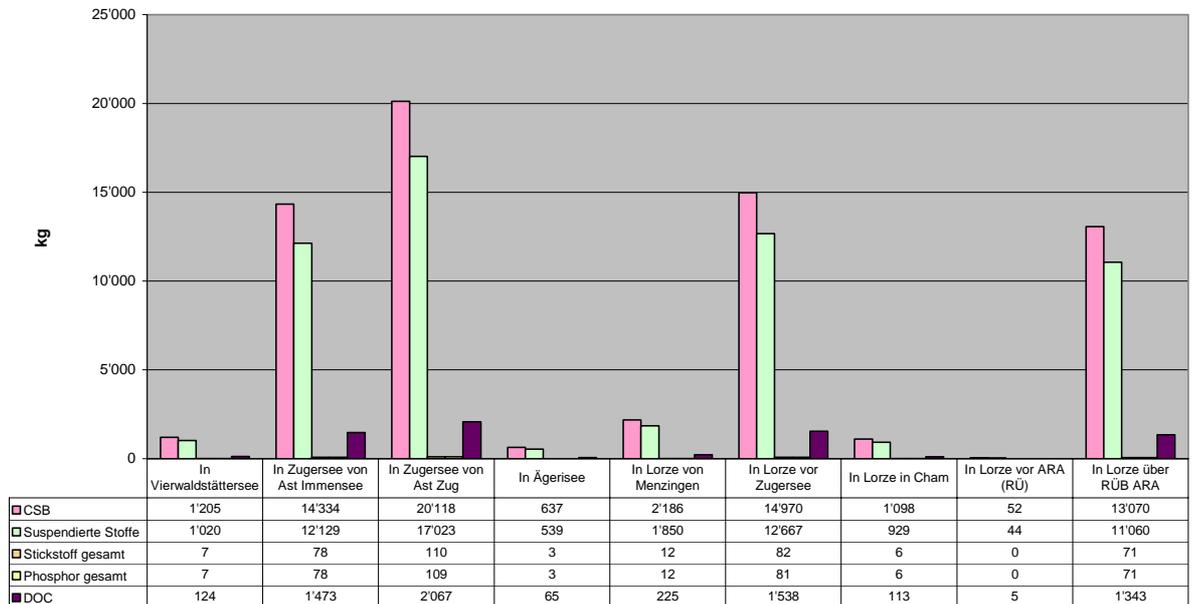


Bei der Entlastung „In Lorze vor Zugersee“ handelt es sich im Wesentlichen um die Entlastung des RÜB Baar. Dieses Becken verursacht Frachten in ähnlicher Grössenordnung wie die Anlagen am Ast Immensee, am Ast Zug oder das RÜB in der ARA Schönau.

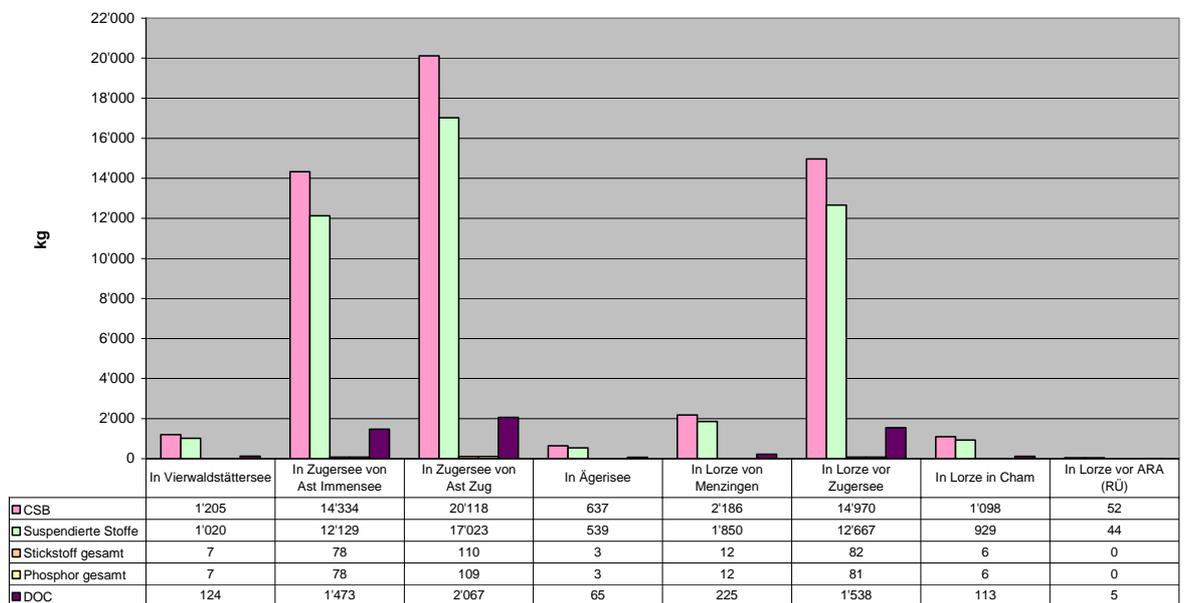
Frachten aus Berechnung SAMBA (ohne RÜB ARA)



Frachten aus Messungen hochgerechnet



Frachten aus Messungen hochgerechnet (ohne RÜB ARA)



Die Frachtberechnungen sind als Schätzwerte zu verwenden. Aufgrund der starken Vereinfachungen bezüglich Kanalisationsnetz und auch der homogenen, vollflächigen Gebietsbelegung müssen die Resultate mit Vorbehalten verwendet werden.

## 10.9 Zusammenfassung

Im Rahmen der Langzeitsimulation wurden für verschiedene Abschnitte des Verbandsnetzes des GVRZ unterschiedliche Varianten bzw. Entlastungskonzepte gerechnet und optimiert. Aus den verschiedenen einzelnen Entlastungskonzepten wurde anschliessend Entlastungskonzepte für das Gesamtnetz entwickelt. Die entsprechenden Resultate sind in Kapitel 5 und in den Beilagen 1 bis 3 ausführlich dokumentiert.

Aufgrund der Berechnungsergebnisse sollte langfristig der Endzustand gemäss der Konzeptvariante 2B angestrebt werden. In dieser zweiten Konzeptvariante wird das Schwergewicht auf die Reduktion der Gesamtentlastungen gelegt. Dies bedeutet insbesondere auf der Zuger Seite, dass die Entlastungen in den Zugersee weniger stark abnehmen als die Entlastungen in die Lorze unterhalb Cham. Inhomogene Trennsysteme sind in dieser Variante in reine Trennsysteme umzubauen.

Bei dieser Variante liegt die Reduktion der gesamten Entlastungsvolumina aus Regenüberlaufbecken und Regenüberläufen aus Verbandsanlagen und kommunalen Anlagen bei 42 %, was fast einer Halbierung des heutigen Zustandes gleichkommt.

Das Entlastungsvolumen der Konzeptvariante 2B teilen sich wie folgt auf:

- Gesamtvolumen: 407'000 m<sup>3</sup> (gerundet)
- Entlastungsvolumen Regenüberlaufbecken: 343'000 m<sup>3</sup>
- Entlastungsvolumen Regenüberläufe: 64'000 m<sup>3</sup>

Das bedeutet, dass 84 % des gesamten Entlastungsvolumens im Einzugsgebiet über die Regenüberlaufbecken abgeschlagen werden und nur 16 % über die diversen Regenüberläufe. In erster Linie sollen deshalb die Regenüberlaufbecken optimiert werden.

## 11. Entwässerungskonzept Teil 2: Bewirtschaftungskonzept

### 11.1 Einleitung

Die Zielsetzung des Verbands-GEP besteht grundsätzlich in einer Optimierung des Verbandsnetzes hinsichtlich Betrieb und Unterhalt des Kanalnetzes, aber auch im Hinblick auf das Zusammenspiel Kanalnetz/Einzugsgebiet und Kläranlage, sowie dem Gewässerschutz. Als mögliche Massnahmen zur Optimierung kommen in Betracht:

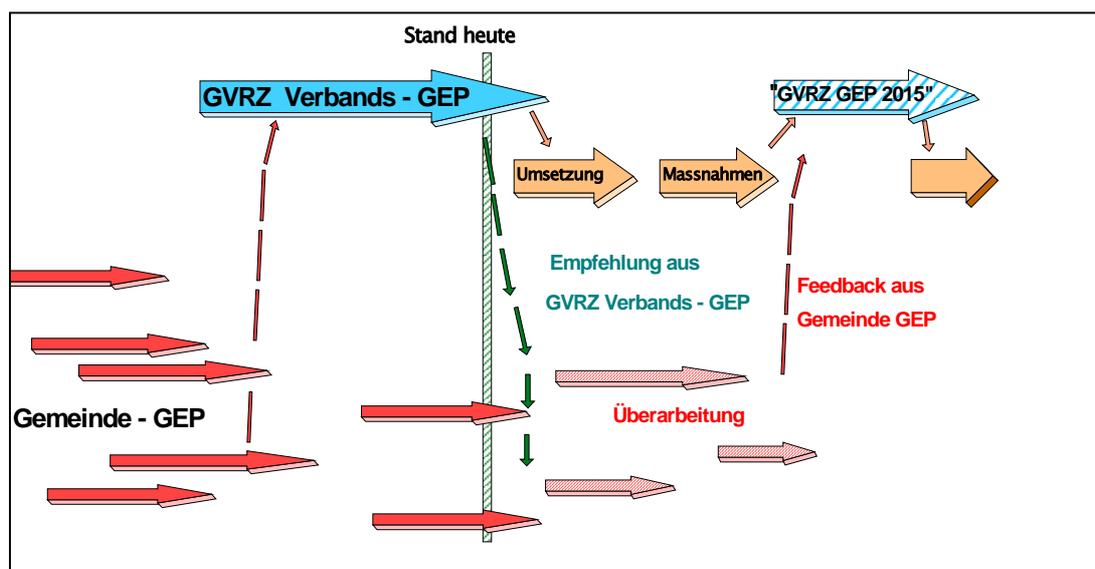
- ▶ die Ausnutzung von vorhandenen RÜB- und Kanalspeichervolumina.
- ▶ die Abstimmung verschiedener Regelorgane und Pumpstationen im Hinblick auf das dynamische Zusammenwirken von Abflussspitzen und –Volumina im Netz
- ▶ die Minimierung der Mischwasserüberläufe in den Entlastungsanlagen bzw. Reduktion des Verschmutzungsgrades dieser Aussenanlagen
- ▶ eine maximale Ausnutzung der Reinigungskapazitäten der Kläranlage während und nach einem Regenwetter.

Die aus den Verbands - GEP Zustandsberichten relevanten Informationen, sowie die Ergebnisse aus der hydrodynamischen und aus der Langzeitsimulation sollen zu einem Konzept für die zukünftige Entwicklung des Verbandsnetzes zusammengeführt werden.

Das vom GVRZ erarbeitete Verbands - GEP formuliert aus übergeordneter Sicht die Ziele für den Verband selbst, aber auch für die Verbandsgemeinden. Die meisten Verbandsgemeinden haben ihren kommunalen GEP zu einem frühen Zeitpunkt abgeschlossen. Daher können Zielkonflikte zwischen dem Verbands - GEP und einzelnen Gemeinde - GEP nicht ausgeschlossen werden.

Der Generelle Entwässerungsplan (GEP) ist im Sinne der rollenden Planung eine Daueraufgabe für die Gemeinden und den Abwasserverband. Das vorliegende Konzept gibt deshalb an die Verbandsgemeinden Empfehlungen ab, die in die kommunalen GEP aufzunehmen sind. Dies kann auch erst bei einer allfälligen Revision der kommunalen GEP erfolgen.

Die folgende Darstellung zeigt den Inhalt der oben gemachten Ausführungen in grafischer Form auf.



Zu einer effizienten Generellen Entwässerungsplanung gehören eine periodische Erfolgskontrolle, sowie die Überarbeitung der Konzepte auf geänderte Verhältnisse.

## 11.2 Ziele

Für die Bearbeitung des Verbands – GEP wird die folgende generelle Zielsetzung formuliert:  
(aus Pflichtenheft Verbands- GEP)

**Der GEP als umfassendes Planungsinstrument soll eine ganzheitliche Lösung der Siedlungsentwässerung nach modernen, umweltgerechten Erkenntnissen und aktuellen Philosophien erreichen.**

Um die genannten Ziele des Verbands – GEP mit der Entwicklung des Entwässerungskonzepts realisieren zu können und die Randbedingungen des Gewässerschutzes einzuhalten, sind die folgenden Grundsätze zu beachten:

- Alle verschmutzten und erfassbaren Abwässer der Region sind mit möglichst wenig unverschmutztem Wasser zur Reinigung in die zentrale Kläranlage zu leiten. Die Mengen an unverschmutztem Abwasser in den GVRZ – Verbandsanlagen sind zu reduzieren.
- Die Kapazität der Verbandsanlagen des GVRZ soll soweit ausgenutzt werden, dass zukünftig möglichst viel des vorhandenen Mischwassers optimal vorbehandelt, insbesondere die stark belasteten Anfangsstöße ohne Entlastungen in die Vorfluter, und zur Behandlung in die ARA geleitet werden. Allfällige Entlastungsmengen sind zum Schutze der Vorfluter vorzubehandeln.
- Die Verbandspartner ihrerseits müssen möglichst viel unverschmutztes Abwasser der Kanalisation fernhalten.
- Aufzeigen der Entlastungsdynamik (wo, wann, wie viel im IST – Zustand) in den Zuger-, Küssnacher- und Ägerisee, sowie in die untere Lorze.

Konkret ergeben sich daraus die folgenden Ziele:

### Verband:

- Minimierung der Schmutzstoff – Überlauffrachten bei den Entlastungsbauwerken durch geänderte Bewirtschaftung und teilweisen Umbau der Entlastungsbauwerke.
  - vorhandene Speicherkapazitäten im Netz und auf der ARA optimal nutzen
  - Optimierung des Zusammenwirkens hintereinander geschalteter Entlastungsanlagen
  - Abflüsse von Regenbecken nicht nochmals auf der ARA entlasten
- Optimale Abstimmung Kanalweg (Fliesszeit) und ARA – Betrieb.
- keine hydraulische Überlastung der ARA.
- Ausarbeiten einer angepassten (automatischen) Steuerungs- und Bewirtschaftungsstrategie für die Entlastungsbauwerke und das Kanalnetz.
- Berücksichtigung von ökologischen, badehygienischen, rückstauverhindernden und anderen Anforderungen
- Konzept für das Eingreifen bei Havarien erstellen.
- Ergänzung der Investitions-, Sanierungs- und Unterhaltsplanung.
- Sicherstellen einer langfristigen Finanzierung.

**Gemeinden:**

- möglichst weitgehende Abtrennung von unverschmutzten Abwässern.
- Trennsystem-Abflüsse an Mischsystemen vorbeiführen.
- Minimierung der Schmutzstoff – Überlauffrachten bei den Entlastungsbauwerken

**Schutzziele Oberflächengewässer:**

Für den GVRZ soll die Umsetzung der neuen Gewässerschutzphilosophie unter spezieller Berücksichtigung der lokalen Situation in seinem Einzugsgebiet erfolgen. Für das zu entwickelnde Entwässerungskonzept sind folgende Randbedingungen von zentraler Bedeutung:

- Schutz des Zugersees, Ägerisees und Küssnachersees vor **stofflichen** und **hygienischen** Belastungen
- Reduktion der **stofflichen** Belastung der unteren Lorze und der übrigen Fließgewässer im Einzugsgebiet.
- Ökomorphologisch natürlich/naturnahe Gewässer sind mit höherer Priorität zu schützen als ökomorphologisch verbaute/beeinträchtigte Gewässer.

Die nachfolgende Auflistung klassiert die Gewässer nach ihrer Empfindlichkeit betreffend Einleitungen aus Regenüberläufen und Regenüberlaufbecken. Es werden nur diejenigen Gewässer aufgeführt, welche der GVRZ während Entlastungen nutzt. Die Abschätzung der Empfindlichkeit der betroffenen Gewässer orientiert sich dabei nach der Sensibilität, der Grösse und der Ökomorphologie der betroffenen Lebensräume, soweit bekannt nach der Flora und Fauna, nach hydrologischen Aspekten sowie unter Berücksichtigung von Nutzungsinteressen wie die Trinkwassergewinnung und das Baden.

Priorität des Schutzes, Empfindlichkeit	Gewässer	Begründung
hoher Schutzstatus hohe Empfindlichkeit	Zugersee Nordbecken (Buonas bis und mit Stadt Zug)	- Flachwasserzonen - Naturschutzgebiete - viele Badanstanen mit hoher Besucherzahl
	Küssnacherbecken	- Seewasserfassung zur Gewinnung von Trinkwasser - schlechte Badewasserqualität im IST-Zustand während Regenereignissen - hoher Schlammeintrag (GUS) im Bereich des Hafens
	Ägerisee	- nährstoffarmer Zustand - Seewasserfassung zur Gewinnung von Trinkwasser - Badanstanen
	Ochsenbach, Sumpfbach	- geringe Wassermenge - fast gefällsloser Lauf - Naturschutzgebiet - Vorhandensein des Eisvogels
	Untere Lorze, insbesondere die Restwasserstrecke bei Hagedorn	- geringe Wasserführung in der Restwasserstrecke - biologischer Zustand der Restwasserstrecke ist ungenügend (abwasserbelastet)

	Bach bei Risch (es existiert keine Namensbezeichnung)	- sehr kleiner Bach - möglicherweise zeitweise trocken fallend
	Siehbach beim Europaring (Stadt Zug)	- Spielplatz - Badanstalt Männerbad
mittlerer Schutzstatus mittlere Empfindlichkeit <sup>1</sup>	Zugersee Südbecken	- Steilufer - weniger Badanstalten mit im Vergleich zum Nordbecken geringerer Besucherzahl
	Rigiaa	- gute Sauerstoffversorgung - hohe Selbstreinigungskraft
geringer Schutzstatus geringe Empfindlichkeit	Sijentalbach	- stark ökomorphologisch verbaut/kanalisiert - hohe Vorbelastung - hoher Abwasseranteil während Regenperioden

<sup>1</sup> Die Erhöhung der Weiterleitmengen ist nur zweckmässig, wenn dies ohne erheblichen Aufwand (Ausbau Pumpwerke) möglich ist und wenn die Kapazität zur Reinigung des weitergeleiteten Abwassers auf der ARA vorhanden ist. Eine Erhöhung der Weiterleitmengen auf Kosten einer Erhöhung der Entlastung auf der ARA ist nicht sinnvoll.

### 11.3 Zielkonflikte & Prioritätensetzung der Ziele

Besonders die Zielsetzung der Optimierung der Entlastungsanlagen im lokalen oder regionalen Verbund schafft bezüglich Gewässerschutz Zielkonflikte, die nur durch eine vertiefte Analyse aller massgebenden Einflussfaktoren und ein sorgfältiges Abwägen möglicher Folgen beseitigt werden können.

Als Zielkonflikte sind zu nennen:

- ▶ Verlagerung der Entlastungswassermengen von den Aussenanlagen, die mehrheitlich in den Zugersee entlasten, zur Kläranlage und damit in die untere Lorze.
- ▶ Vermischung des dem ersten Schmutzstoss folgenden Regenwassers mit Schmutzwasser, wenn die Weiterleitmenge (zur ARA oder zur unterhalb liegenden Entlastungsanlage) erhöht wird.
- ▶ Zunahme der Betriebskosten (z. B. Pumpenergie), wenn Wasser, das im freien Gefälle entlastet, der ARA zugeleitet wird.

Bei den oben erwähnten Zielkonflikten handelt es sich um Konflikte struktureller Art, die nicht vollständig beseitigt, sondern nur durch das Eingehen von beidseits annehmbaren Kompromissen „gelöst“ werden können. Die Frage der Gewichtung spielt hier eine entscheidende Rolle.

In verschiedenen Sitzungen des Verbandes mit kantonalen Gewässerschutzfachstellen und dem VGEP - Ingenieurteam sind die Prioritäten der Ziele für das zukünftige Konzept besprochen und letztlich festgesetzt worden.

**Grundsatz:** Die Ziele des Gewässerschutzes haben Vorrang vor den entwässerungstechnischen und betrieblichen Zielen.

## 11.4 Massnahmen [vgl. Übersichtsplan „Entwässerungskonzept / Weiterleitmengen Konzeptvariante 2“]

Unter dem Aspekt einer dynamischen Bewirtschaftung des Kanalnetzes muss die starre Regelung der Weiterleitmengen mit der Beziehung  $Q_{ARA} = n \cdot Q_{TW} + Q_F$  aufgegeben werden. Im Verbandsnetz des GVRZ sollen die unterschiedlichen Weiterleitmengen, welche einerseits im Rahmen der oben beschriebenen Beziehung  $Q_{ARA}$  und andererseits im Bereich  $Q_{Rkrit} \gg Q_{ARA}$  liegen, harmonisiert werden. Das sich in der Fertigstellung befindliche Fernwirkssystem für die Aussenanlagen des GVRZ eröffnet weitere Möglichkeiten, die Abflüsse mittels einer Verbundsteuerung zu optimieren. Im Netz entstehen so 2 grundsätzlich unterschiedliche Betriebsweisen:

**Lokalbetrieb:** Den Aussenanlagen werden maximale Weiterleitmengen zugeteilt. Diese Werte sind so ausgelegt, dass bei einer homogenen Berechnung des gesamten Einzugsgebietes des GVRZ die Zuflüsse zur ARA und die Summe aller Entlastungen (des Verbandes) optimiert sind. Eine solche meteorologische Situation dürfte eher eine Ausnahme als die Regel darstellen. Der beschriebene Lokalbetrieb mit Lokaler Steuerung tritt aber auch ein, wenn bei einer Verbundsteuerung die Kommunikation zwischen der ARA und den Aussenanlagen unterbrochen ist. In diesem Falle müssen die Anlagen vom Verbundbetrieb auf lokale Steuerung wechseln und bezüglich Weiterleitmengen und Entlastungsverhalten auf der sicheren Seite liegen. Die Weiterleitmengen im Lokalbetrieb werden den einzelnen Gemeinden generell zugestanden. Auf diese Betriebsweise haben sie auch ihre eigenen Abwassernetze zu optimieren.

**Verbundbetrieb:** Die Fernwirkanlage eröffnet für das Verbandsnetz im Verbundbetrieb weitere Möglichkeiten. Bei lokal auftretenden Niederschlagssituationen können bei den meisten Aussenanlagen durch gezielte Freigabe höhere Abwassermengen zur Kläranlage weitergeleitet werden. Die Verbandskanäle weisen diesbezüglich noch Reserven auf. Im Verbundbetrieb können so die nicht voll ausgenutzten Weiterleitmengen aus „trockenen“ Gebieten temporär den berechneten Gebieten zugeteilt werden. Eine solche Erhöhung der Weiterleitmenge wirkt sich signifikant auf die Reduktion des Entlastungsvolumens aus. Mittels einer intelligenten Überwachung ist sicherzustellen, dass die Abwassernetze bei sich ändernden Niederschlagssituationen nicht überlastet werden.

Die Umsetzung von Lokalbetrieb und Verbundbetrieb erfolgt mittels Prozessleitsystem im Projekt Kanalnetzbewirtschaftung. Vgl. dazu Bericht Nr. 12.

Für die Umsetzung der lokalen Steuerstrategie sind bei den **Verbandsanlagen** folgende Massnahmen notwendig:

(Kapitelbezeichnung gemäss Hauptbericht Nr. 10 Entwässerungskonzept Teil 2 „Bewirtschaftungskonzept“)

<b>Standort (Gemeinde- gebiet)</b>	<b>Kap. (Bericht 10 Teil 2)</b>	<b>Massnahmen an Verbandsanlagen für Umsetzung lokale Steuerstrategie</b>
Walchwil	5.1.1	- Keine besonderen Massnahmen bei den Pumpwerken
Arth	5.1.2	- Erhöhung Weiterleitmenge PW Turm - Einjustieren Entlastungskante RÜB Brüzigen - Erhöhung Weiterleitmenge RÜ Theater - Reduktion Weiterleitmenge RÜ Tramweg
Greppen	5.1.3	- Reduktion Weiterleitmenge PW Greppen
Küssnacht	5.1.4	- Neue Festlegung der Weiterleitmenge im PW Küssnacht - Umbau RÜB Küssnacht in Verbundbecken (2006 erfolgt) - Reduktion Weiterleitmenge RÜB Immensee - Schaffung Notentlastung beim PW Immensee
Meierskappel	5.1.5	- Keine Massnahmen
Risch	5.1.6	- Reduktion Weiterleitmenge RÜB Risch - Aufhebung des östlichen Regenüberlaufs Zwijeren (bereits erfolgt) - Umbau Stollen Rotkreuz in Speicherkanal, Erhöhung Überfallkante im Auslaufbauwerk Zwijeren (2006 erfolgt)
Cham	5.1.7	- Keine besonderen Massnahmen
Oberägeri	5.1.8	- Neue Festlegung Weiterleitmenge RÜB Seeplatz - Bessere Abstimmung der in Serie geschalteten Pumpwerke
Unterägeri	5.1.9	- keine Massnahmen
Menzingen	5.1.10	- keine Massnahmen
Baar	5.1.11	- keine Massnahmen
Zug	5.1.12	- Anpassungen im Trennbauwerk vor RÜB Schützenmatt - Neue Festlegung Weiterleitmenge PW Siehbach - Abstimmung Regenwetterpumpen auf Beckenvolumen RÜB Siehbach - Einstellungen PW Siehbach optimieren - Detailabklärung Zusammenspiel RÜB Siehbach – RÜB Schützenmatt
Steinhausen	5.1.13	- Neue Festlegung Weiterleitmenge RÜB Sennweid - Erhöhung Weiterleitmenge RÜB Hinterberg (Vertragsanpassung)

Für die Umsetzung der lokalen Steuerstrategie sind bei den **kommunalen Anlagen** folgende Massnahmen notwendig:

<b>Gemeinde</b>	<b>Kap.</b> (Bericht 10 Teil 2)	<b>Massnahmen an kommunalen Anlagen für Umsetzung lokale Steuerstrategie</b>
Walchwil	5.1.1	- Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP
Arth	5.1.2	- Realisierung neues RÜB Tramweg oder gleichwertige Massnahme - Anpassung Weiterleitmengen bei verschiedenen RÜ - Aktivierung von allenfalls vorhandenem Kanalspeicherraum - Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Greppen	5.1.3	- Anpassung Weiterleitmenge bei kommunalem RÜ - Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Küssnacht	5.1.4	- Anpassung Weiterleitmengen bei verschiedenen RÜ - Aktivierung von allenfalls vorhandenem Kanalspeicherraum - Aufhebung von Regenwasseranschlüssen an Schmutzwasserleitungen - Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Meierskap- pel	5.1.5	- Realisierung neues RÜB Meierskappel oder gleichwertige Massnahme - Anpassung Weiterleitmengen bei verschiedenen RÜ - Aktivierung von allenfalls vorhandenem Kanalspeicherraum - Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Risch	5.1.6	- Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Cham	5.1.7	- Anpassung Weiterleitmengen bei verschiedenen RÜ - Aktivierung von allenfalls vorhandenem Kanalspeicherraum - Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Oberägeri	5.1.8	- Sanierung allenfalls noch vorhandener Kombischächte - Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Unterägeri	5.1.9	- Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Menzingen	5.1.10	- Überprüfung Trennsystem Edlibach auf Fehlanschlüsse - Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Baar	5.1.11	- Anpassung Weiterleitmenge beim RÜB Baar - Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Zug	5.1.12	- Anpassung Weiterleitmengen bei verschiedenen RÜ - Aktivierung von allenfalls vorhandenem Kanalspeicherraum - Prüfung des Netzes auf noch vorhandene Entlastungsanlagen in Siehbach - Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)
Steinhau- sen	5.1.13	- Anpassung Weiterleitmengen bei verschiedenen RÜ - Aktivierung von allenfalls vorhandenem Kanalspeicherraum - Umsetzung Zielsetzungen aus kommunalem GEP (sofern kein Widerspruch)

## 11.5 Weitere Massnahmen

### 11.5.1 Fremdwasser

#### **Gewässerschutzverband:**

Die anhand der Kanalfernsehaufnahmen festgestellten Fremdwassereinträge im Verbandskanal sind zu sanieren. Es sind Fremdwasseruntersuchungsmethoden zu prüfen (z.B. die chemische Methode), die es erlauben, auch im Verbandskanal Fremdwassermessungen durchführen zu können. Dabei ist anzustreben, dass im ganzen Verbandsnetz am gleichen Datum Messungen durchgeführt werden (bessere Vergleichbarkeit).

#### **Verbandsgemeinden:**

Die stetige Prüfung und Reduktion des Fremdwassers ist eine Daueraufgabe. Durchführung von einheitlichen Verfahren zur Fremdwassermessung und Beprobung. Erstellung einer Fremdwasserbilanz als Verifikation und Vollständigkeitsprüfung.

Arth: Erstellung des bisher pendenden Zustandsberichts Fremdwasser

Oberägeri: Fremdwasser mit genaueren Methoden messen anstatt zu schätzen.

Menzingen, Steinhausen, Unterägeri, Walchwil: Bei neuer Fremdwasserermittlung Erfassung sämtlicher Zuflüsse.

Hünenberg, Oberägeri, Steinhausen: Gesamtzusammenstellung Fremdwasser erstellen.

### 11.5.2 Gefahrenabwehr

#### **Gewässerschutzverband:**

Da es nicht zu vermeiden ist, dass bei Havariefällen auf der Strasse oder in Liegenschaften, insbesondere der Industrie und des Gewerbes, gewisse Schad- oder Gefahrenstoffe freigesetzt und in die Kanalisation gelangen können, ist es wichtig, wenn seitens der Schadenwehr gewisse Interventionspunkte im Netz festgestellt und auch genutzt werden. Bei den Schad- und Gefahrenstoffen sind zwei Kategorien zu bilden:

A: explosible Stoffe

B: Schadstoffe, die die Gewässer oder auch die Kläranlage beeinträchtigen oder sogar schädigen können.

Bei den **explosiblen Stoffen** muss vermieden werden, dass sich die gefährlichen Gas-Luftgemische im Kanalnetz verbreiten und durch verschiedenste Ursachen zur Explosion gelangen (statische Entladungen, nicht ex-geschützte Apparate, Anlagenteile und Maschinen, weggeworfene Zigarettenstummel, Verkehrsunfälle mit Freisetzung von Benzin, Gaslecks im Erdreich, etc). Nebst der Ermittlung von potentiellen Gefahrenbereichen müssen auch der Schutz wichtiger Anlagenteile (Pumpwerke, Regenüberlaufbecken, etc.) untersucht werden.

Beispielsweise würde eine Explosion im Pumpensumpf der Anlage Siehbach eine massive Störung der Abwasserentsorgung der Stadt Zug verursachen, inklusive massiver Entlastungen von Schmutzwasser in den Zugersee (Entlastung über das RÜB Schützenmatt bis das Hebewerk wieder provisorisch in Stand gesetzt ist).

Es wird empfohlen, dass der GVRZ einen Kataster über die Aussenanlagen erstellt, in dem die Objekte nach ihrer Wichtigkeit und Gefährdung klassiert werden. Gestützt auf diesen Kataster sind Massnahmen zu planen (Erhöhung der Ventilation, Einbau von Gas- & Explosionssensoren, etc). Dabei ist den passiven Massnahmen der Vorzug zu geben.

Bei den **wassergefährdenden Schadstoffen** muss vermieden werden, dass diese in die Gewässer oder bei zu hohen Konzentrationen in die Kläranlage gelangen. Hier können die Regenüberlaufbecken zumindest bei Trockenwetter die Funktion von dezentralen Havariebecken übernehmen. Geeignet dazu sind allerdings nur die Becken, die im Nebenschluss angeordnet sind. Hier kann durch gezielte Drosselung oder Absperrung des Trockenwetterabflusses der schädliche Abwasserzufluss ins Becken umgeleitet werden. Allerdings nur solange, bis der Beckenfüllstand die Entlastungskante nicht erreicht hat. Mit dieser Massnahme gewinnen die zuständigen Schadenwehrdienste weiteren Handlungsspielraum, um das Schadenspotenzial abzuklären, Neutralisationsmassnahmen vor Ort vorzunehmen, oder durch eine minimale Weiterleitung zur Kläranlage den Verdünnungseffekt zu nutzen und dann dem Reinigungsprozess der ARA zuzuführen.

Als geeignete Anlagen im obigen Sinne gelten:

- neues RÜB Tramweg (bei Planung durch die Gemeinde als Havariebecken vorsehen)
- neues RÜB Meierskappel (bei Planung durch die Gemeinde als Havariebecken vorsehen)
- RÜB Greppen
- RÜB Küsnacht (Überprüfung ob Klärbedingung für 1 Becken ausreichend)
- RÜB Risch (Klärbecken im Nebenschluss)
- RÜB Seeplatz (Klärbecken im Nebenschluss, ungünstige Hydraulik)
- RÜB Baar
- RÜB Siehbach
- RÜB Schützenmatt (mit Einbau eines motorisierten Absperrorgans beim Trennbauwerk im Verbandskanal)
- RÜB Immensee mit Fangbecken im Hauptschluss

Anlagen im Hauptschluss, die mit einfachen Massnahmen in ein Nebenschlussbecken umgebaut werden können sind:

- RÜB Sennweid: Das aufgehobene Trennbauwerk oberhalb der Anlage kann aktiviert werden, indem dort der Trockenwetterabfluss über die bestehende Kanalisation am Becken vorbei geleitet wird. Bei Regenwetter wird der die ARA-Weiterleitmenge übersteigende Zufluss ins Verbundbecken geleitet. Im Havariefall kann die gesamte Zuflussmenge dem RÜB Sennweid zugeführt werden.
- RÜB Brüzigen: Die Entlastung des Abwasserzuflusses wird durch die Pumpstation Turm oder durch die Höhe der Entlastungskante des Trennbauwerkes im Verbandskanal bestimmt. Um das RÜB gezielt füllen zu können müsste beim Trennbauwerk ein Absperrorgan eingebaut werden.
- RÜB Hinterberg mit Fangbecken im Hauptschluss **UMBAU NICHT EINFACH !**

Nebst den oben beschriebenen Massnahmen soll die **Massnahmen- und Interventionsplanung der Schadenwehren** auf die zusätzlichen Möglichkeiten, die die Fernwirkanlage des GVRZ bietet, angepasst werden. Zudem ist das Informationskonzept bei den übergeordneten Stellen zu verbessern.

### 11.5.3 Kanalunterhalt

#### **Gewässerschutzverband:**

Aufbau eines Unterhalts- und Sanierungsplanes für die Verbandskanäle. Die Kanalfernsehinspektion soll in zeitlichen Abständen von ca. 15 Jahren wiederholt werden. Die Spületappen sind gestützt auf die vorgefundenen Ablagerungsstellen und vorhandenen Kanalgefälle auszurichten.

## 11.5.4 Gewässer

### **Gewässerschutzverband:**

#### Untere Lorze, inkl. Restwasserstrecke Hagendorn

Die untere Lorze dient dem GVRZ als Vorfluter. Abwasserhaltiges Wasser gelangt während Entlastungen auch in die Restwasserstrecke. Der chemische Zustand der Unteren Lorze wird bei Frauental durch das AfU ZG regelmässig erhoben und ausgewertet. Der biologische Zustand, insbesondere auch derjenige der mit wenig Wasser dotierten Restwasserstrecke wird jedoch nicht regelmässig überprüft. Die letzten Aufnahmen wurden zu einem Zeitpunkt gemacht, als der Endausbau der ARA Schönau noch nicht fertig erstellt war.

Im weiteren sollte geprüft werden, inwieweit das Wasser, welches während Entlastungen vor der ARA Schönau (oberhalb des Wehrs, zu Beginn der Restwasserstrecke) in die Untere Lorze fliesst, nicht direkt in den Oberwasser- oder Unterwasserkanal geleitet werden kann. Das Ziel wäre, dass die Restwasserstrecke auch während Phasen mit Entlastungen kein Abwasser enthält und damit gewässerökologisch deutlich aufgewertet würde.

Neben dem GVRZ als mögliche Quelle von Verschmutzungen der Lorze müssen auch weitere Quellen überprüft werden (Autobahntwässerung, Sickerwasser aus Altlasten bzw. Deponien entlang der Lorze).

#### Verschlammung Ochsenbach

Das Bachbett des Ochsenbachs ist stark verschlammt. Dies dürfte nicht nur, aber auch infolge der GVRZ Entlastungsanlage RÜB Sennweid zustande gekommen sein. Dieser Abschnitt ist infolge des geringen Gefälles sehr anfällig auf Verschlammung. Es sollte daher geprüft werden, inwieweit diese Verschlammung für Flora und Fauna (z. B. Eisvogel) nachteilig ist und ob, und mit welchen Nachteilen verbunden, eine Entschlammung des Bachbettes realisiert werden kann.

### **Verbandsgemeinden und Bezirke:**

#### Rigüa, Badewasserqualität Arth

Die Rigüa ist Vorfluter für zahlreiche kommunale Entlastungen. Der hygienische Zustand der Rigüa dürfte massgeblich die Badewasserqualität der rechts der Mündung sich befindenden öffentlichen Badanstalt bestimmen. Die Gemeinde Arth sollte die Badewasserqualität regelmässig auch während Regenereignissen erheben lassen. Jetzt wird die Badewasserqualität nur während Trockenwetter durch das Kantonale Amt für Lebensmittelkontrolle Zug erhoben.

#### Schlammansammlung im Bootshafen von Küssnacht

Im Bootshafen von Küssnacht sollte die vorhandene Schlammansammlung z. B. alle 5-10 Jahre überprüft und wenn nötig entsorgt werden. Die Überprüfung sollte basierend auf der Beschaffenheit und Ausgeprägtheit der Schlammansammlung (Mächtigkeit, Ausdehnung, Farbe, Eisensulfid, Geruch, etc.) und von Stoffanalysen (Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe) erfolgen.

#### Herkunft des GUS in Küssnacht

Herkunft des hohen GUS-Anteiles im Abwasser und/oder Bachwasser (Dorfbach) von Küssnacht abklären. Möglicherweise stammte dieser GUS-Anteil unter anderem vom inzwischen aufgehobenen Kieswerk.

Unmittelbar neben dem Dorfbach wird der Giessenbach in den Bootshafen geleitet. Das Meteorwasser des Sportplatzes Küssnacht, sowie der Installationsplatz der Bauunternehmung Vanoli AG neben der Hohlen Gasse sind am Giessenbach angeschlossen.

Bei Starkregen ist es möglich, dass Feinmaterial von diesen beiden Flächen über den Giessenbach in den Bootshafen geleitet wird. Dies wäre eine zweite Quelle der Feinmaterialablagerungen im Bootshafen, die im Gegensatz zum Kieswerk an der Strasse nach Greppen noch in Betrieb ist. Von Greppen wird kaum übermässig viel GUS eingeleitet.

#### Badewasserqualität Küssnacht

In Küssnacht entlasten zahlreiche kommunale Anlagen in den See. Sie waren mitverantwortlich für den schlechten hygienischen Zustand. Die Gemeinde Küssnacht sollte die Badewasserqualität regelmässig auch während Regenereignissen erheben lassen. Jetzt wird die Badewasserqualität vorwiegend während Trockenwetter durch das Laboratorium der Urkantone in Brunnen erhoben. Bei schlechter Badewasserqualität sollte die Bevölkerung informiert werden.

#### Badewasserqualität Stadt Zug, v.a. offen fliessender Siehbach, Männerbad und Neue Lorze

Im Mündungsbereich des Siehbachs und der Neuen Lorze war die Badewasserqualität schlecht. Die betroffenen Gemeinden Zug und Baar sollten die Belastungsquellen eruieren und möglichst reduzieren. Insbesondere in den Siehbach (Spielplatz!) sollten infolge Regenereignissen keine Entlastungen mehr erfolgen. Bei schlechter Badewasserqualität sollte die Bevölkerung informiert werden.

#### Verschlammung Ochsenbach

In der Gemeinde Steinhausen sind mehrere Regenüberläufe vorhanden, die in den Ochsenbach entwässern. Siehe Bemerkungen im Abschnitt Gewässerschutzverband auf der vorherigen Seite.

### 11.5.5 Verschiedenes

#### **Gewässerschutzverband:**

GIS und GIS-Viewer

Im Zuge der Verbands-GEP-Arbeiten wurden parallel dazu die Anlagen (Kanäle und Bauwerke) in einem digitalen Kataster erfasst. Die Daten sind im GIS-System der Firma Gätzi Vescoli AG, Baar, abgelegt und werden dort auch nachgeführt und verwaltet. Beim GVRZ steht für die Datenbetrachtung, Analyse und auch Datenausgabe (Werkplanauszüge, etc) in einer ersten Phase eine Viewer-Station zur Verfügung.

Um die erfassten Daten nachhaltig zu sichern und deren Aktualität langfristig zu sichern ist es notwendig, dass der GVRZ zusammen mit dem GIS-Betreiber ein Datennachführungs- und -Verwaltungskonzept erarbeitet und dann auch umsetzt. In dieses Konzept muss auch ein Informationskonzept der Verbandsgemeinden einfließen, dass die Weiterleitung von Mutationen an den Verbandsanlagen garantiert.

#### **Verbandsgemeinden:**

##### *Regenwasserbehandlung in Trennsystemgebieten:*

Im Hinblick auf die Beurteilung der Gesamtbelastung des Zugersees sei der Vollständigkeit halber darauf hingewiesen, dass auch aus Gemeinden mit Trennsystemgebieten eine nicht unerhebliche Belastung ausgehen kann, wenn verschmutztes Regenwasser unbehandelt in den Zugersee abgeleitet wird. Wie aus der Tabelle auf der nächsten Seite ersichtlich ist, sind die Unterschiede gewisser Schadstoffemissionen zwischen Mischwasserüberläufen und Regenabflüssen in der Trennkanalisation nicht so gross wie allgemein angenommen wird.

Im Klartext bedeutet dies, dass auch verschmutztes oder stark belastetes Regenwasser in der Trennkanalisation vorbehandelt werden muss. Die Unterscheidung von unverschmutztem und verschmutztem Abwasser ist dabei aufgrund von aktuellen Wegleitungen und Richtlinien vorzunehmen (z.B. BUWAL-Wegleitung „Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen“, VSA-Richtlinie „Regenwasserentsorgung“, etc.).

*Tabelle: Anteil ausgewählter Schadstoffe an Gesamten ungelösten Stoffen (GUS) im Mischwasser und im Regenabfluss der Trennkanalisation (berechnet nach Fuchs, Brombach, Weiss, 2004).*

Abwasserart	Häufigkeit des Auftretens	Anteil von Schadstoffen in 1 kg GUS *)					
		TOC [g]	P-tot [g]	Cd [mg]	Pb [mg]	Cu [mg]	Zn [mg]
Mischwasserüberlauf	25% Percentile	150	4	5.7	183	422	1192
	Median	170	7	8.0	402	559	1605
	75% Percentile	320	17	28.7	632	774	2516
Regenabfluss in der Trennkanalisation	25% Percentile	120	1.7	8.2	326	198	908
	Median	140	2.9	16.3	836	340	1950
	75% Percentile	200	4.9	35.4	1690	780	3560

*\*) Verhältnis zwischen Median GUS und 25% Percentile, Median und 75% Percentile von bewerteten Stoffen. Der Median aus 178 Untersuchungen von GUS im Mischsystem beträgt: 174.5 mg GUS/l, im Trennsystem: 141 mg GUS/l aus 56 Untersuchungen.*

## 11.6 Erfolgskontrolle

Der Erfolg der getroffenen Massnahmen sowie der laufende Betrieb sollten mittels gezielter Erfolgskontrollen überprüft werden. Neben ökonomischen und betrieblichen Erhebungen sollten auch gewässerorientierende Erfolgskontrollen durchgeführt werden.

Zu beachten ist, dass die untenstehende Aufzählung keinesfalls einen Massnahmenkatalog zu Lasten des GVRZ darstellt.

### Bereits vorhandene oder vorgesehene Erhebungen:

Pro Entlastungsbauwerk:

- Automatisches Erfassen der Überlaufcharakteristika (Anzahl, Datum/Zeit, Dauer, Menge pro Entlastung)
- Gezieltes Erheben von Stofffrachten, v. a. GUS und Gesamtphosphor

### Neu vorzusehende Erhebungen:

Pro Seeufer oder Fließgewässer:

- Wiederholen der Beurteilung der Badewasserqualität (Küssnacherbecken, Siehbach, Sijentalbach)
- Überprüfen der Verschlämmung im Hafen von Küssnacht
- Regelmässiges Beurteilen des biologischen Zustandes (Indikation der biologisch indizierten Wasserqualität mittels Kieselalgen) der Unteren Lorze, inkl. Restwasserstrecke bei Hagendorn.

## 12. Kosten-Nutzen-Analyse

### 12.1 Einleitung

Im Rahmen der Erarbeitung der verschiedenen Zustandsberichte in der Phase der Projektgrundlagen wurde der Ist - Zustand analysiert und je nach Resultat verschiedene Massnahmen in administrativer, betrieblicher oder technisch / baulicher Hinsicht formuliert. Dieser erste Handlungsbedarf ist in der anschliessenden Konzeptphase in die Untersuchungen über die zukünftige Bewirtschaftung der Verbandsanlagen eingeflossen.

Das Resultat dieser Konzeptphase ist die Erstellung eines generellen Entwässerungs- oder Bewirtschaftungskonzepts, welches die Zielsetzungen und auch die Massnahmen für die zukünftige und nachhaltige Entwicklung des Verbandes und der Verbandsgemeinden festlegt und berücksichtigt. Damit die erforderlichen (finanziellen) Mittel rechtzeitig und im notwendigen Umfang bereitgestellt werden können, ist eine Finanz- bzw. Investitionsplanung durchzuführen. Wichtige Grundlagen für die Finanzplanung sind die Kostenermittlung für Sanierungen, Erweiterungen und Neuanlagen und die Priorisierung dieser Massnahmen. Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über die evaluierten Massnahmen und deren Kostenfolge.

### 12.2 Randbedingungen

Verschiedene Faktoren wie Koordination mit anderen Werkträgern und gemeinsame Realisierung, Marktsituation, neue technische Lösungen und Produkte, veränderte gesetzliche Anforderungen, politisch bedingte Projektverzögerungen, etc. üben auf die Kosten einer Massnahme einen signifikanten Einfluss aus. Es ist schwierig, solche Einflüsse bereits zum heutigen Zeitpunkt voraussehen und berücksichtigen zu können.

Aus diesem Grund muss eine „normierte“ Preis- bzw. Kostenbasis festgelegt werden, auf die sich die Finanzplanung abstützen kann. Immer im Wissen, dass die ermittelten Kosten bei der Realisierung starken Schwankungen unterliegen können.

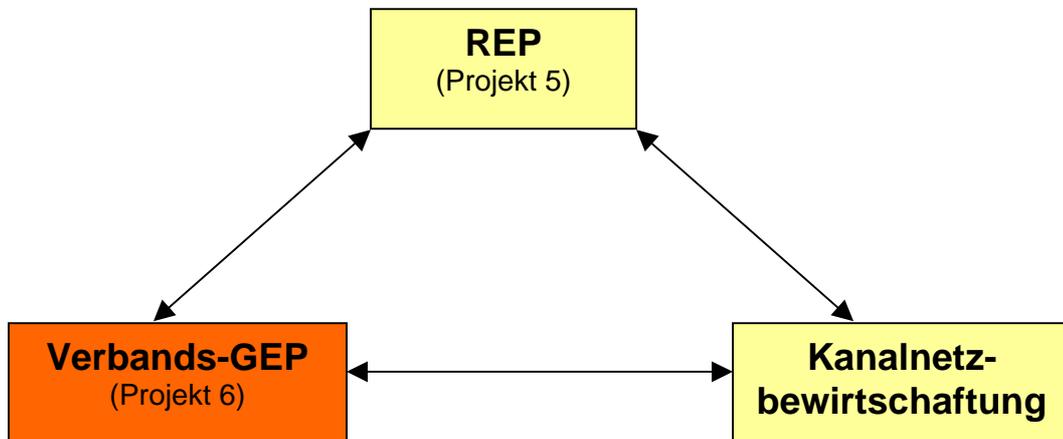
Für die Kostenschätzung wurden folgende Annahmen festgelegt:

- Realisierung der Massnahme „im Alleingang“, keine Kosteneinsparung durch Koordination und Realisation mit Dritten
- Preisbasis: 2005
- Genauigkeit: +/- 30 %
- Kostenangaben ohne Mehrwertsteuer

Zum Beschrieb oder für detailliertere Angaben zu den einzelnen Massnahmen siehe die entsprechenden Zustandsberichte resp. Bericht Entwässerungskonzept Teil 2: „Bewirtschaftungskonzept“.

### 12.3 Zusammenhang Verbands-GEP – Projekt Kanalnetzbewirtschaftung

Das Vorhaben „Kanalnetzbewirtschaftung“ des GVZR wurde in folgende Teil-Projekte unterteilt:



- Projekt 1: ARA Schönau, Vorarbeiten
- Projekt 2: Umnutzung VKB in RB
- Projekt 3: Steuerung Regenüberlaufbecken
- Projekt 4: Langfristige Massnahmen Kanalnetz
- Projekt 7: Anlagenerneuerung Aussenanlagen
- Projekt 8: Instandhaltungsmanagement
- Projekt 9: Kanalnetzüberwachung

Der regionale Entwässerungsplan (REP) (Projekt 5) wird übergeordnet auf der Stufe der Kantone momentan erarbeitet.

Die Projekte 1 und 2 sind als Vorarbeiten für die Kanalnetzbewirtschaftung bereits abgeschlossen. Die Projekte 3 „Steuerung Regenüberlaufbecken“, 7 „Anlagenerneuerung Aussenanlagen“ und 9 „Kanalnetzüberwachung“ sind die Kernpunkte der vorgesehenen Kanalnetzbewirtschaftung. Die bauliche und technische Umsetzung dieser Projekte wird momentan realisiert. Der Abschluss ist im Jahre 2007 vorgesehen. Das Verbands-GEP (Projekt 6) liefert die für die Kanalnetzbewirtschaftung benötigte generelle Konzeption.

## 12.4 Übersicht Gesamtkosten und Etappierung

Die Festlegung der zeitlichen Prioritäten für die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen richtet sich nach verschiedenen Kriterien und unterliegt auch verschiedenen Einflüssen und Randbedingungen. Generell sollen die Prioritäten wie folgt definiert werden:

- 1: hohe Priorität:
- Massnahmen, um starke Beeinträchtigungen der Gewässer zu eliminieren
  - Massnahmen, welche die Sicherheit der Anlagen und des Betriebs erhöhen, wenn akute Risiken vorhanden sind
  - Massnahmen, die die Wirksamkeit der Anlagen erhöhen
  - Kostengünstige Massnahmen
  - Umsetzung / Realisierung innert 1 – 3 Jahren
- 2: mittlere Priorität:
- Massnahmen, um geringe Beeinträchtigungen der Gewässer zu eliminieren
  - Massnahmen, welche die Sicherheit der Anlagen und des Betriebs erhöhen, bei geringem Sicherheitsrisiko
  - Umsetzung / Realisierung innert 3 – 7 Jahren
- 3: niedrige Priorität:
- Massnahmen werden erst bei Eintreten von langfristigen Entwicklungen notwendig
  - Massnahmen, für die taugliche Alternativen vorhanden sind, den Betrieb aber ohne Alternative erleichtern würden
  - Umsetzung / Realisierung innert 7 – 12 Jahren

Je nach Überbauungsstand bzw. Überbauungstempo der Bauzonen in den Verbandsgemeinden können sich Verschiebungen bei der Festlegung der Zeithorizonte ergeben. Zusätzlich können Projekte und Bauvorhaben von Dritten die Realisierung beschleunigen oder allenfalls auch verzögern, wenn dadurch Synergien genutzt werden können.

Nr.	Massnahme Beschreibung	Rand- bedingung	Kosten Fr.	Zeithorizont			erledigt
				Kurz- fristig 1 – 3 J.	Mittel- fristig 3 – 7 J.	Lang- fristig 7 – 12 J.	
<b>1</b>	<b>Bewirtschaftung</b>						
1.1	Füllstandsmessungen, Durchflussmessungen		75'000.-	X			X
1.2	Regenmesser		35'000.-	X			X
1.3	Auswertung Regenmesser-Daten, kurzfristig		5'000.-	X			X
1.4	Auswertung Regenmesser-Daten, mittelfristig		10'000.-		X		
1.5	Auswertung Betriebsdaten		25'000.-		X		
<b>2</b>	<b>Fremdwassersanierung</b>						
2.1	(Sanierungen kurzfristig)		(66'300.-) <sup>5</sup>	X			
2.2	(Sanierungen mittelfristig)		(144'200.-)		X		
2.3	Messkonzept innerhalb von Verbandsanlagen		12'000.-		X		
2.4	Messung innerhalb von Verbandsanlagen		100'000.-		X		
<b>3</b>	<b>Verbandskanäle und Kontrollschächte</b>						
3.1	Neuerstellung Verbandskanal		370'000.-	X			X
3.2	Notentlastung vor PW Immensee		25'000.-	X			
3.3	Sanierungen kurzfristig		350'000.-	X			
3.4	Sanierungen mittelfristig		2'020'000.-		X		
3.5	Sanierungen langfristig		170'000.-			X	
3.6	Erstellung Unterhaltsplan		18'000.-	X			X
3.7	Kanalreinigung		342'000.-		X		
3.8	Kanalfernsehaufnahmen		240'000.-			X	

<sup>5</sup> Beträge in Klammern: Die Kosten sind in Massnahme Nr. 3.3 und 3.4 (Kanalsanierungen) bereits eingerechnet.

Massnahme		Randbedingung	Kosten Fr.	Zeithorizont			erledigt
Nr.	Beschreibung			Kurz- fristig 1 – 3 J.	Mittel- fristig 3 – 7 J.	Lang- fristig 7 – 12 J.	
<b>4</b>	<b>Gefahrenabwehr</b>						
4.1	Erstellung Kataster Aus- senanlagen		65'000.-		X		
4.2	Dokumentationen für Scha- denwehren		20'000.-		X		
4.3	Havariekonzept PW Sieh- bach		15'000.-		X		
4.4	Überprüfung RÜB Küss- nacht		5'000.-		X		
4.5	Absperrorgan RÜB Schüt- zenmatt		15'000.-	X			
4.6	Aktivierung Trennbauwerk RÜB Sennweid		10'000.-		X		
4.7	Absperrorgan Trennbau- werk RÜB Brüözigen		15'000.-		X		
<b>5</b>	<b>Massnahmen Gewässer</b>						
5.1	Überprüfung Zustand untere Lorze		30'000.- <sup>6</sup>	X			
5.2	Überprüfung Ableitung Ent- lastung ARA in Oberwas- serkanal		20'000.-		X		
5.3	Überprüfung Verschlam- mung Ochsenbach	(Anteil GVRZ)	10'000.-		X		
<b>6</b>	<b>Erfolgskontrolle</b>						
6.1	Auswertung Messdaten Sonderbauwerke		25'000.-		X		
6.2	Messung Stofffrachten bei Entlastungsanlagen		60'000.-		X		
6.3	Wiederholung Beurteilung Badewasserqualität	(Anteil GVRZ)	20'000.-		X		
6.4	Regelmässige Beurteilung biol. Zustand untere Lorze	(Anteil GVRZ)	20'000.-		X		
6.5	Messung Stofffrachten bei RÜB in Küssnacht (GUS)		20'000.-	X			

<sup>6</sup> Bestandteil Reusstalbericht (Kt. Zug)

**Kostenzusammenstellung nach Prioritäten:**

• Kurzfristig:	Fr.	943'000.-
• Mittelfristig:	Fr.	2'794'000.-
• Langfristig:	Fr.	410'000.-

**Somit ergeben sich Gesamtkosten von Fr. 4'147'000.-.** Der überwiegende Anteil wird verursacht durch die Instandstellung der Verbandskanäle, d.h. Kanal- und Schachtsanierungen, sowie für die Unterhaltsplanung.

In diesen Gesamtkosten nicht enthalten sind die Kosten für die allgemeine Realisierung der Kanalnetzbewirtschaftung, d.h. für die Sanierung und Neuausrüstung der Sonderbauwerke und das Leitsystem. Diese Arbeiten sind mit einem separaten Kredit abgedeckt und stehen bereits in der Ausführung. Der Stand der Umsetzung per Ende 2006 ist im Bericht Nr. 12 dokumentiert.

**12.5 Wirksamkeit der Massnahmen**

Mit den evaluierten Massnahmen werden für den Gewässerschutz und den Grundwasserschutz im Einzugsgebiet des GVRZ wirkungsvolle und nachhaltige Massnahmen zur Realisierung empfohlen. Im Detail bedeutet dies, dass:

1. Bei der Umsetzung des Bewirtschaftungskonzepts im Endzustand die gesamten Entlastungsvolumina (d.h. in Verbandsanlagen und kommunalen Anlagen) aus Regenüberlaufbecken und Regenüberläufen um rund 42% abnehmen, was fast einer Halbierung des heutigen Zustandes gleichkommt.
2. Rund 84% sämtlicher Entlastungsvolumina vorbehandelt, d.h. über Regenüberlaufbecken entlastet werden.
3. Bei Elimination der heute aus den kommunalen Abwassernetzen zufließenden Fremdwassermenge von rund 114 l/s bzw. knapp 10'000 m<sup>3</sup> pro Tag resp. rund 25% des Trockenwetteranfalls nicht nur erheblich Kosten eingespart werden können, sondern auch weitere Kapazitätsreserven für die Bewirtschaftung bereitgestellt werden können.
4. Rund 76% des ermittelten Gesamtkostenrahmens, nämlich rund Fr. 3'140'000.-, für die Instandstellung der Verbandskanäle und Kontrollschächte sowie für Planung und Umsetzung eines effektiven Unterhalts benötigt werden. Damit wird einerseits ein dichtes Leitungsnetz angestrebt, andererseits können die gesamten Werkanlagen damit in ihrem Bestand erhalten werden.
5. bei der Evaluation der Massnahmen auch der Gefahrenabwehr, d.h. insbesondere der Betriebssicherheit der Abwasseranlagen, und der Erfolgskontrolle ausreichend Beachtung geschenkt wurde.
6. mit der Umsetzung des Bewirtschaftungskonzepts in Zukunft umfangreiche Daten über das Netzverhalten und somit über den Einfluss der Siedlungsentwässerung bei den Seen im Einzugsgebiet zur Verfügung stehen werden.

## 12.6 Zusammenfassung

Der Bericht Kosten-Nutzen-Analyse gibt einen Überblick über die im Rahmen des Verbands-GEP evaluierten Massnahmen und deren Kostenfolge. Damit die erforderlichen finanziellen Mittel rechtzeitig und im notwendigen Umfang bereitgestellt werden können, sind die vorgesehenen Investitionen in die bestehende Finanzplanung zu integrieren. Es ist aber zu beachten, dass diverse Ausgaben unabhängig vom Verbands-GEP angefallen wären und somit allenfalls bereits in der bestehenden Finanzplanung integriert sein könnten (u.a. Kanalsanierung, Fremdwassersanierung, etc.).

Für die Kostenschätzung wurden folgende Annahmen festgelegt:

- Realisierung der Massnahme „im Alleingang“, keine Kosteneinsparung durch Koordination und Realisation mit Dritten
- Preisbasis: 2005
- Genauigkeit: +/- 30 %
- Kostenangaben ohne Mehrwertsteuer

Zum Beschrieb oder für detailliertere Angaben zu den einzelnen Massnahmen siehe die entsprechenden Zustandsberichte resp. Bericht Entwässerungskonzept Teil 2: „Bewirtschaftungskonzept“.

**Die Umsetzung der Ergebnisse aus dem Verbands – GEP löst Investitionen in der Höhe von rund 4.15 Mio. Franken aus. Nach Prioritäten ergibt sich folgende Aufteilung:**

- |                         |            |                    |
|-------------------------|------------|--------------------|
| • <b>Kurzfristig:</b>   | <b>Fr.</b> | <b>943'000.-</b>   |
| • <b>Mittelfristig:</b> | <b>Fr.</b> | <b>2'794'000.-</b> |
| • <b>Langfristig:</b>   | <b>Fr.</b> | <b>410'000.-</b>   |

Der überwiegende Anteil der Gesamtkosten, nämlich rund 76%, wird verursacht durch die Instandstellung der Verbandskanäle, d.h. Kanal- und Schachtsanierungen, sowie für eine langfristige Unterhaltsplanung.

In diesen Gesamtkosten nicht enthalten sind die Kosten für die allgemeine Realisierung der Kanalnetzbewirtschaftung, d.h. für die Sanierung und Neuausrüstung der Sonderbauwerke und das Leitsystem. Diese Arbeiten sind mit einem separaten Kredit abgedeckt und stehen bereits in der Ausführung. Ebenfalls sind in diesen Kostenangaben keine Aufwendungen für die langfristige Wiederbeschaffung (Erneuerung) enthalten.

Mit den evaluierten Massnahmen werden für den Gewässerschutz und den Grundwasserschutz im Einzugsgebiet des GVRZ wirkungsvolle und nachhaltige Massnahmen zur Realisierung empfohlen. Im Detail bedeutet dies, dass bei der Umsetzung des Bewirtschaftungskonzepts im Endzustand die gesamten Entlastungsvolumina (d.h. in Verbandsanlagen und kommunalen Anlagen) aus Regenüberlaufbecken und Regenüberläufen um rund 42% abnehmen, was fast einer Halbierung des heutigen Zustandes gleichkommt. Rund 84% sämtlicher Entlastungsvolumina werden vorbehandelt, d.h. über Regenüberlaufbecken entlastet werden.

**Empfängerliste**

Rev.-Datum	Empfänger									
	1)	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)	10)
30.03.2007	5 Ex.	1 Ex.	1 Ex.	1 Ex.	1 Ex.	1 Ex.				

**Empfängeradressen**

- 1) GVRZ, Kläranlage Schönau, Friesencham, 6330 Cham
- 2) Benz Ingenieure AG, Bellariastrasse 7, 8002 Zürich
- 3) Amt für Umweltschutz des Kantons Zug, Aabachstrasse 5 / Postfach, 6301 Zug
- 4) Amt für Umweltschutz des Kantons Schwyz, Kollegiumstrasse 28 / Postfach 2162, 6431 Schwyz
- 5) Umwelt und Energie, Libellenrain 15 / Postfach 3439, 6002 Luzern
- 6) Kuster + Hager Ingenieurbüro AG, Tönierstrasse 4, 8730 Uznach