



Appenzell Ausserrhoden



KANTON  
APPENZELL INNERRHODEN

Departement  
Bau und Um-  
welt

Amt für Umwelt  
Kasernenstrasse 17  
9102 Herisau

Bau- und  
Umwelt-  
departement

Amt für Umwelt  
Gaiserstrasse 8  
9050 Appenzell



**Zustand der Appenzellischen Fliessgewässer 2013**  
Beurteilt nach dem Modulstufenkonzept Stufe F

Ambio GmbH, Februar 2014

**Herausgeber**

Amt für Umwelt Appenzell Ausserrhoden  
Kasernenstrasse 17  
9102 Herisau  
Tel.: 071 353 65 35; Fax: 071 353 65 36; E-Mail: [afu@ar.ch](mailto:afu@ar.ch); [www.ar.ch/afu](http://www.ar.ch/afu)

**Projektleitung**

Regula Würth, Abteilung Wasser und Stoffe

**Autor**

Markus Haberthür, Ambio GmbH, Zürich (Bericht)

Mitarbeit:

Guido Erni, Kieselalgen  
Florian Landerer, Feldarbeit

**Titelbild**

Sittertobel bei Schopfen

## Inhalt

<i>Managementsummary</i>	<i>1</i>
<b>1 Anlass und Ziele der Gewässeruntersuchung 2013</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Anlass der Untersuchungen</i>	<i>1</i>
1.2 <i>Ziele der Untersuchungen</i>	<i>2</i>
<b>2 Untersuchungsmethoden</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Hydrologie</i>	<i>3</i>
2.2 <i>Äusserer Aspekt Erhobene Daten</i>	<i>4</i>
2.3 <i>Chemischer Zustand</i>	<i>4</i>
2.4 <i>Makrozoobenthos</i>	<i>5</i>
2.5 <i>Kieselalgen</i>	<i>7</i>
2.6 <i>Aussagefenster der Module</i>	<i>8</i>
2.7 <i>Bewertungsverfahren</i>	<i>9</i>
<b>3 Übersicht der Ergebnisse</b>	<b>11</b>
3.1 <i>Einzugsgebiet der Glatt</i>	<i>11</i>
3.2 <i>Einzugsgebiet der Urnäsch</i>	<i>11</i>
3.3 <i>Einzugsgebiet der Sitter</i>	<i>12</i>
3.4 <i>Einzugsgebiet des Rotbachs</i>	<i>13</i>
3.5 <i>Einzugsgebiet der Goldach</i>	<i>13</i>
3.6 <i>Einzugsgebiet des Rheintals</i>	<i>14</i>
<b>4 Einzugsgebiet Glatt</b>	<b>19</b>
4.1 <i>Hydrologie</i>	<i>20</i>
4.2 <i>Äusserer Aspekt</i>	<i>21</i>
4.3 <i>Chemische Parameter</i>	<i>21</i>
4.4 <i>Makrozoobenthos</i>	<i>24</i>
4.5 <i>Kieselalgen</i>	<i>26</i>
4.6 <i>Gesamtbeurteilung</i>	<i>27</i>
<b>5 Einzugsgebiet Urnäsch</b>	<b>28</b>
5.1 <i>Hydrologie</i>	<i>29</i>
5.2 <i>Äusserer Aspekt</i>	<i>30</i>
5.3 <i>Chemische Parameter</i>	<i>31</i>
5.4 <i>Makrozoobenthos</i>	<i>34</i>
5.5 <i>Kieselalgen</i>	<i>35</i>
5.6 <i>Gesamtbeurteilung</i>	<i>36</i>
<b>6 Einzugsgebiet Sitter</b>	<b>38</b>
6.1 <i>Hydrologie</i>	<i>39</i>
6.2 <i>Äusserer Aspekt</i>	<i>40</i>
6.3 <i>Chemische Parameter</i>	<i>41</i>
6.4 <i>Makrozoobenthos</i>	<i>45</i>
6.5 <i>Kieselalgen.</i>	<i>46</i>

# Inhalt

---

6.6 Gesamtbeurteilung	47
7 Einzugsgebiet Rotbach	49
7.1 Hydrologie	50
7.2 Äusserer Aspekt	50
7.3 Chemische Parameter	51
7.4 Makrozoobenthos	54
7.5 Kieselalgen	55
7.6 Gesamtbeurteilung	56
8 Einzugsgebiet Goldach	58
8.1 Hydrologie	59
8.2 Äusserer Aspekt	60
8.3 Chemische Parameter	61
8.4 Makrozoobenthos	64
8.5 Kieselalgen	66
8.6 Gesamtbeurteilung	67
9 Einzugsgebiet Rheintal	68
9.1 Hydrologie	69
9.2 Äusserer Aspekt	69
9.3 Chemische Parameter	70
9.4 Makrozoobenthos	73
9.5 Kieselalgen	74
9.6 Gesamtbeurteilung	76
10 Empfehlungen	77
10.1 Überwachungsaktivitäten	77
10.2 Glatteinzugsgebiet	78
10.3 Einzugsgebiet der Urnäsch	79
10.4 Einzugsgebiet des Rotbaches	80
10.5 Einzugsgebiet der Goldach	80
10.6 Sittereinzugsgebiet	80
10.7 Einzugsgebiet Rheintal	81
11 Literatur	82
Abbildungsverzeichnis	83
Figurenverzeichnis	83
Tabellenverzeichnis	86
Anhang 1: Gesamtbeurteilung der einzelnen Stellen.	88
Anhang 2: Daten des äusseren Aspektes 2013.	90
Anhang 3: Chemische Daten 2013	94
Anhang 4: Daten des Makrozoobenthos 2013	95
Anhang 5: Daten der Kieselalgen 2013	97

## **Managementsummary**

Der vorliegende Bericht zeigt den Zustand der appenzellischen Fließgewässer (Ausserrhoden und Innerrhoden) bezüglich des Äusseren Aspektes, der Biologie und der chemischen Inhaltstoffe. Aufgezeigt werden der Zustand 2013 und die bisherigen Trends seit frühestens 1993.

Kapitel 1 erläutert die Beweggründe zur Untersuchung der appenzellischen Fließgewässer und deren Zielsetzung. Wesentliche Punkte für die Untersuchung in einem fünfjährigen Turnus sind die sich laufend verändernden Rahmenbedingungen der Abwasserbehandlung, die Prüfung der Gesetzeskonformität der Wasserqualität, das Erkennen von Langzeitentwicklungen sowie die Erfolgskontrolle der bisherigen Massnahmen.

Kapitel 2 beschreibt die verwendeten Untersuchungsmethoden. Dabei wird speziell auf die methodischen Bereiche eingegangen, die ergänzend oder in Abwandlung zu den Grundmethoden der Module Äusserer Aspekt, Makrozoobenthos, Kieselalgen und chemisch-physikalische Erhebungen nach dem Modulstufenkonzept zur Anwendung gelangten. Weiter wird das Vorgehen bei der Bewertung der Ergebnisse aufgezeigt.

Kapitel 3 gibt eine Übersicht der Ergebnisse und ist für den **eiligen Leser** gedacht. Die Ergebnisse werden in Form einer zusammenfassenden Bewertung für den Äusseren Aspekt, den biologischen und chemischen Zustand pro Untersuchungsstelle kartografisch dargestellt. Für die Einzugsgebiete Glatt, Urnäsch, Sitter, Rotbach, Goldach und Rheintal wird im begleitenden Text eine Gesamtbeurteilung des Zustandes 2013 sowie dessen Entwicklung seit Beginn des Gewässermonitorings abgegeben.

Kapitel 4-9 beschreibt im Detail die Ergebnisse der untersuchten sechs Flusseinzugsgebiete. Neben den Ergebnissen bezüglich dem Äusseren Aspekt, der Chemie, dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen werden einleitend zu jedem Einzugsgebiet die hydrologischen Verhältnisse zum Zeitpunkt der Probenahmen,

das Gewässersystem mit den wesentlichen anthropogenen Eingriffen, sowie das jahreszeitliche Temperaturregime entlang eines Flusssystems beschrieben. Bezüglich der Gewässerqualität wird zwischen dem Zustand 2013 und der Entwicklung seit frühestens 1993 unterschieden.

Kapitel 10 enthält Empfehlungen für die zukünftigen Untersuchungen und beschreibt bezogen auf jedes Einzugsgebiet die notwendigen oder möglichen Massnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität.

Kapitel 11 verweist auf die für den Bericht relevante Literatur.

Dem Bericht sind ein Verzeichnis aller Abbildungen, Tabellen und Figuren sowie tabellarisch, die 2013 erhobenen Daten angehängt.

Weiter besteht eine separate Stellendokumentation mit Bildern der Frühlings-, Sommer- und Herbstsituation 2013, mit allen Rohdaten 2013 sowie Grafiken mit dem Verlauf der chemisch-physikalischen Parameter seit Beginn der Erhebungen.



## **1 Anlass und Ziele der Gewässeruntersuchung 2013**

### **1.1 Anlass der Untersuchungen**

#### **Prüfung der Gesetzeskonformität**

Die ökologischen Ziele und Anforderungen an die Wasserqualität für Fließgewässer sind in der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (Stand 1.1.2011) formuliert. Neben den Grenz- und Richtwerten für chemische und physikalische Qualitätskriterien umschreibt die Verordnung auch Anforderungen für den äusseren Aspekt (Farbe, Geruch, Trübung etc.) sowie den heterotrophen und pflanzlichen Bewuchs der Gewässersohle. Die ökologischen Ziele streben bezüglich der organischen Belastung einen biologischen Zustand an, der für nicht oder nur schwach belastete Gewässer typisch ist.

#### **Integrative Erfassung der Gewässergüte**

In methodischer Hinsicht ergänzen sich die chemischen und biologischen Qualitätskriterien. Während chemische Untersuchungen in der Regel Momentaufnahmen der stoffspezifischen Wasserqualität darstellen, widerspiegeln die biologischen Erhebungen die längerfristige Wirkung der Belastungsfaktoren auf die Lebensprozesse im Gewässer. So können zum Beispiel aus der Zusammensetzung der Wasserorganismen Rückschlüsse auf die Belastungsvorgänge im Gewässer gezogen werden. Diese können nicht nur auf stoffliche Aspekte, sondern auch auf hydrologische und gewässermorphologische Stressfaktoren ausgedehnt werden. Biologische Methoden eignen sich besonders für Erstaufnahmen der Wasserqualität und um generelle Qualitätsänderungen festzustellen.

#### **Veränderte Rahmenbedingungen der Abwasserbehandlung**

Die Infrastruktur zur Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung ist nicht für die Ewigkeit gebaut. Die Kanalisationssysteme und Abwasserreinigungsanlagen müssen laufend unterhalten und im gleichen Zuge den sich verän-

dernden Anforderungen angepasst werden. Jährlich wächst die Siedlungsfläche in der Schweiz um rund zwei Prozent und erfordert eine laufende Erweiterung der Entwässerungssysteme. Die Problematik von Mikroverunreinigungen durch toxische und hormonaktive Spurenstoffe hat sich im letzten Jahrzehnt akzentuiert. Sie zeigt sich in schwindenden Fischpopulationen und Missbildungen bei Fischen.

#### **Erfassen diffuser Belastungen**

Neben den punktuellen Belastungsquellen wie ARA-Einleitungen oder Entlastungsbauwerke der Siedlungsentwässerung beeinträchtigen auch diffuse Stoffeinträge die Gewässer. Solche sind zum Beispiel der Nährstoffeintrag aus der Landwirtschaft, der Schadstoffeintrag aus der Luft über den Boden in die Gewässer. Die Elimination oder Eindämmung diffuser Quellen erfordert andere Massnahmenstrategien als die bei punktuellen Quellen.

#### **Bestandteil des Qualitätsmanagements**

Allein schon die beträchtlichen öffentlichen Investitionen in die Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung sowie die Abgeltung von gewässerökologischen Leistungen der Landwirtschaft verpflichten die kantonalen Gewässerschutzfachstellen die Wirkung der Gewässerschutzmassnahmen zu prüfen und die Öffentlichkeit über deren Erfolg zu informieren. Dies verlangt auch Art. 50 des Gewässerschutzgesetzes (GSchG). Die Untersuchungen sind dabei als Teil eines umfassenden Systems zum Qualitätsmanagement der öffentlichen Umweltpolitik zu sehen.

#### **Erkennen von Langzeitentwicklungen**

Die Evaluation, Planung und Umsetzung von Gewässerschutzmassnahmen erfordert Zeit und erstreckt sich oft über grössere Zeiträume. Nicht selten sind damit auch politische Entscheidungsprozesse (Vernehmlassungen, Abstimmungen) eingeschlossen, die nicht von heute auf morgen durchlaufen werden können. Oft sind sie auch mit Überzeugungsarbeit und Informationsaufwand verbunden. Umso wichtiger ist es langfristige Trends und Entwicklungen

rechtzeitig zu erkennen um die notwendigen Massnahmen zeitgerecht ergreifen zu können.

## **Bestandteil der appenzellischen Gewässerüberwachung**

Die Überwachung der appenzellischen Fließgewässer erfolgt im Rahmen von 4 separaten Untersuchungsprogrammen:

- der fünfjährigen Untersuchung der appenzellischen Fließgewässer (Äusserer Aspekt, chemisch-physikalisch, biologisch anhand der Kieselalgen, des Makrozoobenthos und der Fische).
- den monatlichen Untersuchungen der Vorfluter im Bereich der Kläranlagen im Kanton Appenzell Ausserrhoden (chemisch-physikalisch).
- die interkantonale Überwachung der Sitter und der Glatt (Äusserer Aspekt, chemisch-physikalisch, biologisch anhand der Kieselalgen und des Makrozoobenthos).
- das Projekt NAWA-Trend des BAFU im Rahmen dessen je eine Messstelle in den Kantonen Appenzell Innerrhoden und Ausserrhoden liegt (Äusserer Aspekt, chemisch-physikalisch, biologisch anhand der Kieselalgen, des Makrozoobenthos und der Fische).

## **1.2 Ziele der Untersuchungen**

Die Ziele der Untersuchungen sind:

1. Ermittlung des Zustandes der appenzellischen Fließgewässer bezüglich Wasser- und Lebensqualität für Fauna und Flora
2. Überprüfung der Erreichung der "ökologischen Ziele für Gewässer" bzw. der "Anforderungen an die Wasserqualität" gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV) Anhang 1 und 2 vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. August 2011).
3. Aufzeigen der Veränderungen bezüglich der Ergebnisse früherer Untersuchungen der Jahre 1998, 2003 und 2008.
4. Aufzeigen eines allfälligen Handlungsbe-

darfes aufgrund der Ergebnisse der Untersuchung sowie Angabe von Empfehlungen zu konkreten Gewässerschutzmassnahmen.

5. Erhebung und Beurteilung des Gewässerzustandes anhand der vorkommenden Fischpopulationen. Erkennung von Defiziten und mögliche Behebungsmassnahmen aufzeigen. Vergleich des Zustandes mit der Erhebung aus dem Jahr 2008.



## 2 Untersuchungsmethoden

Die Untersuchungsmethoden und die Beurteilung der Gewässer stützen sich grundsätzlich auf die Vorgaben der 4 Module Äusserer Aspekt, Chemisch-physikalische Erhebungen, Kieselalgen und Makrozoobenthos auf Stufe F des Modulstufenkonzeptes (Liechti 2004). Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf kleinere methodische Abweichungen, auf das Vorgehen im Feld sowie das verwendete Bewertungsverfahren.

### 2.1 Hydrologie

Bestimmt wurden an jeder Stelle der momentane Abfluss während der Probenahme sowie die Korngrößenverteilung des im Probenahmesektor abgelagerten Geschiebes. An den Stellen, die man dreimal beprobte (Frühling, Sommer, Herbst), resultierten so drei Datensätze. Zur Kontrolle der Abflussmessungen sind die Abflussdaten aller Stellen, die nahe bei hydrometrischen Stationen (LHG, AfU St. Gallen) liegen mit den mittleren Tagesabflusswerten verglichen worden.

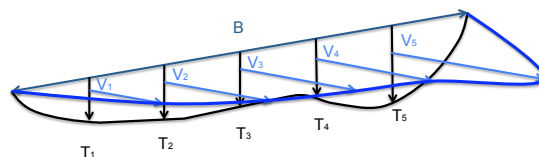
#### 2.1.1 Abflussmessungen

Für die Abflussmessungen wurde zunächst ein Profil des benetzten Querschnittes aufgenommen. Gemessen wurden die Breite der benetzten Sohle und die Wassertiefe an fünf gleichmässig über die Breite verteilten Punkten. An diesen wurde anschliessend mit einem Flügelrad Messgerät (Höntzsch Flowtherm NT) die über 5 Sekunden gemittelte Fließgeschwindigkeit im obersten Drittel der Wassertiefe bestimmt. Mit den Daten wurde dann der Abfluss Q nach der Formel:

$$Q = B/6 * (((T_1/2 * V_1/2) + ((T_2+T_1)/2 * (V_1+V_2)/2) + ((T_2+T_3)/2 * (V_2+V_3)/2) + ((T_3+T_4)/2 * (V_3+V_4)/2) + ((T_4+T_5)/2 * (V_4+V_5)/2) + ((T_5/2 * V_5/2)))$$

ermittelt. B [m] ist die benetzte Breite,  $T_1, 2, \dots, 5$  sind die Wassertiefen [m] an den Punkten 1 bis 5 im Querprofil und  $V_1, 2, \dots, 5$  die Fließgeschwindigkeiten [m/s] an diesen Punkten. An Stellen, bei denen mehrere getrennte Fließrinnen vorhanden waren, wurde nach diesem Verfahren

der Abfluss jeder Rinne bestimmt und danach die Gesamtsumme des Abflusses berechnet.



**Fig. 1:** Bestimmte Parameter zur Schätzung des momentanen Abflusses an einer Probenahmestelle.

#### 2.1.2 Korngrößenbestimmung

Mit der Bestimmung von Korngrößen im Sohlenmaterial stehen Daten zur Abschätzung des Geschiebetransportes, zur Beurteilung von Laichhabitaten und der Mikrohabitate der Fischnährtiere zur Verfügung.



**Bild 1:** Im Bachbett ausgelegtes Messband zur Erhebung einer Linienprobe. Bestimmt wurde der Durchmesser der b-Achse aller Steine > 1 cm anhand von 21 Grössenklassen. Der Anteil der feineren Substrate wurde pauschal geschätzt.

Die Korngrößen wurden anhand von Linienproben ermittelt. Dabei wurde im Gewässerbett ein Messband ausgelegt und bei mindestens 150 von ihm tangierten Steinen der Durchmesser an der mittleren (b-Achse) der drei senkrecht zueinander stehenden Achsen eines Steines gemessen. Die Länge des Durchmessers klassierte man anhand von 21 Grössenklassen (siehe Tab. 1). Zusätzlich wurden die Anteile der Feinfraktionen in weiteren 3 Grössenklassen geschätzt.

Mit diesem Verfahren liess sich die prozentuale Verteilung des Sohlenmaterials auf 24 Grössenklassen ermitteln. In der Stellendokumentation wurden die Ergebnisse dargestellt.

Korngrösse	Fraktion
<0.1 [cm]	Feinsand
0.1-0.2 [cm]	Sand
0.2-1 [cm] 1-2 [cm]	Feinkies
2-3 [cm] 3-4 [cm] 4-6 [cm] 6-8 [cm] 8-10 [cm]	Grobkies
10-12 [cm] 12-15 [cm] 15-20 [cm] 20-25 [cm] 25-30 [cm]	Kopfgrosses Geröll
30-35 [cm] 35-40 [cm] 40-50 [cm] 50-60 [cm] 60-80 [cm] 80-100 [cm] 100-120 [cm] 120-150 [cm] 150-200 [cm] >200 [cm]	Felsbrocken, Fels

**Tab. 1:** Zuordnung der Korngrössenklassen einer Lini-  
enprobe zu den 6 Fraktionen des Sohlenmateri-  
als.

## 2.2 Äusserer Aspekt

Der Äussere Aspekt wurde nach den methodi-  
schen Vorgaben des Moduls Äusserer Aspekt  
(Binderheim et al. 2007) erhoben. Der hetero-  
trophe Bewuchs und das Eisensulfid beurteilte  
man anhand von mindestens 10 Steinen, die  
verteilt über den Gewässerquerschnitt entnom-  
men wurden.

## 2.3 Chemischer Zustand

Die Methoden zur Beurteilung des chemisch-  
physikalischen Zustandes beruhen auf den  
Grundlagen des Moduls Chemie, (Liechti 2010)  
des Modulstufenkonzeptes.

### 2.3.1 Konzept der Probenahmestellen

Die Stellen mit chemischen Probenahmen wur-  
den von den Umweltämtern der Kantone Ap-  
penzell Ausserrhoden und Innerrhoden nach  
einem feststehenden Konzept vorgegeben. Be-  
standteile des Konzeptes sind ein Messstellen-  
netz mit monatlichen Untersuchungen an den  
Vorflutern der Kläranlagen, zwei weitere Netze  
für Probenahmen in den Einzugsgebieten von  
Sitter und Glatt (Sitterkommission, Glattkommis-  
sion) sowie ein Messstellennetz mit periodi-

schen Probenahmen in beiden Kantonen alle 5  
Jahre.

### 2.3.2 Zeitpunkt und Anzahl der Probe- nahmen

Die chemischen Proben wurden im Frühling  
(28.3. bis 17.4.), Sommer (26.6. bis 7.7.) und  
Herbst (3.9. bis 2.10) 2013 an je 32 Stellen  
des Gewässernetzes der Kantone Appenzell In-  
nerrhoden und Appenzell Ausserrhoden ge-  
nommen. Insgesamt wurden pro Stelle 3 Stich-  
proben erhoben. Dies ist weniger als für ein flä-  
chendeckendes Grobscreening im Modul Che-  
mie empfohlen wird (4-5 Probenahmen pro  
Jahr).

### 2.3.3 Messparameter

Gemessen wurden bei jeder Probe die Parame-  
ter:

- Temperatur
- pH-Wert
- Leitfähigkeit
- Ortho-P
- Ges-P
- Nitrat
- Nitrit
- Ammonium
- DOC
- Chlorid

Temperatur, Leitfähigkeit und pH wurden direkt  
im Feld gemessen, die restlichen Parameter  
wurden im Labor (Bachema AG) bestimmt.

### 2.3.4 Auswertung und Beurteilung

Die Auswertung und Beurteilung der chemi-  
schen Parameter erfolgte nach den Vorgaben  
des Moduls Chemie für das Screeningverfahren  
mit 4 bis 5 Messungen. Da mit 3 Stichproben  
pro Stelle keine statistischen Auswertungen  
möglich sind, war für die Beurteilung jeweils  
der Maximalwert massgebend. Dieser wurde  
parameterspezifisch nach den Beurteilungsska-  
len der Zustandsklassen (Modul Chemie S. 18-  
19) bewertet. In den Tabellen des Berichtes ist  
für die Beurteilung der Wert mit der schlechte-  
sten Zustandsklasse massgebend.

## 2.4 Makrozoobenthos

Die Untersuchungen des Makrozoobenthos erfolgte grundsätzlich nach den Vorgaben des Moduls Makrozoobenthos Stufe F des Modulstufenkonzeptes (Stucki 2010). Um eine Vergleichbarkeit mit früheren Untersuchungen zu gewährleisten wurden kleinere methodische Änderungen notwendig, die jedoch als kompatibel mit der Grundmethode erachtet werden. Die Änderungen betrafen die Probenahme, die Laborarbeit und Erweiterungen in der Auswertung der Daten.

### 2.4.1 Probenahme mit Surber-Sampler

Das Makrozoobenthos wurde mit einem Surber-Sampler beprobt um bessere halbquantitative Schätzungen der Abundanzen zu ermöglichen und daraus die Biomasse ermitteln zu können. Gemäß dem methodischen Aufnahmegeraster nach Stufe F sind im beprobten Gewässerabschnitt jeweils 3 Sammelproben an je 3 Stellen genommen worden. Die 9 Stichproben erfassen die für Makroinvertebraten bewohnbarsten Substrat – Geschwindigkeits-Kombinationen im Probenahmeabschnitt. Diese sind in einem Feldprotokoll dokumentiert. Die 3 Sammelproben wurden anschliessend in separaten Behältern verpackt und konserviert (>70% Alkohol). Die insgesamt beprobte Fläche beträgt 0.84 m<sup>2</sup> (9 Quadratfuss). Die quantitativen Angaben (Biomasse) wurden auf ein Quadratmeter umgerechnet.

### 2.4.2 Probeaufbereitung

Die drei Sammelproben wurden im Labor in je eine runde Schale gegeben und darin das Material durch kreisförmiges Schütteln homogen über die gesamte Schalenfläche verteilt. Alle grossen Tiere wurden von Auge herausgelesen und zur Bestimmung aufbewahrt. Vom Rest wurde von jeder Schale ein Fünftel der Schalenfläche herausgenommen und in eine rechteckige Schale mit 4 Unterteilungen zusammengegeben. Diese wurde dann durch systematisch in Streifen unter der Binokularlupe untersucht. Von jedem gefundenen Taxon wurden ein bis mehrere Belegexemplare gesammelt. Die Häu-

figkeit der einzelnen Taxa ist nach der 5-stufigen Häufigkeitsskala gemäss der Grundmethode geschätzt worden, wobei man zusätzlich noch unterschied, ob die Häufigkeit in der unteren oder oberen Hälfte der jeweiligen Stufe liegt. Somit ergaben sich insgesamt 10 Häufigkeitsstufen nach denen jedes Taxon eingestuft wurde. Die Taxabestimmung ging über die nach Stufe F erforderliche Bestimmungstiefe hinaus, da ja auch der Makroindex bestimmt werden sollte. Massgebend für die erforderliche systematische Einheit waren die Taxalisten des Methodenentwurfs für das Modul Makrozoobenthos zur Bestimmung des Makroindex (Frutiger et al. 2005) und des definitiven Methodenberichts (Stucki 2010) für die Ermittlung des IBCH.



**Bild 2:** *Subsampling von einem Fünftel der Proben zur Bestimmung der kleinen und häufigen Taxa).*

Mit dem pro Stelle generierten Grunddatensatz (Taxa und Häufigkeit/Taxon) konnte der IBCH, Makroindex und die Diversität bestimmt sowie die Biomasse der Makroinvertebraten abgeschätzt werden.

### 2.4.3 IBCH

Der IBCH bewertet die Gewässergüte anhand der vorkommenden Taxazahl (auf Familienstufe) und dem Auftreten der Taxa von 9 Indikatorgruppen.

Die Taxazahl wird in Diversitätsklassen (DK) eingeteilt und diese der besten zutreffenden Indikatorgruppe (IG) zugeordnet. Daraus lässt sich ein Index zwischen 1 und 20 bestimmen. Der Index wird nach folgender Formel berechnet:

IBCH = IG + DK -1; mit IBCH < 21

Die Indexbereiche entsprechen den 5 Zustandsklassen des Modulstufenkonzeptes.

Diversitätsklasse		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
FAMILIEN	ΣI	>50	45	41	37	33	29	25	21	17	13	10	7	4	1
	GI		49	44	40	36	32	28	24	20	16	12	9	6	3
Chloroperiidae	9	20	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
Periidae															
Perlotidae															
Taeniopterygidae	8	20	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
Capniidae															
Brachycentridae															
Cadocentridae															
Philopotamidae	7	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
Leucidae															
Glossosomatidae															
Beraeidae															
Goenidae	6	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
Leptophlebiidae															
Nemouridae															
Lepidostomatidae	5	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
Sericostomatidae															
Ephemeridae															
Hydroptilidae	4	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
Heptageniidae															
Polymitarcidae															
Potamanthidae	3	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Leptoceridae															
Polycentropodidae															
Psychomyiidae															
Rhyacophilidae	2	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
Limnephilidae *															
Hydropsychidae *															
Ephemereleidae *	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Aphelochneidae *															
Baetidae *	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Caenidae *															
Elmidae *															
Gammaridae *															
Mollusques	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Chironomidae *															
Asellidae *															
Achètes	1	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Oligochaetes *															

Tab. 2: Matrix zu Ermittlung und Bewertung des IBCH nach den 5 Zustandsklassen des Modulstufenkonzeptes.

2.4.4 Makroindex

Der Makroindex wurde in den siebziger Jahren aus einer gesamtschweizerischen Untersuchung der Fließgewässer bezüglich chemischer Inhaltsstoffe und der Makroinvertebraten entwickelt. Die ursprüngliche Methode ist in Perret et al. (1974) beschrieben.

		SE Insecta/SE Nicht-Insecta			
		< 1	1 - 2	>2-6	>6
SE Plecoptera	> 4	—	—	2	1
	3 - 4	—	3	2	2
SE Plecoptera und SE Trichoptera mit larvalem Köcher	> 4	—	3	3	3
	< 4	5	4	3	3
SE Ephemeroptera ohne Baetidae	> 2	5	4	4	3
	≤ 2	6	5	5	—
Gammarus spp. und/oder Hydropsyche spp. vorhanden		7	6	5	—
Assellus sp. und/oder Hirudinea und/oder Tubificidae vorhanden		8	7	—	—

Tab. 3: Matrix zur Ermittlung und Bewertung des Makroindex.

In der Entwurfs- und Testphase des Moduls Makroinvertebraten hat Frutiger (2005) die Methode überarbeitet. Dieser entsprechend wurde

auch der Makroindex für die diesjährige Untersuchung berechnet. Der Makroindex bewertet die Gewässer nach einer achtstufigen Güteskala. Index 1 steht für ein natürliches Gewässer, 8 für ein Gewässer in sehr schlechtem Zustand. Index 3 wird für ein Fließgewässer gerade noch als tolerierbar angesehen. Der Makroindex wird heute vom IBCH abgelöst und nur noch verwendet um ältere, auf dem Makroindex basierende Untersuchungen, mit dem heutigen Zustand vergleichen zu können.

2.4.5 Diversität

Die Diversität ist ein Mass für die Taxavielfalt des Makrozoobenthos und der relativen Ausgewogenheit ihrer Populationen. Als Diversitäts-Index wird derjenige von Shannon und Weaver (in WILHM) verwendet. Die Formel lautet:

$$H_1 = - \sum_{i=1}^S p_i \cdot \log_2 p_i$$

p<sub>i</sub> ist der Anteil des Taxons i an der Gesamtindividuenzahl (N) aller Taxa (p<sub>i</sub> = n<sub>i</sub>/N). An Stelle der Individuenzahl kann aber auch die Biomasse oder ein anderer taxonspezifischer Mengenparameter verwendet werden. Als Taxon kann man eine beliebige systematische Einheit verwenden.

Die Diversität wurde im Bericht in 3 Varianten berechnet. Diversität auf Familienstufe und Individuenzahl, Diversität auf Familienstufe und Biomasse und Diversität auf Basis der systematischen Einheiten für den Makroindex und der Individuenzahl. Die 3 Varianten wurden berechnet um einerseits Abweichungen, die sich aus der unterschiedlichen systematischen Bestimmungstiefe ergeben, erkennen zu können und andererseits eine Grösse bezüglich der funktionalen, biomassebezogenen Diversität zu erhalten.

2.4.6 Biomasse der Makroinvertebraten

Makroinvertebraten sind eine wichtige Nahrungsgrundlage der Fische. Ihre Biomasse zeigt somit den Standingcrop für Nahrung suchende Fische und gibt Hinweise auf die fischereiliche Produktivität. Die Biomasse wurde indirekt über Häufigkeitsschätzungen und das spezifische

Gewicht der einzelnen Taxa berechnet. Die spezifischen Taxagewichte (Feuchtgewicht) stammen aus einer entsprechenden Auswertung der Daten von biologischen Untersuchungen an den St. Gallisch-Appenzellischen Gewässern (interne Auswertung Ambio der Biomassedaten von Untersuchungen der Glatt, Thur, Sitter, Steinach, Urnäsch, Rheintaler Gewässer). Dabei wurden quantitativen Proben genommen (bis zu 10 pro Stelle), diese einzeln nach Taxa ausgezählt. Von jedem Taxon wurde sowohl das Trockengewicht als auch das Feuchtgewicht bestimmt.

Taxon	Anzahl	Feuchtgw.	
		[mg FG]	[mg FG]
Lumbriculidae	1695	2790	1.6
Lymnaeidae	0	0	
Hydracarina	0	0	
Gammaridae	2036	5277	2.6
Baetidae	9884	7567	0.8
Heptageniidae	1528	6583	4.3
Leptophlebiidae	135	145	1.1
Capniidae	0	0	
Chloroperlidae	0	0	
Leuctridae	1653	506	0.3
Nemouridae	1317	724	0.5
Perlidae	15	655	43.7
Perlodidae	144	1387	9.6
Taeniopterygidae	198	240	1.2
Dryopidae	0	0	
Elmidae	149	96	0.6
Hydraenidae	1	1.5	1.5
Glossosomatidae	60	10	0.2
Goeridae	26	69	2.7
Hydropsychidae	5074	7365.5	1.5
Limnephilidae	39	212	5.4
Rhyacophilidae	383	880	2.3
Sericostomatidae	38	84	2.2
Athericidae	16	618	38.6
Ceratopogonidae	4	0.3	0.1
Chironomidae	48577	10488	0.2
Empididae	5	2.5	0.5
Limoniidae/Pedicidae	54	72	1.3
Psychodidae	170	90	0.5
Simuliidae	8815	2598	0.3
Tipulidae (Tipula)	224	24182	108.0
Dicranota	15	207	13.8
Antocha	6	8	1.3

**Tab. 4:** Spezifische Biomasse der quantitativ wichtigsten Taxagruppen. (interne Auswertung Ambio der Biomassedaten von Untersuchungen der Glatt, Thur, Sitter, Steinach, Urnäsch, Rheintaler Gewässer)

Den Häufigkeitsklassen wurden mittlere Abundanzen zugeordnet und diese dann mit der spezifischen Biomasse eines Taxons multipliziert. Durch Summierung der Taxabiomasse und der Normierung pro Fläche erhält man die Gesamtbiomasse pro Flächeneinheit.

Abundanz	AK		Abundanz
Einzelfund bis vereinzelt	1	1	1
Mehrere vereinzelt Individuen	2	- 2	2-5
		2 +	5-10
mittlere Dichte	3	- 3	25
		3 +	75
zahlreich dicht	4	- 4	250
		4 +	750
massenhaft	5	- 5	2500
		5 +	7500

**Tab. 5:** Zuordnung der Häufigkeitsschätzungen zu mittleren Abundanzen.

## 2.5 Kieselalgen

Zur Beurteilung der Wasserqualität wurden als Bioindikatoren Kieselalgen verwendet, die unabhängig von ökomorphologischen Faktoren die Gewässergüte anzeigen. Bestimmt wurde die Gewässergüte hinsichtlich der stofflichen Gesamtbelastung nach dem Modul Kieselalgen (Hürlimann 2007) und der Saprobie nach Lange-Bertalot (1978) und Hofmann (1987).

### 2.5.1 Probenahme

Von mindestens 10 über den Bachquerschnitt verteilten Steinen wurden innerhalb eines mit Neopren abgedichteten Kunststoffrohres mit einem harten Borstenpinsel die Kieselalgen abgeschabt und in einer Kunststoffflasche mit Formaldehyd (3-4%) fixiert.

### 2.5.2 Verarbeitung der Kieselalgenproben

Die im Feld mit Formaldehyd fixierten Proben wurden im Labor zu Dauerpräparaten weiterverarbeitet. Zuerst trennte man die Proben von grösseren Bestandteilen, um sie dann mit Salzsäure zu entkalken und durch eine Heissoxidation mittels Schwefelsäure und Kaliumnitrat von organischen Bestandteilen zu reinigen. Anschließend sind die Proben gewaschen und die suspendierten Silikatschalen auf 3 Konzentrationen verdünnt worden. Die Suspensionen wurden auf Deckgläser aufgetragen und getrocknet. Die Deckgläser mit den präparierten Schalen wurden auf einen Objektträger gebracht und in das brechungsintensive Kunstharz Naphrax ( $d = 1.73$ ) eingebettet.

### 2.5.3 Bestimmung und Auszählung

Aus je einem der Präparate wurden ca. 500 Schalen bis zur Art und wo erforderlich, bis zur

Unterart bestimmt. Von jeder taxonomischen Einheit zählte man die einzelnen Individuen und ermittelte die relative Häufigkeit nach der Formel:

$$\text{Relative Häufigkeit [\%]} = (N_i / N) * 100\%$$

wobei  $N_i$  die Anzahl gezählte Schalen der Art  $i$  und  $N$  die Gesamtzahl der gezählten Schalen einer Probe sind. Die erhaltenen Daten konnten zur Bestimmung des Kieselalgenindex DI-CH und der Differentialartengruppen (siehe 2.5.5) weiter ausgewertet werden.

**2.5.4 Ermittlung des DI-CH**

Der Kieselalgenindex DI-CH wurde aus einer gesamtschweizerischen Auswertung chemisch-physikalischer, hydrografischer und Kieselalgen-Daten von Hürlimann et al. (2006) für die Beurteilung der Gewässerqualität auf Stufe F entwickelt.

Er berechnet sich nach folgender Formel:

$$DI-CH = \frac{\sum_{i=1}^n D_i * G_i * H_i}{\sum_{i=1}^n G_i * H_i}$$

Der Indexwert kann zwischen 1 und 8 variieren. Für die Bewertung wird der Skalenbereich gemäss Tabelle 4 in 5 Zustandsklassen unterteilt.

DI-CH	Bewertung	
1.00-3.49	sehr gut	GSchV erfüllt
3.50-4.49	gut	
4.50-5.49	mässig	GSchV nicht erfüllt
5.50-6.49	unbefriedigend	
6.50-8.00	schlecht	

**Tab. 6:** Bewertung des Kieselalgenindex (DI-CH) anhand von 5 Zustandsklassen des Modulstufenkonzeptes.

**2.5.5 Ermittlung der Saprobie**

Nach Lange-Bertalot (1988) treten bei guter Wasserqualität grundsätzlich alle Kieselalgenarten auf. Hingegen bestehen artspezifische Toleranzen gegenüber zunehmender Belastung mit organischen Substanzen. Aus diesem Grund wird die Kieselalgenegesellschaft in 3 Gruppen

mit, sensiblen, mässig toleranten und toleranten Kieselalgen unterteilt. Der relativen Häufigkeitsverteilungen der 3 Gruppen wurden die Gewässergüteklassen nach LAWA (= Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) zugeordnet. In neueren Untersuchungen, unter Berücksichtigung von Quellgewässern, haben Hofmann (1978) und Reichhardt (1991) die Einteilung von Lange-Bertalot revidiert und um eine hochsensible Differenzialartengruppe erweitert. Die revidierte Zuordnung der Gewässergüteklassen zu den Häufigkeitsverteilungen der 4 Differenzialartengruppen wird in Tabelle 5 gezeigt. Sie wurde für diese Untersuchung übernommen.

Gewässergütestufe		Prozentualer Anteil der Differenzialartengruppen
I	<b>oligosaprob</b> Unbelastet bis sehr gering belastet	hs ≥ 90% s + t + r ≤ 10%
I-II	<b>oligosaprob – β- mesosaprob</b> gering belastet	hs ≥ 10% 50% ≤ s ≤ 90%
II	<b>β- mesosaprob</b> mässig belastet	hs ≤ 10% oder hs + s > 50% ; s ≥ 50% t + r < 50%
II-III	<b>β-α- mesosaprob</b> kritisch belastet	10% < hs + s < 50% 50% ≤ t + r < 90%
III	<b>α- mesosaprob</b> stark verschmutzt	hs + s ≤ 10% ; t ≥ 50% r < 50%
III-IV	<b>α- mesosaprob-polysaprob</b> sehr stark verschmutzt	10% < hs + s + t < 50% r ≥ 50%
IV	<b>polysaprob</b> übermässig verschmutzt	hs + s + t ≤ 10% ; r ≥ 90%

**Tab. 7:** Häufigkeiten der 4 Differenzialartengruppen mit der Zuordnung der Gewässergüteklassen (hs = hochsensibel, s = sensibel, t = tolerant, r = resistent).

**2.6 Aussagefenster der Module**

Die Beurteilungen nach den verschiedenen Untersuchungsmethoden und Modulen sind von unterschiedlicher, zeitlicher Gültigkeit. Die dar-

aus gemachten Aussagen treffen nur innerhalb bestimmter Zeitfenster vom Zeitpunkt der Probenahme rückwärts gerechnet zu (Tabelle 8).

Modul	zeitliches Aussagefenster
Chemie (3 Stichproben)	wenige Minuten bis Stunden
Äusserer Aspekt*	4-6 Wochen
Kieselalgen	4-6 Wochen
Makrozoobenthos	6 Monate
Fische	1 bis >5 Jahre

\*nur biologische Parameter

**Tab. 8:** Zeitliche Aussagefenster für die verschiedenen Module des Modulstufenkonzeptes vom Probenahmezeitpunkt zurückgerechnet.

Dies gilt es bei der Beurteilung der Situation zu berücksichtigen.

### 2.6.1 Modul Chemie

Das gewählte Verfahren mit 3 Stichproben bei den chemischen Untersuchungen erlaubt eigentlich nur Momentanaussagen. Erfasst werden damit chronische Grundbelastungen und zufällige Belastungsereignisse. Massgebend für die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen ist der Maximalwert. Dieser Grundsatz wurde auch beim Screening der 3 Stichproben angewendet.

### 2.6.2 Modul Äusserer Aspekt

Die biologischen Parameter des Äusseren Aspektes erfassen Einflüsse bis etwa 4-6 Wochen vor der Probenahme bzw. der Ansprache im Feld. Heterotropher Bewuchs und auch der Algenaufwuchs brauchen diesen Zeitraum um sich zu erneuern oder nach einem Hochwasserereignis sich neu zu bilden. Die Bildung von Eisensulfid kann schneller erfolgen, hängt aber von mehreren Faktoren (Bildung organischer Schlammdepots, Sauerstoffgehalt des Wassers, bakterielle Aktivität) ab.

### 2.6.3 Modul Kieselalgen

Für die Kieselalgenindikation wird ein Zeitfenster von 4-6 Wochen angenommen. Dies ist der Zeitraum in dem sich eine aussagekräftige Kieselalgencommunity ausgebildet bzw. erneuert hat. Kurzzeitige Belastungsereignisse werden, sofern sie keine toxische Wirkung ausüben

nicht angezeigt. Die Kieselalgen zeigen eher eine mittlere Grundbelastung innerhalb dem Zeitfenster an.

### 2.6.4 Modul Makrozoobenthos

Das Aussagefenster liegt beim Makrozoobenthos bei ca. 6 Monaten. Solange dauert der Generationszyklus wesentlicher Taxa (gewisse Steinfliegen und Eintagsfliegen Gruppen), die für die Bestimmung des IBCH oder des Makroindex relevant sind. Steinfliegenarten der Gattungen Perla, Dinocras und Perlodes haben allerdings Generationszyklen von 3-4 Jahren.

## 2.7 Bewertungsverfahren

Die Bewertung erfolgte grundsätzlich nach den Vorgaben der einzelnen Module. Der DI-CH, IBCH, Makroindex und die chemischen Parameter wurden nach 5 Zustandsklassen beurteilt. Der äussere Aspekt nach dem dafür vorgesehenen 3-klassigen System. Beim äusseren Aspekt und bei den chemischen Erhebungen ist für die Gesamtbeurteilung immer der schlechteste Parameter massgebend. Grundsätzlich gilt, dass bei den Zustandsklassen „sehr gut“ und „gut“ die jeweils zutreffenden Anforderungen (Anhang 1) und ökologischen Ziele (Anhang 2) der GSchV erfüllt sind, bei den andern nicht mehr.

### 2.7.1 Bewertung der organischen Belastung aus der Kieselalgenindikation

Die durch Kieselalgen indizierte organische Belastung wurde nach einem eigenen Verfahren bewertet. Die Beurteilung erfolgte nach 7 Gütestufen wobei die Gütestufe II und tiefer das ökologische Ziel der GSchV hinsichtlich der organischen Belastung noch erfüllt (siehe auch Tabelle 7).

### 2.7.2 Gesamtbewertung der Module einer Stelle

Kommen in einem Modul mehrere Beurteilungsparameter zur Anwendung so richtet sich die Gesamtbewertung des Moduls immer nach dem schlechtesten Parameter. Berücksichtigt sind alle Parameter, die als ökologisches Ziel

oder Anforderungen der GSchV (Anhang 1 und 2) implizit und explizit aufgeführt sind.

Die Gesamtbewertung einer Stelle erfolgt immer separat nach dem Äusserer Aspekt, der Biologie (*Makrozoobenthos und Kieselalgen*) und dem chemisch-physikalischen Zustand.

**2.7.3 Modulstufenkonzept und Gesetz**

Die Bewertung der Resultate erfolgte grundsätzlich nach den Güteklassen des Modulstufenkonzeptes und den bei jedem Modul geltenden Werteklassen. In der Regel entspricht die Grenze zwischen „gut“ und „mässig“ auch den ökologischen Zielen und Anforderungen der GSchV, wie sie in den Anhängen 1 und 2 formuliert sind. Die einzige Ausnahme ist der DOC, dessen Anforderung abhängig vom Einzugsgebiet und oberhalb gelegener Seen zwischen 1 und 4 mgC/l gelegt werden kann. In Anlehnung an die Untersuchung 2008 wurde die Klassengrenze zwischen „sehr gut“ und „gut“ bei 2,0 mgC/l gelegt und die Anforderung der GSchV bei > 4.0 mgC/l als nicht mehr erfüllt taxiert.

Im Äusseren Aspekt ist eine Anforderung nicht erfüllt, wenn die mittlere Güteklasse erreicht ist. Die Parameter Abfälle und Feststoffe wurden nicht in die Gesamtbewertung einbezogen, wie auch natürliche Beeinträchtigungen. Da sich die Bewertungsmethodik geändert hat, kann die Bewertung der Jahre 2003 und 2008 in der Karte Seite 16 von denen in den früheren Berichten leicht abweichen. Auf die getroffenen Massnahmen hat dies jedoch keinen Einfluss.

Der Zusammenhang zwischen der Bewertung nach dem Modulstufenkonzept, den ökologischen Zielen und Anforderungen der GSchV wird in Tabelle 9 für jeden Parameter gezeigt.

**Tab. 9:** Gesetzlicher Bezug der verschiedenen Qualitätsparameter, deren Bewertung nach dem Modulstufenkonzept und deren Beurteilung nach den ökologischen Zielen (GSchV, Anhang 1) und den Anforderungen (GSchV, Anhang 2) der Gewässerschutzverordnung

Parameter	Gesetzliche Grundlagen	Anhang 1 (ökologische Ziele)	Modulstufenkonzept	Anhang 2 (Anforderungen)	
Äusserer Aspekt	Schlamm	GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2a	kein wenig/mittel viel	erfüllt nicht erfüllt	
	Trübung	GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b	kein wenig/mittel viel	erfüllt nicht erfüllt	
	Verfärbung	GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b	kein wenig/mittel viel	erfüllt nicht erfüllt	
	Schaum	GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b	kein wenig/mittel viel	erfüllt nicht erfüllt	
	Geruch	GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2c	kein wenig/mittel viel	erfüllt nicht erfüllt	
	Eisen-sulfid	GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 1a	kein wenig/mittel viel	erfüllt nicht erfüllt	
	Kolmation	GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 2b	kein wenig/mittel viel	erfüllt nicht erfüllt	
	het. Bewuchs	GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a	vereinzelte wenig mittel viel	erfüllt nicht erfüllt	
Chemie	Temperatur	GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 4a		dT<1.5°C; <25°C	
	PO4-P	GSchV, Anhang 1; Ziff. 1; Abs. 3c	erreicht nicht erreicht	< 0.02 0.02 bis <0.04 0.04 bis <0.06 0.06 bis <0.08 ≥ 0.08	
	Ptot	GSchV, Anhang 1; Ziff. 1; Abs. 3c	erreicht nicht erreicht	< 0.04 0.04 bis <0.07 0.07 bis <0.10 0.10 bis <0.14 ≥ 0.14	
	NO3-N	GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 5		< 1.5 1.5 bis <5.6 5.6 bis <8.4 8.4 bis <11.2 ≥11.2	
	NO2-N (<10 mg Cl/l)	GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 1b		<0.01 0.01 bis <0.02 0.02 bis <0.03 0.03 bis <0.04 ≥ 0.04	
	NO2-N (10-20 mg Cl/l)	GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 1b		<0.02 0.02 bis <0.05 0.05 bis <0.075 0.075 bis <0.1 ≥ 0.1	
	NO2-N (>20 mg Cl/l)	GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 1b		<0.05 0.05 bis <0.1 0.1 bis <0.15 0.15 bis <0.2 ≥0.2	
	NH4-N (<10°C oder pH>9)	GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 5		< 0.04 0.04 bis <0.2 0.2 bis <0.3 0.3 bis <0.4 ≥ 0.4	
	NH4-N (<10°C)	GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 5		< 0.08 0.08 bis <0.4 0.4 bis <0.6 0.6 bis <0.8 ≥ 0.8	
	DOC	GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 5		< 2.0 2.0 bis <4.0 4.0 bis <6.0 6.0 bis <8.0 ≥8.0	
	Biologie	DI-CH	GSchV, Anhang 1; Ziff. 1; Abs. 1	erreicht nicht erreicht	1.00-3.49 3.50-4.49 4.50-5.49 5.50-6.49 6.49-8.00
		Lange-Bertalot	GSchV, Anhang 1; Ziff. 1; Abs. 1b	≤ Stufe II	
		IB-CH	GSchV, Anhang 1; Ziff. 1; Abs. 1	erreicht nicht erreicht	17 bis 20 13 bis 16 9 bis 12 5 bis 8 1 bis 4
		Makro-index	GSchV, Anhang 1; Ziff. 1; Abs. 1b	≤3	



### 3 Übersicht der Ergebnisse

Im vergangenen Jahr wurden die appenzellischen Fließgewässer zum fünften Mal im Rahmen des fünfjährigen Gewässermonitorings untersucht. Insgesamt wurden in einem vorgegebenen Messtellennetz 62 Stellen aufgesucht, an denen man den Zustand des jeweiligen Gewässers mindestens anhand des äusseren Aspektes und der Kieselalgen beurteilte. Bei 26 Stellen wurden zusätzlich im April, Juni und September chemische Proben genommen und jedesmal auch der äussere Aspekt erhoben. An 22 Stellen wurde der Zustand auch anhand des Makrozoobenthos beurteilt.

#### 3.1 Einzugsgebiet der Glatt

##### 3.1.1 Zustand 2013

Die biologischen Indikatoren Kieselalgen und Makrozoobenthos, weisen insgesamt auf einen besseren Zustand hin, als dies aus den chemischen Parametern und einzelnen Merkmalen des Äusseren Aspektes hervorgeht. Der schweizerische Kieselalgenindex DI-CH zeigt durchwegs „gute“ bis „sehr gute“ Verhältnisse an. Dies gilt auch für die Indizes der Makroinvertebraten mit Ausnahme der Stelle unterhalb der ARA Herisau wo ein „mässiger“ (IBCH und Makroindex) Zustand vorliegt. Das Abwasser der ARA Herisau ist auch die Hauptquelle der Gewässerbeeinträchtigung im Einzugsgebiet. Die ungünstigen Verdünnungsverhältnisse zwischen ARA-Ausfluss und Abflussmenge der Glatt führen im Abschnitt unterhalb der ARA zu DOC-, Nitrat- und Ammoniumkonzentrationen, welche die Anforderungen der GSchV häufig nicht erfüllen. Die organische Belastung wird auch durch die Kieselalgen angezeigt. Im Glattabschnitt unterhalb der ARA bis Tobelmüli ist die Häufigkeit der belastungssensiblen Kieselalgen am geringsten. Weiter führt die erhöhte Fracht von biologisch abbaubaren, organischen Stoffen zeitweise zu sichtbarem, heterotrophem Bewuchs. Die erhöhte biologische Abbautätigkeit führt aber in diesem Abschnitt nie zu anaeroben Zuständen in der Gewässersohle und folglich bildete sich an den Steinen auch kein

sichtbares Eisensulfid. Die ARA Herisau ist auch eine erhebliche Phosphorquelle. Das ökologische Ziel der GSchV wird bezüglich der Belastung mit Pflanzennährstoffen bei weitem nicht erreicht. Die Konzentrationen des Gesamtphosphors als auch des direkt pflanzenverfügbaren Orthophosphates liegen chronisch in den Zustandsklassen „unbefriedigend“ bis „schlecht“. Im übrigen Einzugsgebiet sind die Phosphorkonzentrationen sporadisch erhöht. Als Phosphorquelle kommen dort die Abschwemmung von Dünger aus der Landwirtschaft oder zu häufig anspringende Entlastungen der Siedlungsentwässerung in Frage. Ein oft beobachtetes Merkmal des äusseren Aspektes ist die leichte Schaumbildung.

##### 3.1.2 Entwicklung seit 1993

Die biologischen Untersuchungen werden seit 1993 durchgeführt. Später als das MSK entwickelt und damit eine gesamtschweizerisch einheitliche Erhebungsmethode zur Verfügung stand, wurde diese angewandt (ab 2003). Somit können die Untersuchungen 2003, 2008 und 2013 miteinander verglichen werden. Seit 2003 sind keine wesentlichen Veränderungen feststellbar. Der biologische Zustand der Gewässer ist in den letzten 10 Jahren praktisch gleich geblieben. Weder der Kieselalgenindex noch der Makroindex und der IBCH haben sich in diesem Zeitraum merklich verändert. Hinsichtlich der Belastung durch chemische Stoffe ist über die letzten 20 Jahre eine abnehmender Trend bei der organischen Belastung (DOC), dem Ammonium, Nitrit und dem Gesamtphosphor festzustellen. Insbesondere die Häufigkeit extremer Werte hat tendenziell abgenommen.

#### 3.2 Einzugsgebiet der Urnäsch

##### 3.2.1 Zustand 2013

Auch im Einzugsgebiet der Urnäsch weisen die biologischen Indikatoren insgesamt auf bessere Verhältnisse hin als dies aus den chemischen Stichproben hervorgeht. Der Kieselalgenindex DI-CH zeigt für alle untersuchten Stellen einen „sehr guten“ Gewässerzustand an. Innerhalb dieser Zustandsklasse sind aber diejenigen Stel-

len am schlechtesten, die auch im äusseren Aspekt und hinsichtlich des chemischen Zustandes die Anforderungen oder Ziele der GSchV nicht oder nur knapp erfüllen. Dabei handelt es sich ausschliesslich um Zuflüsse der Urnäsch wie Wissbach, Schwarz, Murbach und Sonderbach. In diesen Gewässern zeigen die Kieselalgen eine erhöhte organische Belastung, die nur knapp innerhalb des ökologischen Ziels der GSchV liegt. Die Zusammensetzung der Makroinvertebraten unterscheidet sich an den untersuchten Stellen qualitativ kaum. Der IBCH und der Makroindex weisen an allen untersuchten Stellen auf einen „guten“ (Makroindex) bis „sehr guten“ (IBCH) biologischen Gewässerzustand hin.

Die Urnäsch erfüllt die Anforderungen der GSchV bezüglich des chemischen Zustandes vollumfänglich. Die Nitrat-, Nitrit-, Ammonium- und DOC- Gehalte entsprechen den Zustandsklassen „sehr gut“ und „gut“. Dies gilt auch für den Gesamtphosphor. Die Phosphatkonzentrationen lagen unterhalb der ARA Urnäsch bis zur Stelle Kubel bei mindestens einer von 3 Stichproben innerhalb der Zustandklasse „mässig“ bis „unbefriedigend“. Die ökologischen Ziele der GSchV sind damit noch nicht erreicht. Bei den Zuflüssen waren nur im Wissbach die chemischen Anforderungen der GSchV nicht eingehalten. Dies bezüglich DOC und Nitrit. Im äusseren Aspekt ist das Vorkommen von heterotrophem Bewuchs bei den Frühjahrsproben in der Schwarz, im Wissbach und in der Urnäsch, unmittelbar nach dessen Zufluss, sowie im Sonderbach unterhalb der ARA Hundwil zu bemängeln.

Erkennbar ist, dass die Restwasserbedingungen zwischen der Fassung des KW Kubel (Stelle 3.3) und der Messstelle Kubel (Stelle 3.1) im Sommer häufig zu einer zusätzlichen Erwärmung der Urnäsch führen.

### 3.2.2 Entwicklung seit 1993

Der biologische Zustand der Urnäsch hat sich seit 2003 kaum verändert. Der Makroindex zeigt über den gesamten Zeitraum einen „sehr guten“ Zustand an. Dies gilt auch für den Kie-

selalgenindex DI-CH, welcher mit Ausnahme der Stelle an der Schwarz bisher immer „sehr gute“ Verhältnisse anzeigte. Die Veränderung in der Schwarz von der Zustandklasse „gut“ 2008 zur Zustandklasse „sehr gut“ 2013 ist eher zufällig, da die Klassengrenze zwischen den beiden nahe beieinander liegenden Werten verläuft. Die chemischen Parameter zeigen unterschiedliche Trends. Die Nitrit- und Ammoniumgehalte veränderten sich seit 1993 bzw. 1998 kaum. Im Unterlauf der Urnäsch bei Kubel waren 2012 die Chlorid, Nitrat- und Phosphatgehalte deutlich erhöht. Allerdings konnte dieser Befund anhand der wenigen Stichproben 2013 nicht bestätigt werden. Im Ober- und Mittellauf der Urnäsch war ein solcher Konzentrationspeak nicht feststellbar. Leicht abgenommen haben der Gesamtphosphor und der DOC, welcher nach einem Maximum 2003 bei der Untersuchung 2013 wieder auf dem tiefen Niveau des Jahres 1993 liegt.

## 3.3 Einzugsgebiet der Sitter

### Zustand 2013

Im Sittereinzugsgebiet zeigen die biologischen Indikatoren insgesamt einen „guten“ bis „sehr guten“ Gewässerzustand an. Gemäß dem Kieselalgenindex DI-CH ist der Gewässerzustand in der Sitter an allen Stellen „sehr gut“ und im Müllerlibach „gut“. Im Chlösterlibach unterhalb der ARA Teufen ist der DI-CH jedoch „unbefriedigend“.

Hinsichtlich der organischen Stoffe zeigen die Kieselalgen im Kaubach und Klösterlibach, sowie in der Sitter vor der Rotbachmündung eine zu hohe Belastung an. Die entsprechenden ökologischen Ziele der GSchV sind an diesen Stellen nicht eingehalten. Insgesamt reagieren die Kieselalgen stärker hinsichtlich der organischen Belastung als auf die Gesamtbelastung.

Die Zusammensetzung der Makroinvertebraten unterscheidet sich qualitativ an den untersuchten Stellen kaum. Der IBCH und der Makroindex zeigen an allen untersuchten Stellen einen „guten“ (IBCH, Makroindex) bis „sehr guten“ (Makroindex) biologischen Zustand an.

Die Anforderungen bezüglich des chemischen Zustandes werden 2013 in der Sitter und im Schwendibach vollumfänglich erfüllt. Die Nitrat-, Nitrit-, Ammonium- und DOC- Gehalte liegen innerhalb der Zustandsklassen „sehr gut“ und „gut“. Dies gilt auch mit Ausnahme der Stelle 10AI (Sitter Schopfen) für den Gesamtposphor und das Phosphat. An dieser Stelle lagen Gesamtposphor- und Phosphatkonzentrationen bei mindestens einer von drei Stichproben in der Zustandklasse „mässig“ und „unbefriedigend.“

#### **Entwicklung seit 1993**

Die biologischen Güteparameter haben sich seit 2003 wenig verändert. Mit Ausnahme des Klösterlibachs wiesen über die letzten 10 Jahre alle untersuchten Stellen einen „guten“ bis „sehr guten“ Zustand auf. Die Gewässergüte des Klösterlibachs erfüllt das entsprechende ökologische Ziel der GSchV nach wie vor nicht. Zwischen 2008 und 2013 hat sich der DI-CH von der Güteklasse „mässig“ zur Klasse „unbefriedigend“ sogar noch verschlechtert.

Die Belastung durch chemische Stoffe ist über die letzten 20 Jahre in der Sitter bezüglich DOC, BSB<sub>5</sub> und Ammonium zurückgegangen. In der jüngeren Zeit verschieben sich bei diesen Parametern die Werte der einzelnen Stichproben zunehmend von der Zustandsklasse „gut“ zur Klasse „sehr gut.“ Bei den übrigen Parametern ist kein eindeutiger Trend ersichtlich. Deutlich wird über den gesamten Zeitraum, dass die Restwasserstrecke der Sitter stärker belastet ist, als der Abschnitt oberhalb der Wasserfassung des KW Kubel.

Die Phosphorbelastung ist gemessen an der Zustandsklassierung des Moduls Chemie über den gesamten Beobachtungszeitraum zu hoch. Sowohl beim Gesamtposphor als auch beim Phosphat werden die ökologischen Ziele der GSchV noch nicht erreicht.

### **3.4 Einzugsgebiet des Rotbachs**

#### **3.4.1 Zustand 2013**

Die biologischen Indikatoren Kieselalgen und Makrozoobenthos, zeigen auch im Rotbach

insgesamt einen besseren Zustand an, als dies aus den chemischen Parametern und einzelnen Merkmalen des Äusseren Aspektes hervorgeht. Der schweizerische Kieselalgenindex DI-CH weist auf „gute“ (Mendlebach) und „sehr gute“ (übrige Stellen) Verhältnisse hin. Gleiches gilt auch für die Indizes der Makroinvertebraten. Im Rotbach ist bei beiden biologischen Indikatoren der Belastungseinfluss der ARA Bühler ersichtlich. Im äusseren Aspekt waren im Frühjahr bei allen Stellen mit Ausnahme des Mendlebachs die Anforderungen bezüglich dem heterotrophen Bewuchs und der Schaumbildung knapp nicht erfüllt.

Der chemische Zustand des Rotbaches entspricht 2013 insgesamt den Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“, hingegen muss beim Mendlebach bezüglich Phosphor und Nitrit von einem „schlechten“ Zustand ausgegangen werden.

#### **3.4.2 Entwicklung seit 1993**

Die biologischen Güteparameter Makroindex und IBCH zeigen über die letzten 10 Jahre keine wesentlichen Veränderungen. Insgesamt blieb der biologische Zustand über den gesamten Zeitraum „gut“ bis „sehr gut“.

Hinsichtlich der chemischen Belastung ist über die letzten 20 Jahre ein abnehmender Trend bei den organischen Stoffen (DOC) und dem Ammonium festzustellen. Seit 2006 sind die Anforderungen der GSchV bei beiden Parametern immer erfüllt. Die Nitrit- und Nitratbelastung ist über den gesamten Zeitraum gleich geblieben, wobei wenige Stichproben beim Nitrit die Anforderungen nicht erfüllten. Die Nitratkonzentrationen lagen jedoch durchwegs innerhalb des geforderten Bereichs. Gemessen an der Zustandsklassierung des Moduls Chemie ist die Phosphorbelastung des Rotbachs auch in der jüngeren Vergangenheit immer noch zu hoch.

### **3.5 Einzugsgebiet der Goldach**

#### **3.5.1 Zustand 2013**

Im Einzugsgebiet der Goldach zeigen die biologischen Indikatoren insgesamt einen „guten“

bis „sehr guten“ Gewässerzustand an. Gemäß dem Kieselalgenindex DI-CH (Gesamtbelastung) ist die Gewässergüte im Mülibach und Holderenbach „gut“ an allen übrigen untersuchten Stellen „sehr gut“. Hinsichtlich der organischen Stoffe zeigen die Kieselalgen in der Goldach zwischen den Stellen 5.9 (Referenz) und 5.3 (Zweibrücken) eine stetige Belastungszunahme an. Im Mülibach weisen die Kieselalgen auf eine Belastung durch organische Stoffe hin, die die entsprechenden ökologischen Ziele der GSchV nicht mehr erfüllt. Generell reagieren die Kieselalgen in der Goldach stärker hinsichtlich der organischen Belastung. Die Zusammensetzung der Makroinvertebraten unterscheidet sich qualitativ an den untersuchten Stellen kaum. Quantitativ bestehen Unterschiede zwischen dem weniger belasteten Oberlauf und den übrigen drei Stellen bezüglich der geringeren Zweiflügler- und grösseren Bachflohkrebspopulation. Der IBCH und der Makroindex zeigen an allen untersuchten Stellen eine „gute“ (Makroindex) bis „sehr gute“ (IBCH) biologische Gewässergüte an.

Die Goldach erfüllt die Anforderungen bezüglich des chemischen Zustandes vollumfänglich. Die Nitrat-, Nitrit-, Ammonium- und DOC-Gehalte entsprechen den Zustandsklassen „sehr gut“ und „gut“. Dies gilt auch für den Gesamtphosphor. Bei der Achmüli lagen die Phosphatkonzentrationen bei mindestens einer von drei Stichproben in der Zustandsklasse „mässig“ und erreicht damit das ökologische Ziele der GSchV noch nicht.

### 3.5.2 Entwicklung seit 1993

Zwischen 2003 und 2008 haben sich die biologischen Güteparameter in der Goldach im Abschnitt zwischen der Holderenbachmündung und der Achmüli deutlich verbessert. Gemäß der Kieselalgenindikator waren die ökologischen Ziele der GSchV 2003 nicht mehr eingehalten und bezüglich des Makroindex nur knapp erfüllt. Dies war auf den stark beeinträchtigten Holderenbach zurückzuführen. Seit 2008 sind die ökologischen Ziele hinsichtlich der biologischen Kriterien eingehalten und ha-

ben sich in den letzten fünf Jahren noch leicht verbessert. Heute zeigen sie „gute“ bis „sehr gute“ Verhältnisse an.

Die Belastung durch chemische Stoffe ist über die letzten 20 Jahre gleichgeblieben. Ein eindeutiger Trend ist, mit Ausnahme der organischen Stoffe, bei keinem der untersuchten chemischen Parameter festzustellen. Der BSB<sub>5</sub> und der DOC haben in diesem Zeitraum stetig abgenommen. Grundsätzlich war über den gesamten Zeitraum gesehen der Oberlauf (Stelle 5.9) weniger mit chemischen Stoffen belastet als der Unterlauf (Stelle 5.3). Auch wenn vereinzelte Stichproben vor 2008 die Anforderungen bezüglich Ammonium, Nitrit, DOC und BSB<sub>5</sub> nicht eingehalten haben, waren diese statistisch gesehen über den gesamten Zeitraum erfüllt (80% der Werte haben die Anforderungen erfüllt). Die Phosphorbelastung ist jedoch gemessen an der Zustandsklassierung des Moduls Chemie auch in der jüngeren Vergangenheit immer noch zu hoch und erreicht die ökologischen Ziele der GSchV noch nicht.

## 3.6 Einzugsgebiet des Rheintals

### 3.6.1 Aktueller Zustand

Im Gstaldenbach unterhalb Heiden zeigen der DI-CH und der Makroindex eine „schlechte“ bzw. „mässige“ Gewässergüte an. An allen andern Gewässerstellen im Einzugsgebiet des Rheintals entspricht die biologische Gewässergüte den Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“. Dies namentlich im Mattenbach, Griffelbach, Fallbach, Aubach und Klusbach vor der Kantonsgrenze. Der Gstaldenbach ist vor der Kantonsgrenze übereinstimmend mit dem Befund beim Makrozoobenthos auch am deutlichsten im äusseren Aspekt beeinträchtigt.

Bezüglich Nitrat, Nitrit und Ammonium zeigten alle Stichproben einen „guten“ bis „sehr guten“ Zustand an. Die Phosphorbelastung ist 2013 gemessen an den chemischen Zustandsklassen der Stufe F fast in allen Gewässern zwischen „mässig“ und „schlecht“. Die entsprechenden ökologischen Ziele der GSchV sind damit nicht

erreicht.

### **3.6.2 Entwicklung seit 1993**

Seit 2003 genügen die biologischen Indikatoren im Gstaldenbach den ökologischen Zielen der GSchV häufig nicht. An der Stelle oberhalb Heiden hat sich der DI-CH stark verschlechtert, weiter unten vor der Kantonsgrenze deutlich verbessert. Umgekehrt zeigt das Makrozoobenthos dort 2013 eine schlechtere Gewässergüte an. An den übrigen Stellen variierte die biologische Gewässergüte zwischen „gut“ und „sehr gut“.

Hinsichtlich der Belastung durch chemische Stoffe ist über die letzten 20 Jahre beim Chlorid und Ammonium ein zunehmender, beim Nitrit dagegen ein leicht abnehmender Trend festzustellen. Bei den übrigen Parametern zeigt sich kein (Nitrat) oder ein wechselnder Trend (Phosphor, DOC). Bei den letzten beiden Untersuchungen (2008, 2013) sind die Anforderungen der GSchV bezüglich der chemischen Parameter aber erfüllt worden (Ausnahme DOC bei einer Stichprobe). Vor 2003 und früher war dies nicht immer der Fall (Nitrit, DOC).

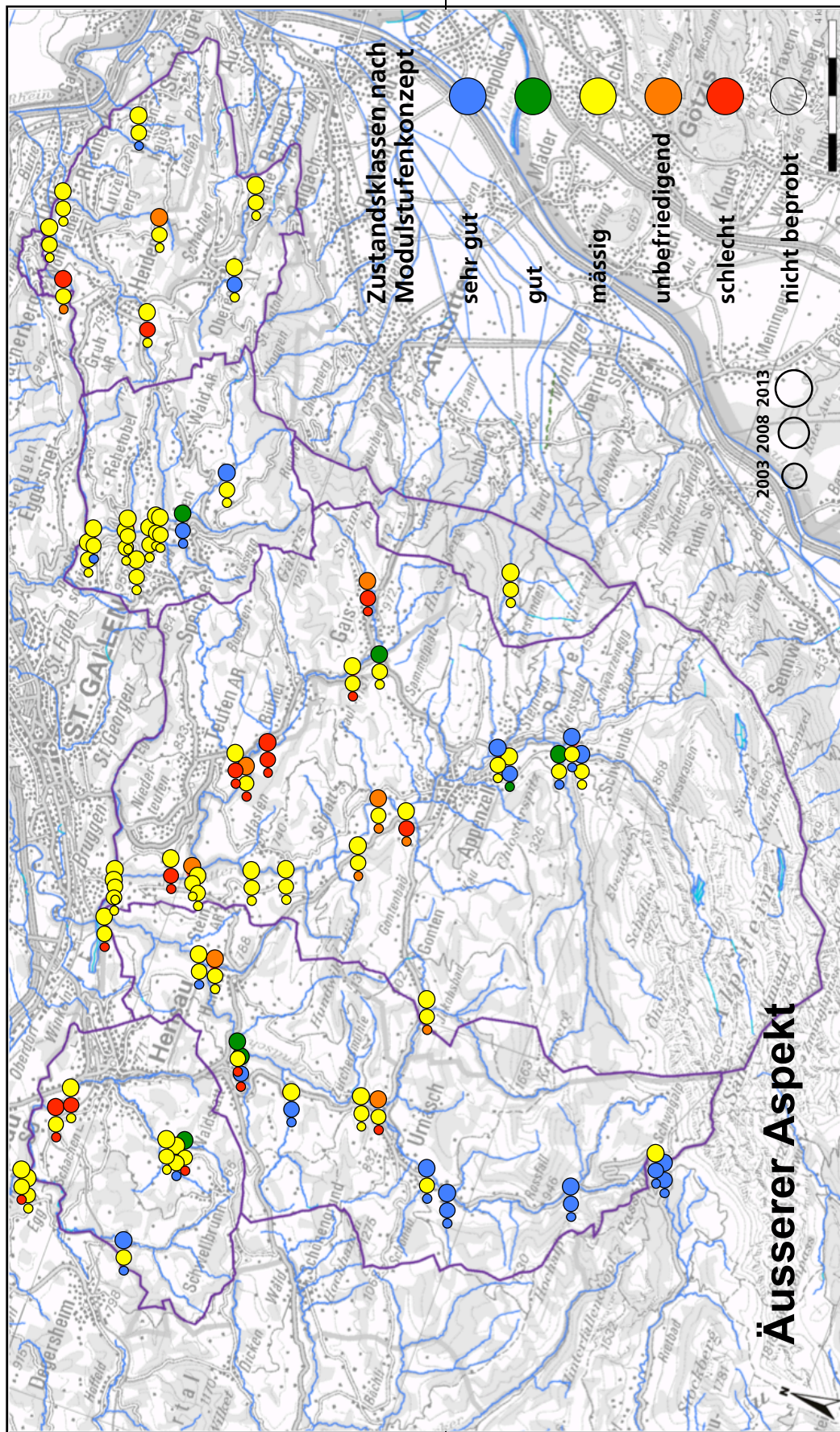


Abb. 1: Zustand 2013 der appenzellischen Gewässer im Äusseren Aspekt, bezogen auf die Anforderungen der GSchV (Anhang 2): Bewertet wurde immer der schlechteste Parameter. Der heterotrophe Bewuchs wurde nach der fünfstufigen, alle andern Parameter nach der dreistufigen Skala bewertet. Wo der heterotrophe Bewuchs ausschlaggebend war wurde auch die fünfstufige Skala verwendet. Gezeigt werden auch die Veränderungen seit 2003 (Kleine [2003], mittlere [2008] und grosse [2013] Kreise).

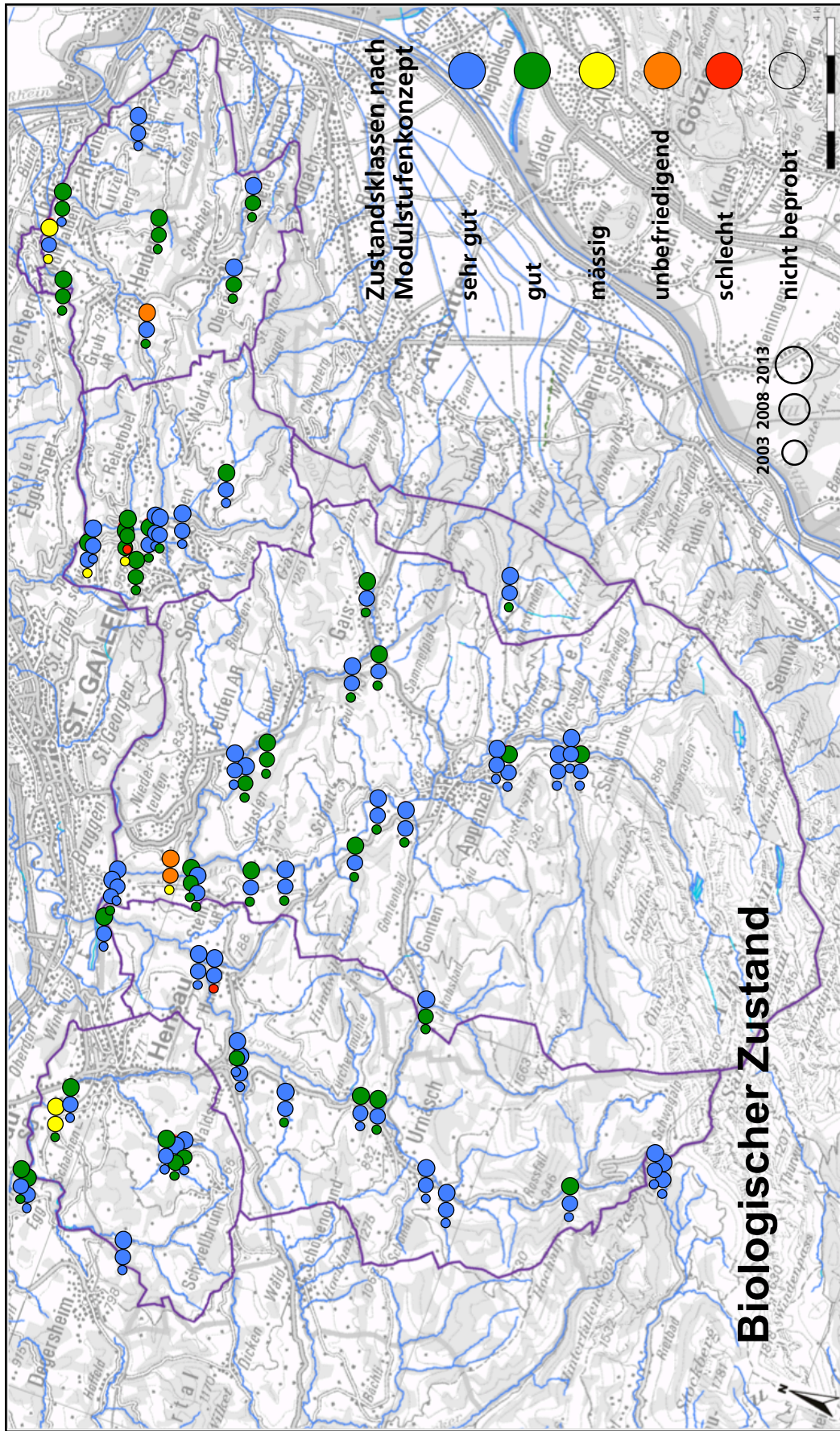


Abb. 2: Zustand der appenzellischen Gewässer 2013 im biologischen Aspekt (Makrozoobenthos und Kieselagen), bezogen auf die ökologischen Ziele der GSchV (Anhang 1): Bewertet wurde immer der schlechteste Parameter nach der fünfstufigen Skala. Gezeigt werden auch die Veränderungen seit 2003 (kleine [2003], mittlere [2008] und grosse [2013] Kreise).

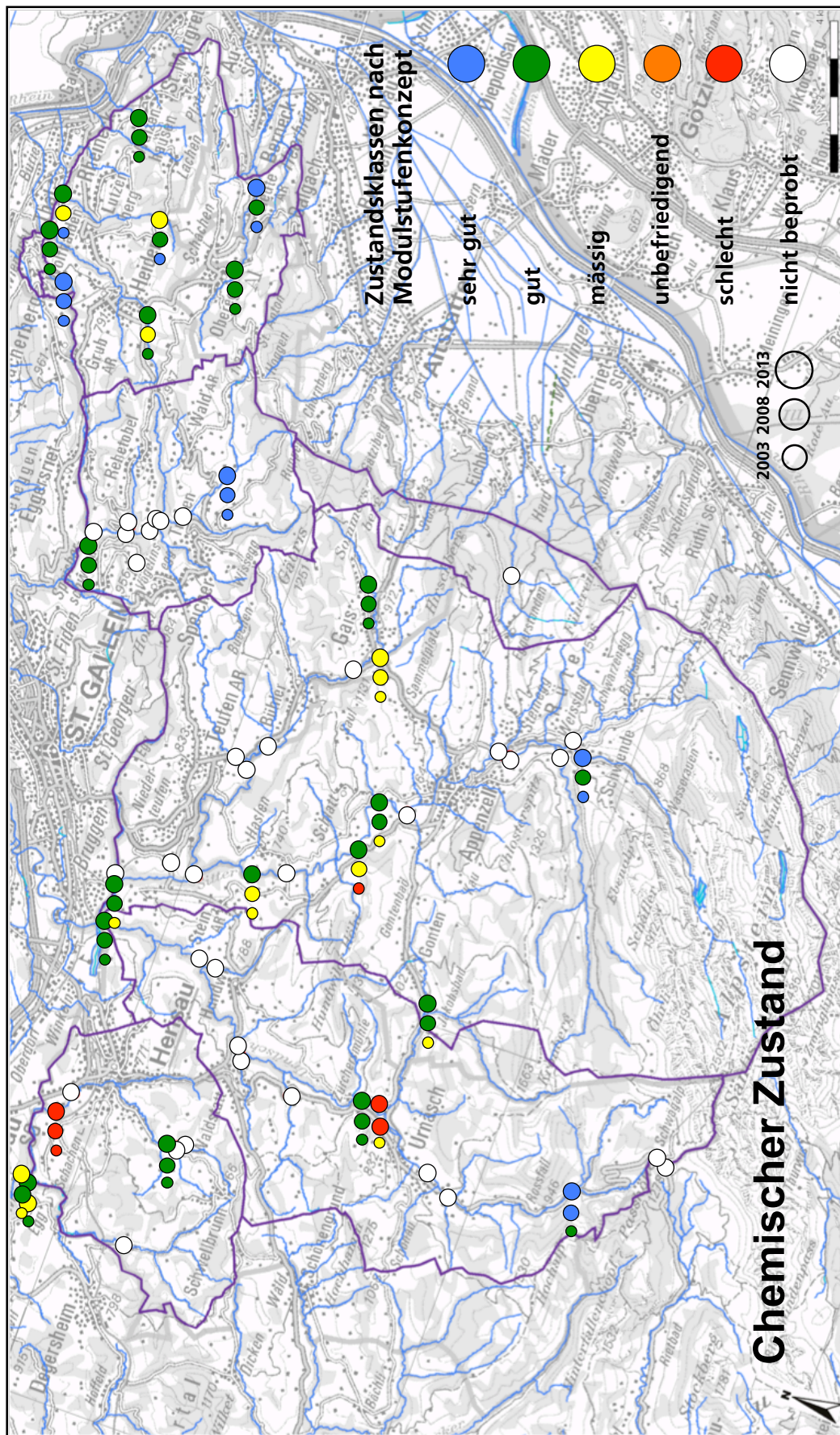


Abb. 3: Chemischer Zustand der appenzellischen Gewässer 2013, bezogen auf die Anforderungen (Anhang 2) der GSchV: Bewertet wurde immer der schlechteste Parameter nach der fünfstufigen Skala. Gezeigt werden auch die Veränderungen seit 2003 (kleine [2003], mittlere [2008] und grosse [2013] Kreise).



### 4 Einzugsgebiet Glatt

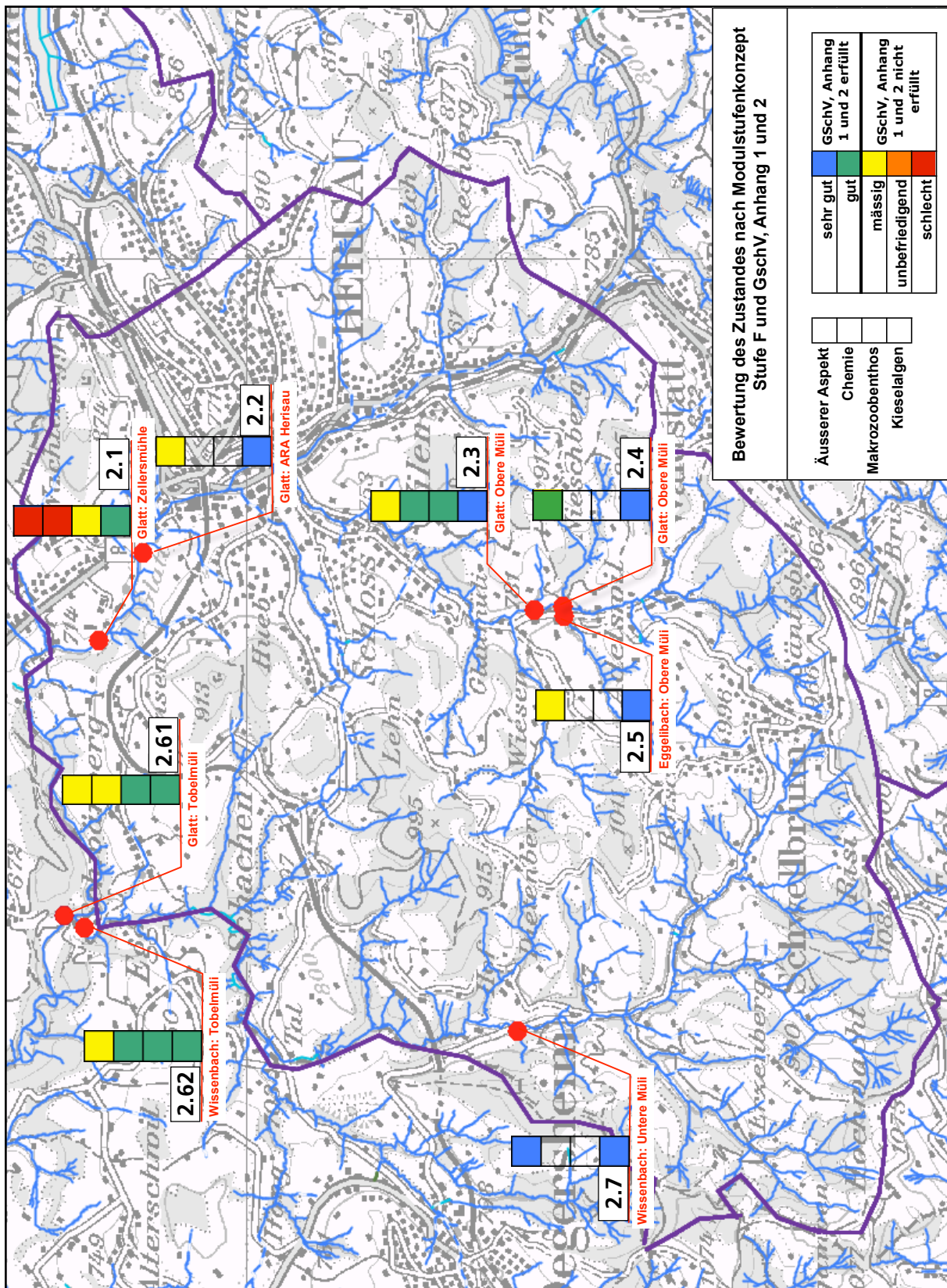


Abb. 4: Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Glatt gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2 GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.

### 4.1 Hydrologie

Für die Einordnung der chemischen und biologischen Befunde ist es wichtig, die allgemeinen, zum Zeitpunkt der Probenahmen herrschenden, hydrologischen Rahmenbedingungen zu kennen. Aus diesem Grund werden einleitend die Abfluss- und Temperaturverhältnisse beschrieben und das Abflusssystem aufgezeigt.

#### 4.1.1 Abflussverhältnisse

Während der Probenahmen im Frühling (28./29. 3.) und Sommer (26.6.) lagen die Abflüsse im Einzugsgebiet im hydrologischen Mittelwasserbereich ( $0.5 - 2Q_m$ ). Das langjährige Mittel  $Q_m$  der Glatt beträgt bei Zellersmüli  $0.560 \text{ m}^3/\text{s}$ . Bei der Probenahme an der Stelle 2.1 wurden im Frühling  $0.695 \text{ m}^3/\text{s}$  und im Sommer  $0.608 \text{ m}^3/\text{s}$  gemessen. Die Herbstprobenahmen fanden bei Abflüssen im Niederwasserbereich ( $<0.33 Q_m$ ) statt. Der Herbstabfluss ( $0.184 \text{ m}^3/\text{s}$ ) lag nahe beim langjährigen  $Q_{347}$  von  $0.140 \text{ m}^3/\text{s}$ .

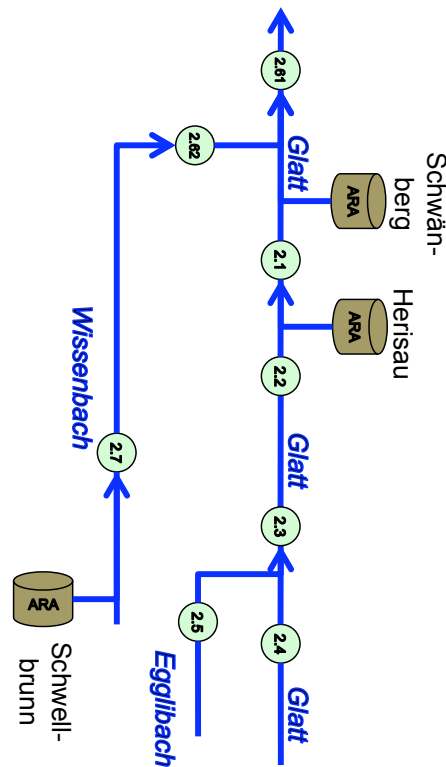
Einzugsgebiet Glatt							
		Frühjahr		Sommer		Herbst	
		Datum	Q	Datum	Q	Datum	Q
2.4	Glatt	28.03.13	0.034				
2.5	Eggelibach	28.03.13	0.011				
2.3	Glatt	28.03.13	0.053	26.06.13	0.147	03.09.13	0.019
2.2	Glatt	28.03.13	0.341				
2.1	Glatt	28.03.13	0.695	26.06.13	0.608	03.09.13	0.184
		Q1	7.250		7.250		7.250
		Qm	0.560		0.560		0.560
		Q347	0.140		0.140		0.140
2.7	Wissenbach	29.03.13	0.231				
		Q1	3.350				
		Qm	0.378				
		Q347	0.068				
2.62	Wissenbach	29.03.13	0.641	26.06.13	0.860	03.09.13	0.111
2.61	Glatt	29.03.13	1.355	26.06.13	1.919	03.09.13	0.292

**Tab. 10:** Abflussbedingungen zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den langjährigen Kennwerten  $Q_1$ ,  $Q_m$ , und  $Q_{347}$  an den Stellen Glatt 2.1, Zellersmühle (hydrometrische Station HOLH2305 AfU St. Gallen) und 2.7 Wissenbach (hydrometrische Station HO8001 AfU St. Gallen).

#### 4.1.2 Untersuchtes Gewässersystem

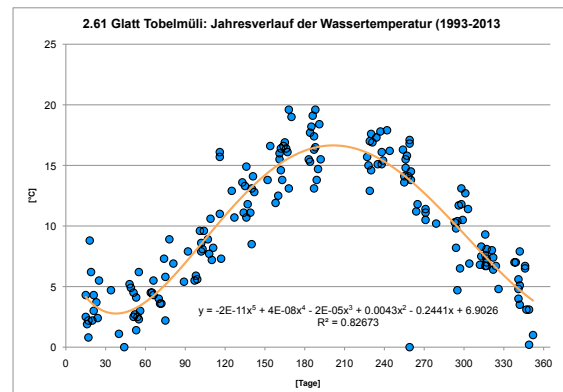
Untersucht wurden die Glatt an fünf Stellen sowie der Eggelibach an einer und der Wissenbach an 2 Stellen. Der Eggelibach mündet bei der Oberen Müli zwischen den Stellen 2.4 und 2.3, der Wissenbach an der Kantonsgrenze bei

der Tobelmüli, zwischen den Stellen 2.1 und 2.61 in die Glatt. Drei Kläranlagen leiten gereinigtes Abwasser ins Gewässersystem. Die ARA Herisau zwischen den Stellen 2.2 und 2.1 und die ARA Schwänberg zwischen den Stellen 2.1 und 2.61 in die Glatt. Das Abwasser aus der ARA Schwellbrunn gelangt vor der Stelle 2.7 in den Wissenbach.



**Fig. 2:** Gewässersystem, Probenahmestellen und ARA-Einleitungen im Einzugsgebiet der Glatt. Die ARA Herisau leitet das gereinigte Abwasser zwischen den Stellen 2.2 und 2.1 in die Glatt.

#### 4.1.3 Temperaturverhältnisse



**Fig. 3:** Jahresgang der Wassertemperatur 1993-2012 in der Glatt an der Stelle 2.61 Tobelmüli.

Die Wassertemperatur der Glatt hat im Jahresverlauf eine mittlere Amplitude von rund 15°C. Die sommerlichen Spitzenwerte liegen knapp unter 20°C was für ein Salmonidengewässer noch tragbar ist. Die Streuung der Temperaturextreme beträgt im Sommer 7°C, im Winter 6°C.

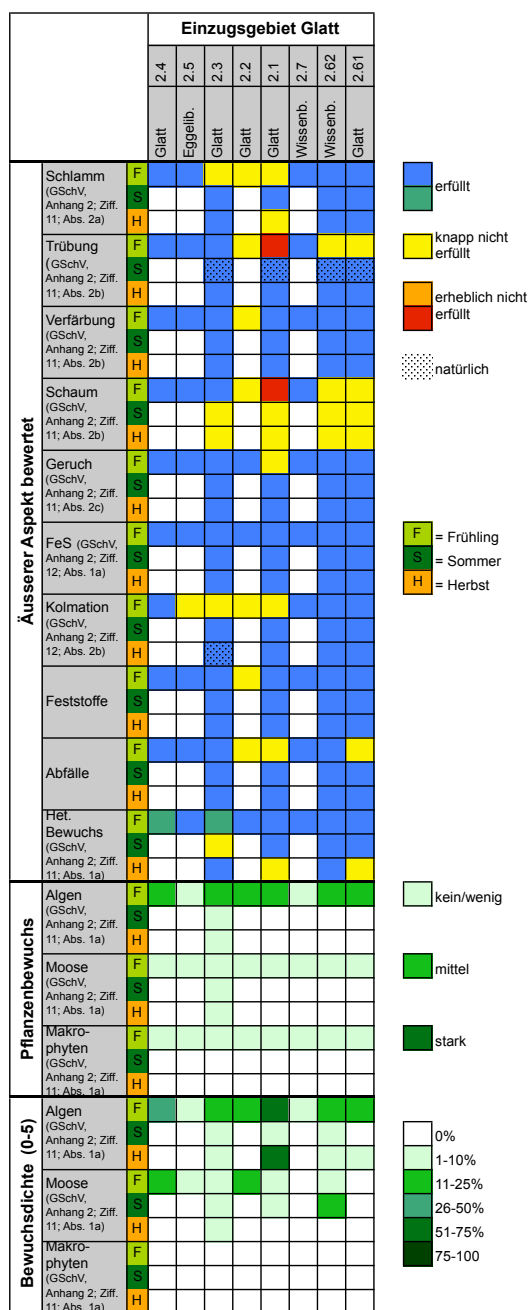


Fig. 4: Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Glatt.

## 4.2 Äusserer Aspekt

Der äussere Aspekt der Gewässer ist im Einzugsgebiet schwerpunktmässig an der Glatt im Gebiet Herisau beeinträchtigt. Bei den Merkmalen Trübung und Schaumbildung sind die Auswirkungen auch glattabwärts noch zu erkennen.

Der Eggelibach und die Glatt sind vor dem Zusammenfluss nicht beeinträchtigt. An der Stelle nach dem Zusammenfluss traten mindestens bei einer der drei Besichtigungen Schaum, kleinere Schlammdepots, und heterotropher Bewuchs auf. Zudem war die Sohle mässig kolmatiert. Vor der ARA Herisau war die Glatt zusätzlich etwas getrübt und leicht verfärbt und es lagen Abfälle im Gewässerbett.

Unterhalb der ARA Herisau trat die Schaumbildung verstärkt auf und das Wasser war deutlich getrübt. Auch wurde an dieser Stelle anlässlich der Herbstprobenahme heterotropher Bewuchs festgestellt. Dieser blieb auch nach dem Zusammenfluss mit dem Wissenbach bei der Tobelmüli von Auge sichtbar wie auch die Schaumbildung und die leichte Trübung.

Im Wissenbach ist der äussere Aspekt im Oberlauf nicht beeinträchtigt.

## 4.3 Chemische Parameter

Glatt und Wissenbach erfüllen die Anforderungen bezüglich der chemischen Belastung nicht. Insbesondere die ARA Herisau trägt zu diesem Befund in der Glatt bei.

### 4.3.1 Zustand 2013

#### Phosphorbelastung

Die Phosphorkonzentration der Glatt und des Wissenbachs liegt mindestens bei einer der 3 Probenahmen innerhalb der Zustandsklassen „unbefriedigend“ bis „schlecht“. Schon an der Stelle 2.3 nach dem Zufluss des Eggelibaches treten hohe Orthophosphatkonzentrationen auf. Vor allem aber unterhalb der ARA Herisau ist die Glatt bezüglich der Phosphorgehalte in einem „schlechten“ Zustand. Dies gilt sowohl für das Orthophosphat wie auch den Gesamtphosphor. Auch im Wissenbach liegen die

Phosphorgehalte häufig innerhalb der Zustandsklassen „mässig“ bis „schlecht“.

Nr.	Gewässer	Ort	PO4-P [mg/l]			Ptot [mg/l]		
			F	S	H	F	S	H
2.3	Glatt	Ober Müli	<0.01	0.070	0.010	<0.04	0.080	<0.04
2.1	Glatt	Zellersmüli	0.390	0.440	0.530	0.380	0.220	0.270
2.61	Glatt	Tobelmüli	0.140	0.300	0.110	0.110	0.160	0.110
2.62	Wissenbach	Tobelmüli	0.050	0.120	0.020	<0.04	0.080	<0.04

Tab. 11: Beurteilung der Phosphor-Belastung im Einzugsgebiet der Glatt.

**Nitrat- und DOC-Belastung**

Bezüglich der Nitratbelastung sind die Glatt mit Ausnahme der Stelle unterhalb der ARA Herisau und der Wissenbach und einem „guten“ bis „sehr guten“ Zustand. In der Glatt erfüllt die Herbstprobe unterhalb der ARA Herisau die Anforderungen der GSchV nicht. Es ist davon auszugehen, dass an dieser Stelle die statistischen Kriterien (mindestens 80% der Stichproben erfüllen die Anforderungen der GSchV) hinsichtlich der Anforderung für Nitrat nicht eingehalten sind.

Die DOC-Belastung der Glatt liegt oberhalb Herisau innerhalb der Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“. Durch die Belastung mit Abwasser aus der ARA Herisau werden die Anforderungen im Abschnitt zwischen Zellersmühle und Tobelmüli nicht mehr erfüllt. Es wurden DOC-Gehalte bis zur Zustandsklasse „schlecht“ festgestellt. Der Wissenbach ist vor dem Zusammenfluss mit der Glatt bezüglich DOC mindestens in einem „guten“ Zustand.

Nr.	Gewässer	Ort	NO3-N [mg/l]			DOC (mg/l)		
			F	S	H	F	S	H
2.3	Glatt	Ober Müli	1.0	1.1	0.8	1.60	3.40	1.60
2.1	Glatt	Zellersmüli	4.2	2.0	6.9	8.70	4.50	5.30
2.61	Glatt	Tobelmüli	2.0	1.7	3.2	2.90	4.00	2.60
2.62	Wissenbach	Tobelmüli	1.5	1.2	1.3	1.90	3.10	1.60

Tab. 12: Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im Einzugsgebiet der Glatt.

**Nitrit- und Ammoniumbelastung**

Die Nitritkonzentration erfüllt an allen Stellen des Einzugsgebietes und bei allen drei Probenahmen die Anforderungen der GSchV. Die Nitritwerte lagen durchwegs innerhalb der Zustandsklasse „sehr gut“. Ammonium tritt unter Berücksichtigung der Temperatur nur im Ab-

schnitt unterhalb der ARA Herisau in Konzentrationen auf, die den Anforderungen der GSchV nicht mehr entsprechen. In den übrigen Gewässerabschnitten der Glatt und des Wissenbaches liegen die Ammoniumwerte innerhalb der Zustandsklassen „gut bis „sehr gut“.

Nr.	Gewässer	Ort	NO2-N [mg/l]*			NH4-N [mg/l]**		
			F	S	H	F	S	H
2.3	Glatt	Ober Müli	0.011	0.004	0.006	0.010	0.010	0.020
2.1	Glatt	Zellersmüli	0.031	0.005	0.005	0.680	0.030	0.040
2.61	Glatt	Tobelmüli	0.012	0.008	0.009	0.040	0.040	0.030
2.62	Wissenbach	Tobelmüli	0.009	0.008	0.011	0.110	0.050	0.030

Tab. 13: Beurteilung der Nitrit- und Ammonium-Belastung im Einzugsgebiet der Glatt unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur.

**4.3.2 Entwicklung bis 2013**

Die Entwicklung der chemischen Belastung wurde anhand der Daten 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli analysiert. Die Stelle liegt zuunterst im Einzugsgebiet der Glatt und ist daher repräsentativ für das gesamte Einzugsgebiet.

**Ammonium**

Die tiefe Grundbelastung mit Ammonium ist seit 1993 gleich geblieben. Hingegen haben die Extremwerte seit 2005 abgenommen. Die Anforderungen der GSchV wurden nach 2004 bei allen Messwerten eingehalten. Ab diesem Zeitpunkt erreichten auch die Ammoniakkonzentrationen keine fischtoxischen Werte mehr und lagen 2013 weit darunter (Figur 6).

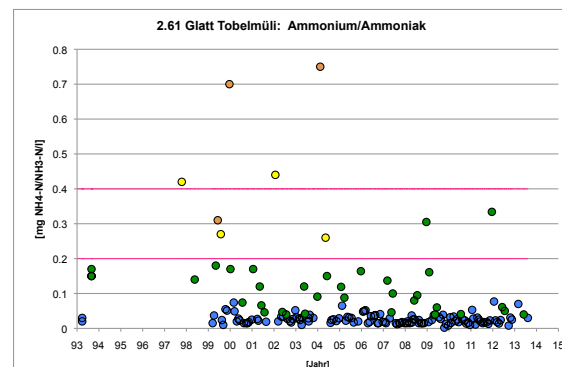
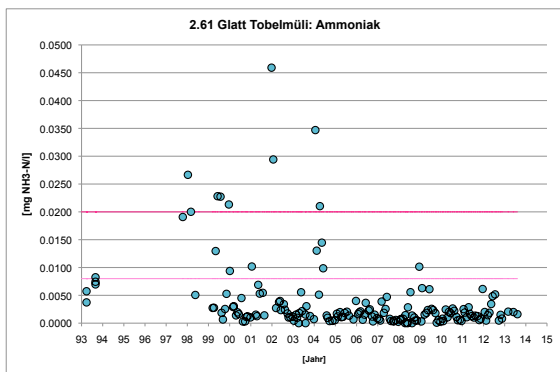


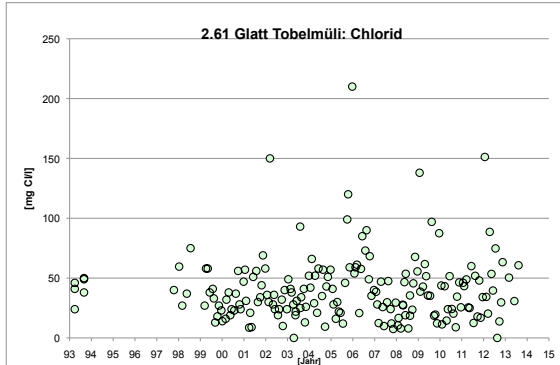
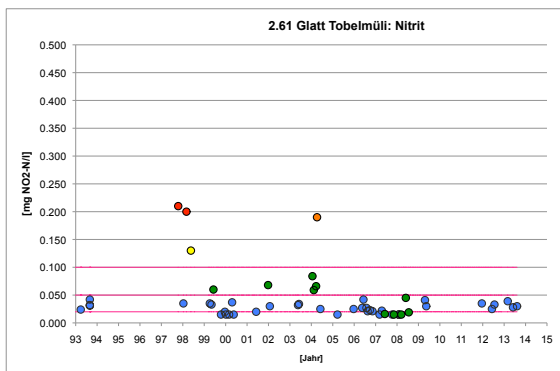
Fig. 5: Verlauf der Ammoniumkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli.



**Fig. 6:** Verlauf der Ammoniakkonzentration (berechnet aus  $NH_4-N$  und pH) im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli.

**Nitrit**

Eine vergleichbare Entwicklung ist beim Nitrit festzustellen. Seit 2004 konnten die Anforderungen der GSchV eingehalten werden. Dies ist allerdings auch den teilweise sehr hohen Chloridwerten zu verdanken, die in der Glatt vor allem unterhalb der ARA Herisau gemessen werden und damit die Nitrittoxizität herabsetzen.



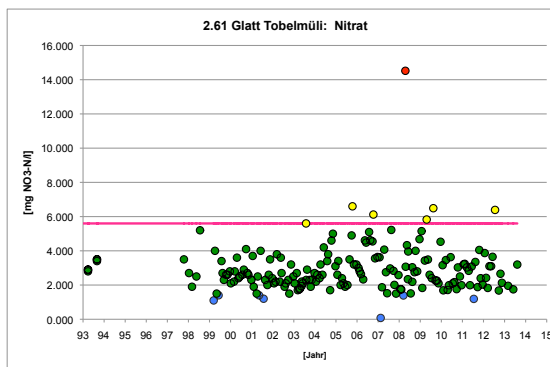
**Fig. 7:** Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli.

Dabei sind aber die aufgetretenen Chloridkonzentrationen von mehr als 200 mg/l (z.B. Winter 2006 mit 209 mg/l und Frühling 2013

mit 236 mg/l) für die Pflanzen im Gewässer toxisch.

**Nitrat**

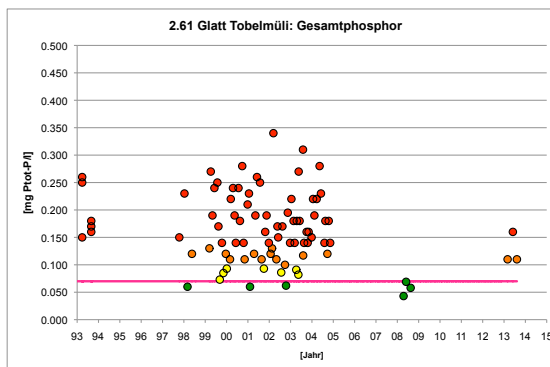
Seit 2004 hat die Häufigkeit hoher Nitratkonzentrationen zugenommen. 2013 haben alle drei Stichproben die Anforderungen der GSchV erfüllt. 2008 wurde sie massiv überschritten. Nitratwerte über 5.6 mg N/l sind insbesondere dann problematisch, wenn die Glatt Grundwasser infiltriert, das für die Trinkwasserversorgung genutzt wird.



**Fig. 8:** Verlauf der Nitratkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli.

**Gesamtphosphor**

Der Gesamtphosphor hat in der Vergangenheit bis ca. 2004 die entsprechenden ökologischen Ziele der GSchV massiv verfehlt. Danach wurde nur noch das Orthophosphat gemessen.

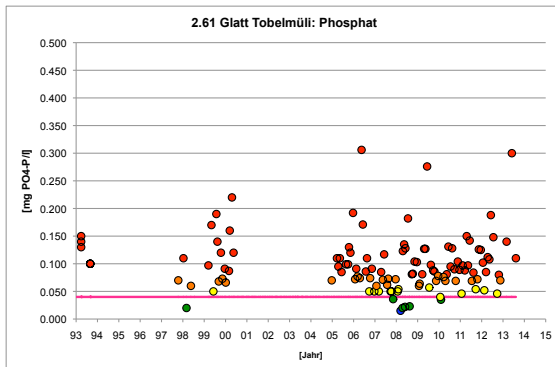


**Fig. 9:** Verlauf des Gesamtphosphors im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli.

2008 zeigten alle 3 Stichproben Gesamtphosphorwerte die das ökologische Ziel knapp erreichten. 2013 sind sie nun wieder deutlich höher und verfehlen mit den Zustandklassen „unbefriedigend“ bis „schlecht“ die entsprechende ökologische Zielsetzung.

### Orthophosphat

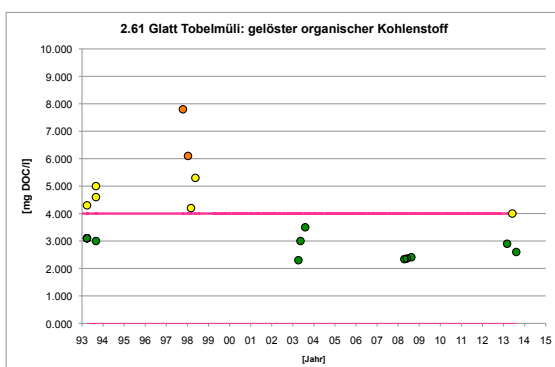
Die Orthophosphat Werte verfehlen seit 1993 systematisch und massiv das entsprechende ökologische Ziel der GschV. Werte innerhalb der Zustandsklassen „sehr gut“ und „gut“ waren in der Glatt bei Tobelmüli selten. Aus der Regelmässigkeit der überhöhten Phosphatwerte kann geschlossen werden, dass das Phosphat mehrheitlich aus der ARA Herisau stammt.



**Fig. 10:** Verlauf der Phosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli.

### Gelöster organischer Kohlenstoff

Der DOC-Gehalt ist in der Vergangenheit zwischen den Messkampagnen 1998 und 2003 stark zurückgegangen. Während früher die aktuellen Anforderungen der GSchV regelmässig überschritten wurden, waren sie 2003 und 2008 eingehalten. 2013 wurde bei einer Messung die Anforderungslimite knapp überschritten. Allerdings ist diese mit 4 mg C/l für die Verhältnisse im Glatteinzugsgebiet eher hoch angesetzt.

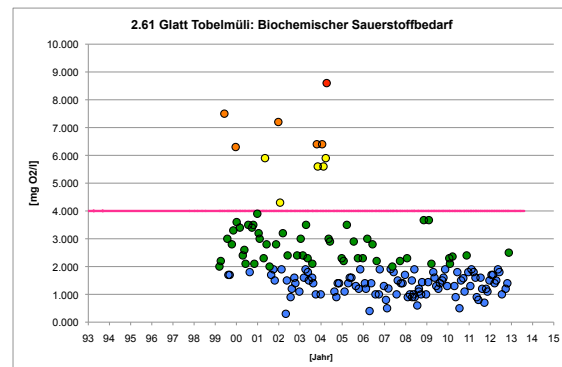


**Fig. 11:** Verlauf der DOC-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli.

### Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB<sub>5</sub>)

Der abnehmende Trend der organischen Belastung zeigt sich auch beim monatlich beprob-

ten BSB<sub>5</sub>. Seit 2004 wird die entsprechende Anforderung durchwegs erfüllt, dies bei weiter abnehmendem Trend. Die Werte liegen in jüngerer Zeit grösstenteils in der Zustandsklasse „sehr gut“.



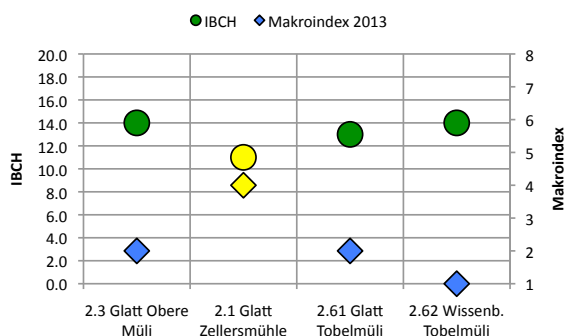
**Fig. 12:** Verlauf des biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB<sub>5</sub>) im Zeitraum 1998-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli.

## 4.4 Makrozoobenthos

Das Makrozoobenthos wird durch das Abwasser der ARA Herisau beeinträchtigt. An der Stelle Zellersmüli entsprechen der IBCH und der Makroindex nicht mehr den Anforderungen der Gewässerschutzverordnung. Die Vielfalt der Makroinvertebraten und die Biomasse nimmt gegenüber dem Oberlauf der Glatt und dem Wissenbach deutlich ab. Auch kann eine Verschiebung des Taxaspektrums von sensiblen zu abwassertoleranten Taxagruppen hin festgestellt werden. Die tiefe Biomasse und geringe Diversität deuten eher auf physiologisch hemmende Stoffe als auf einen organisch-saprobiellen Effekt hin wie er beispielsweise 2003 festgestellt wurde. Der negative Einfluss des Abwassers ist 2013 insbesondere an der tiefen Biomasse bis zur Kantonsgrenze bei der Tobelmüli feststellbar. Dies obwohl sich die Güteindizes dort wieder erholen.

### 4.4.1 IBCH und Makroindex

Die nachhaltige Beeinträchtigung zeigt sich in einem IBCH von 11 und einem Makroindex von 4. Beide zeigen dort einen „mässigen“ Zustand an. Im Oberlauf der Glatt (Obere Müli) sowie im weiteren Verlauf der Fliesstrecke zwischen Zellersmühle und der Tobelmüli weisen beide Indizes dagegen auf einen „guten“ Zustand hin.

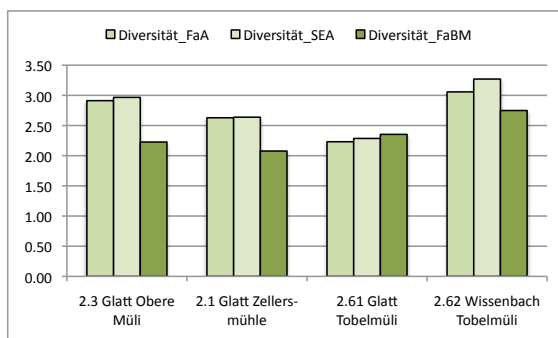


**Fig. 13:** IBCH (Kreise) und Makroindex (Rauten) 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Glatt.

Das gleiche gilt auch für den Wissenbach vor dem Zusammenfluss mit der Glatt, wobei hier der Makroindex unbelastete Verhältnisse anzeigt.

#### 4.4.2 Diversität H

Die Diversität des Makrozoobenthos liegt im Flussabschnitt von der Stelle Zellersmühle unmittelbar unterhalb der ARA Herisau bis zur Kantonsgrenze bei der Tobelmüli erkennbar tiefer als im Wissenbach und im Oberlauf der Glatt.



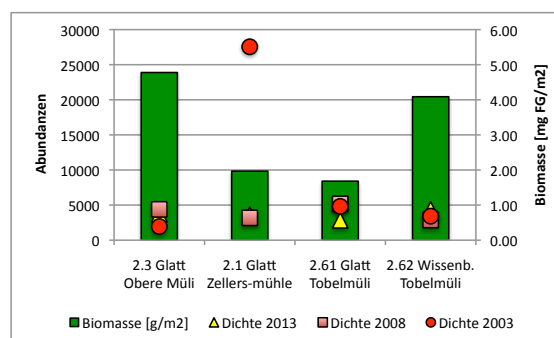
**Fig. 14:** Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 4 Stellen im Glatteinzugsgebiet.

Das Abwasser aus der ARA Bachwis (Herisau) bewirkt eine Verschiebung bezüglich Taxadominanz und Taxaspektrum. Im Vergleich zum Wissenbach und dem Glatt-Oberlauf sind die belastungsempfindlichen Steinfliegen bezüglich Abundanz und Taxazahl stark dezimiert während die Egel als typische Abwasserzeiger vergleichsweise gehäuft auftreten.

#### 4.4.3 Biomasse und Individuendichte

Während der Glattoberlauf im Bereich der Oberen Müli und der Wissenbach in der Tobelmüli vor dem Zusammenfluss mit der Glatt mit 5 bzw. 4 Gramm pro Quadratmeter ähnliche Biomassenwerte aufweisen, ist die Biomasse des Makrozoobenthos in der Glatt zwischen Zellersmühle und Tobelmüli um mehr als die Hälfte tiefer.

Die Gesamtindividuenichten unterscheiden sich dagegen nicht gross und liegen bei allen Stellen im Bereich zwischen 3000 und 4000 Individuen pro Quadratmeter. 2008 wurde eine ähnliche Dichte (3000-5000) ermittelt. 2003 führte das mit organischen Nährstoffen noch reich befrachtete Abwasser aus der ARA zu Herisau zu einer extremen Organismendichte die damals hauptsächlich aus Wenigborstern bestand.



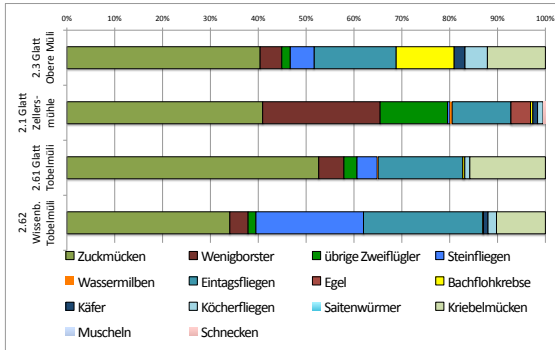
**Fig. 15:** Biomasse 2013 und Gesamtindividuenichtende 2003-2013 des Makrozoobenthos an den 3 Stellen der Glatt und am Wissenbach.

2013 ist dieser Saprobie-Effekt ins Gegenteil verkehrt. Die Produktivität des Makrozoobenthos ist von der Zellersmühle an abwärts mit knapp 2 g/m<sup>2</sup> sehr gering. Bemerkenswert ist, dass sich nach dem Zufluss des Wissenbachs die Produktivität in der Glatt sich nicht verbessert.

#### 4.4.4 Zusammensetzung des Makrozoobenthos

Die grösste Dominanz haben bei allen vier Stellen die Zuckmücken (Chironomidae). Ihr Anteil variiert zwischen 35% und 50%. Die Häufigkeitsverschiebungen treten hauptsächlich in den übrigen 50-65% der Individuen auf. Die Stelle

Obere Müli (2.3) zeigt innerhalb des Restanteils ausgewogene Häufigkeiten an Stein-, Eintags-Köcherfliegen, Bachflohkrebsen und Kriebelmücken auf.



**Fig. 16:** Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den vier Stellen im Glatteinzugsgebiet.

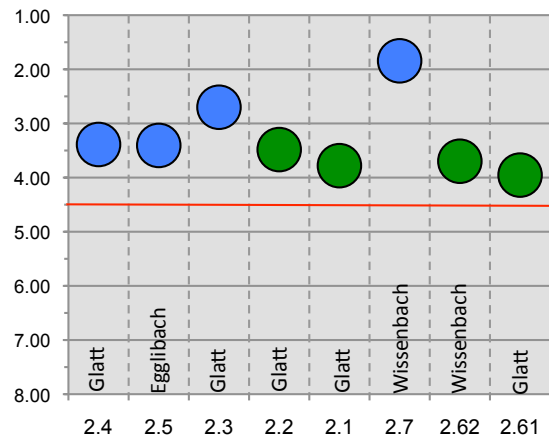
Unterhalb Herisau verschwinden die Steinfliegen, Köcherfliegen und Bachflohkrebs fast vollständig. Dafür treten Wenigborster, übrige Zweiflügler und Egel neu oder deutlich häufiger auf, was als Belastungsindiz zu werten ist. Im weiteren Verlauf bis Tobelmüli nehmen Eintagsfliegen, Steinfliegen und auch Kriebelmücken wieder zu, wogegen der Anteil der Wenigborster und übrigen Zweiflügler deutlich abnimmt und die Egel ganz verschwinden. Der Wissenbach ist abgesehen von den Zuckmücken hauptsächlich von Stein- und Eintagsfliegen dominiert.

### 4.5 Kieselalgen

Gemäss der Kieselalgenindikation erfüllen alle untersuchten Gewässerabschnitte das entsprechende ökologische Ziel der Gewässerschutzverordnung. Bezüglich der organischen Belastung ist es im Glattabschnitt unterhalb der ARA Herisau bis zur Tobelmüli nur knapp erfüllt.

#### 4.5.1 Gesamtbeurteilung nach DI-CH

Der Kieselalgenindex DI-CH zeigt im gesamten Glatteinzugsgebiet einen „guten“ bis „sehr guten“ Zustand an. „Sehr gut“ ist er im Oberlauf der Glatt bis vor Herisau und im Wissenbach bei der Unteren Müli vor der Kantonsgrenze.

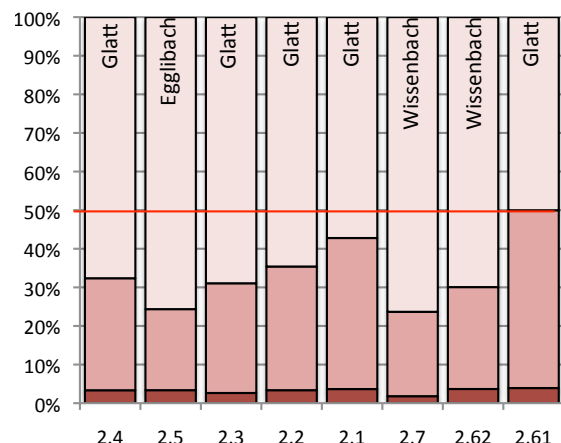


**Fig. 17:** Biologische wirksame Belastung der Gewässer nach DI-CH im Einzugsgebiet der Glatt 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erfüllt, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist (rote Linie). Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen zutreffend.

Im Glattabschnitt unmittelbar vor der ARA Herisau bis zur Tobelmüli und im Wissenbach vor der Mündung in die Glatt (2.62) ist der Gewässerzustand noch als „gut“ zu bezeichnen. Nur schwach ersichtlich ist der Einfluss des Abwassers aus der ARA Herisau (2.1).

#### 4.5.2 Organische Belastung

Die Kieselalgen zeigen an allen Stellen im Einzugsgebiet der Glatt eine mässige organische Belastung der Gewässer an. Die Belastung entspricht der Gütestufe II. Die belastungssensible Kieselalgenengruppe dominiert an all diesen Stellen.



**Fig. 18:** Biologisch wirksame, organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet der Glatt 2013 anhand der Kieselalgenindikation. Das ökologische Ziel der GSchV ist erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.



Hochsensible Arten fehlen aber. Die Glatt wird innerhalb der Gütestufe II zunehmend mit organischen Stoffen belastet und bleibt nur knapp innerhalb dieser Stufe. Im Wissenbach ist die organische Belastung an beiden Stellen deutlich tiefer. Sie erreicht etwa das Niveau des Eggelibaches.

## 4.6 Gesamtbeurteilung

### 4.6.1 Aktueller Zustand

Die biologischen Indikatoren Kieselalgen und Makrozoobenthos, deren Aussagefenster zwischen 4-6 Wochen bzw. 6 Monate vor der Probenahme zurückreichen, zeigen insgesamt einen besseren Zustand an, als dies aus den chemischen Parametern und einzelnen Merkmalen des Äusseren Aspektes hervorgeht. Der schweizerische Kieselalgenindex DI-CH zeigt durchwegs „gute“ bis „sehr gute“ Verhältnisse an. Dies gilt auch für die Indizes der Makroinvertebraten mit Ausnahme der Stelle unterhalb der ARA Herisau, wo ein „mässiger“ (IBCH) und „nicht tolerierbarer“ (Makroindex) Zustand vorliegt. Das Abwasser der ARA Herisau ist auch die Hauptquelle der Gewässerbeeinträchtigung im Einzugsgebiet. Die ungünstigen Verdünnungsverhältnisse zwischen ARA-Abfluss und Glattabfluss führen dazu, dass die Anforderungen bezüglich der DOC-, Nitrat- und Ammoniumkonzentration in der Glatt unterhalb der ARA-Einleitung häufig nicht eingehalten sind. Die organische Belastung zeigt sich auch in der Zusammensetzung der Artengruppen von Kieselalgen mit unterschiedlicher Belastungstoleranz hinsichtlich organischer Stoffe. Im Glattabschnitt unterhalb der ARA bis Tobelmüli ist die Häufigkeit der belastungssensiblen Kieselalgen am geringsten. Weiter führt der erhöhte Pegel an abbaubaren, organischen Stoffen zeitweise zu sichtbarem heterotrophem Bewuchs. Trotz der erhöhten biologischen Ab-

bauprozesse führt die Sauerstoffzehrung in der Gewässersohle nie zu anaeroben Verhältnissen. Unter anaeroben Bedingungen sich bildende Eisensulfidflecken wurden nicht festgestellt.

Die ARA Herisau ist auch eine erhebliche Phosphorquelle. Die ökologischen Ziele bezüglich der Belastung mit Phosphor werden laufend massiv überschritten. Die Konzentrationen des Gesamtphosphors als auch des direkt pflanzenverfügbaren Orthophosphates liegen chronisch in den Zustandsklassen „unbefriedigend“ bis „schlecht“. Im übrigen Einzugsgebiet sind die Phosphorkonzentrationen sporadisch erhöht. Als Phosphorquelle kommen die Abschwemmung von landwirtschaftlichen Nährstoffen oder nicht richtig funktionierende Entlastungen der Siedlungsentwässerung in Frage.

### 4.6.2 Entwicklung seit 1993

Die biologischen Untersuchungen werden seit 1993 durchgeführt. Später als das MSK entwickelt und damit eine gesamtschweizerisch einheitliche Erhebungsmethode zur Verfügung stand, wurde diese angewandt (ab 2003). Somit können die Untersuchungen 2003, 2008 und 2013 miteinander verglichen werden. Seit 2003 sind keine wesentlichen Veränderungen feststellbar. Weder der Kieselalgenindex noch der Makroindex und der IBCH haben sich in diesem Zeitraum merklich verändert. Hinsichtlich der Belastung durch chemische Stoffe ist über die letzten 20 Jahre eine abnehmender Trend bei der organischen Belastung (DOC), dem Ammonium, Nitrit und dem Gesamtphosphor festzustellen. Insbesondere hat die Häufigkeit extremer Werte tendenziell abgenommen.

### 5 Einzugsgebiet Urnäsch

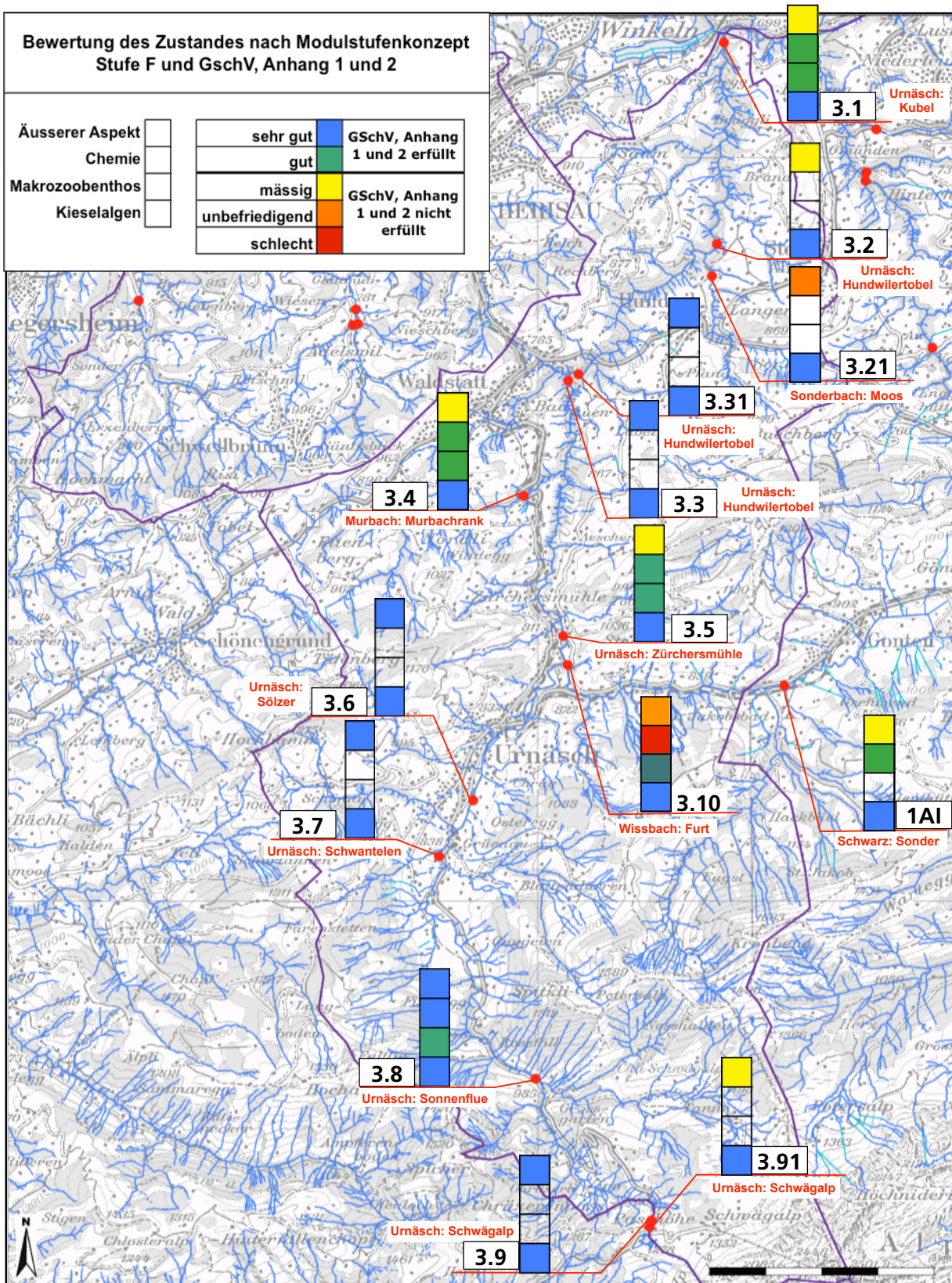


Abb. 5: Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Urnäsch gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2, GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.

### 5.1 Hydrologie

Um die chemischen und biologischen Befunde einordnen zu können, ist es wichtig, die allgemeinen und zum Zeitpunkt der Probenahmen herrschenden, hydrologischen Rahmenbedingungen zu kennen. Deshalb werden einleitend die Abfluss- und Temperaturverhältnisse sowie das Abflusssystem beschrieben.

#### 5.1.1 Abflussverhältnisse

Die Probenahmen fanden im Frühling und Sommer bei Abflüssen im Mittelwasserbereich ( $Q_m$ ) statt. Bei der Stelle 3.31 wurden im Frühling  $2.48 \text{ m}^3/\text{s}$  gemessen, was leicht unter dem langjährigen Abflussmittel von  $2.82 \text{ m}^3/\text{s}$  liegt. Der Sommerwert fehlt für diese Stelle. Aus den Abflusswerten der nächstgelegenen Stellen (3.1, 3.5) kann aber geschlossen werden, dass er im oberen Bereich des Mittelwasser-Abflusses lag. Die Probenahme im Herbst fand bei Abflussbedingungen im Niederwasserbereich statt. Die nächstgelegene Stelle bei Zürchersmühle (3.5) zeigte einen Abfluss, der dem doppelten  $Q_{347}$  an der Stelle 3.31 entsprach.

Einzugsgebiet Urnäsch							
		Frühjahr		Sommer		Herbst	
		Datum	Q	Datum	Q	Datum	Q
3.9	Urnäsch	04.04.13	0.029				
3.91	Urnäsch	04.04.13	0.006				
3.8	Urnäsch	04.04.13	0.287	26.06.13	1.251	03.09.13	0.160
3.7	Urnäsch	04.04.13	0.691				
3.6	Urnäsch	04.04.13	0.764				
1AI	Schwarz	10.04.13	0.583	02.07.13	0.155	29.09.13	0.059
3.10	Wissbach	04.04.13	0.640	26.06.13	1.508	03.09.13	0.204
3.5	Urnäsch	03.04.13	3.086	26.06.13	4.609	03.09.13	0.906
3.4	Murbach	03.04.13	0.177				
3.3	Urnäsch	03.04.13	2.373				
3.31	Urnäsch	03.04.13	2.480				
			Q1		24.40		24.40
			Qm		2.820		2.820
			Q347		0.420		0.420
3.21	Sonderbach	03.04.13	0.095				
3.2	Urnäsch	03.04.13	0.265				
3.1	Urnäsch	03.04.13	0.569	27.06.13	2.263	05.09.13	0.169

Fig. 19: Abflussbedingungen zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den langjährigen Kennwerten  $Q_1$ ,  $Q_m$ , und  $Q_{347}$  an der Stelle Urnäsch 3.31 Hundwiler Tobel.

#### 5.1.2 Untersuchtes Gewässersystem

An der Urnäsch wurden 10 Untersuchungsstellen beprobt. Zwei Stellen lagen am Wissbach bzw. an der in ihn einmündenden Schwarz. Mit je einer Stelle wurde der Zustand des Murba-

ches und des Sonderbaches untersucht. Im Einzugsgebiet entwässern 7 Kläranlagen ins Gewässersystem. Die ARA Schwägalp und die ARA Urnäsch leiten ihre Abwässer direkt in die Urnäsch. Die ARA Hundwil nutzt den Sonderbach, die ARA Waldstatt den Badtobelbach als Vorfluter. Eine weitere Kläranlage leitet ihr Abwasser über den Stösselbach in die Urnäsch. Wissbach und Schwarz sind Vorfluter der ARA Bömmeli bzw. der ARA Jakobsbad.

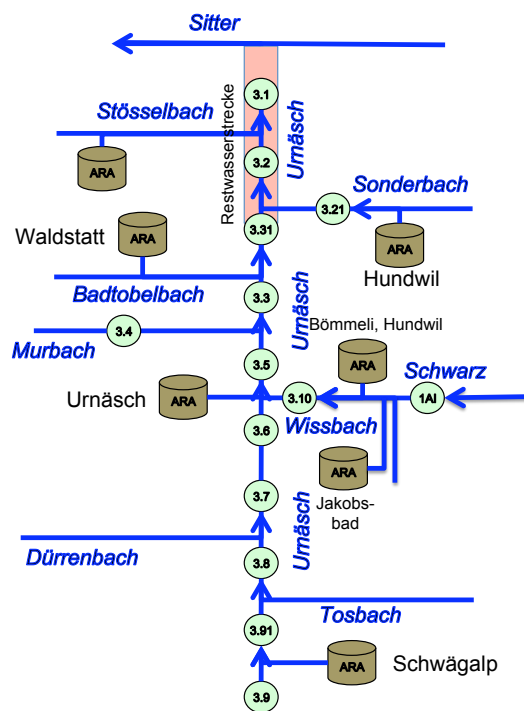
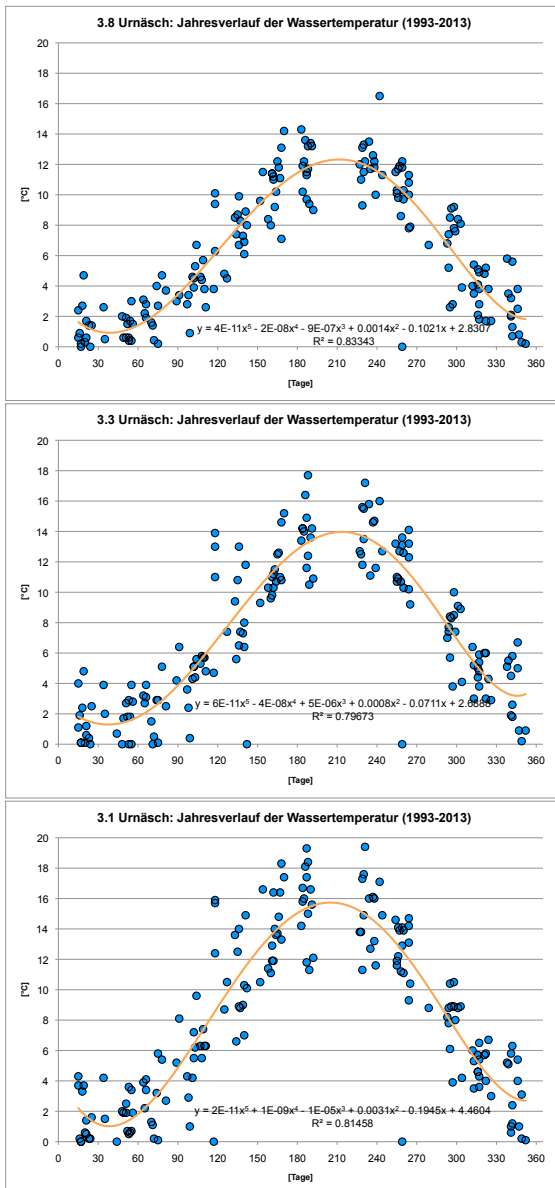


Fig. 20: Gewässersystem, Probenahmestellen und ARA-Einleitungen im Einzugsgebiet der Urnäsch.

#### 5.1.3 Temperaturverhältnisse

Im Laufe des Abflusses von der Schwägalp bis Kubel erwärmt sich die Urnäsch im Winter um ca.  $1.5^\circ\text{C}$  im Sommer um rund  $4^\circ\text{C}$ . Die Wintertemperaturen schwanken im Oberlauf zwischen  $0^\circ\text{C}$  und  $3^\circ\text{C}$ . Vom Hundwiler Tobel an abwärts liegen die Schwankungen zwischen  $0^\circ\text{C}$  und  $4^\circ\text{C}$ . Bezüglich der Maxima bestehen Unterschiede von bis zu  $6^\circ\text{C}$ . Rund die Hälfte des Erwärmungsprozesses von  $4^\circ\text{C}$  findet in der Restwasserstrecke zwischen den Stellen 3.3 und 3.1 statt. Dies dürfte zu einem wesentlichen Teil auf den geringeren Abfluss und die Vertümpelung des Flussbettes zurückzuführen sein. Im Hochsommer erwärmt sich das Restwasser deut-

lich stärker als dies bei einem natürlichen Abfluss der Fall wäre. Die Temperaturspitzen bei der Stelle 3.1 Kubel von ca. 20°C sind für ein Forellengewässer noch tolerierbar.



**Fig. 21:** Jahrgang der Wassertemperatur 1993-2012 in der Urnäsch an den Stellen 3.8 Sonnenflüh, 3.3 Hundwiler Tobel und 3.1 Kubel.

Nicht auszuschliessen ist, dass an einzelnen, heissen Hochsommertagen die Urnäsch im Restwasserabschnitt sich noch stärker erwärmt. Dies müsste mit einer Wärmebilanz bei der Sanierung des Restwassers überprüft und bei der Festlegung der Restwassermenge berücksichtigt werden.

## 5.2 Äusserer Aspekt

		Einzugsgebiet Urnäsch														
		3.9	3.91	3.8	3.7	3.6	1A1	3.10	3.5	3.4	3.3	3.31	3.21	3.2	3.1	
		Urnäsch	Urnäsch	Urnäsch	Urnäsch	Urnäsch	Schwarz	Wissb.	Urnäsch	Murb.	Urnäsch	Urnäsch	Sonderb.	Urnäsch	Urnäsch	
Äusserer Aspekt bewertet	Schlamm (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2a)	F														
	Trübung (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b)	F														
	Verfärbung (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b)	F														
	Schaum (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b)	F														
	Geruch (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2c)	F														
	FeS (GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 1a)	F														
	Kolmation (GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 2b)	F														
	Feststoffe	F														
	Abfälle	F														
	Het. Bewuchs (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F														
Pflanzenbewuchs	Algen (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F														
	Moose (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F														
	Makrophyten (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F														
Bewuchsdichte (0-5)	Algen (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F														
	Moose (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F														
	Makrophyten (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F														



**Fig. 22:** Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Urnäsch.

Die Gewässer im Einzugsgebiet der Urnäsch sind bezüglich des äusseren Aspektes allgemein in einem „guten“ Zustand. Die Beeinträchtigungen betrafen hauptsächlich die Nebengewässer sowie die Urnäsch punktuell unterhalb der Kläranlagen. In der Schwarz, im Sonderbach und im Wissbach wurde im Frühjahr heterotropher Ciliatenbewuchs festgestellt. Im Wissbach und im Sonderbach trat dieser in erheblichem Masse auf. Zu leichter Schaumbildung kam es im Murbach, in der Schwarz, im Wissbach und im Sonderbach unterhalb der ARA Hundwil sowie in der Urnäsch unterhalb der ARA Urnäsch und nach dem Zufluss des Sonderbaches bis zur Stelle Kubel. Die Schaumbildung in der Urnäsch und im Sonderbach ist auf die Abwässer aus den Kläranlagen Appenzell Jakobsbad bzw. Hundwil zurückzuführen. Die ARA Hundwil zeigte diesbezüglich Auswirkungen im Sonderbach und nach dessen Einmündung in die Restwasserstrecke in der Urnäsch bis zur Kantonsgrenze bei Kubel. Weiter waren drei Stellen, zwei an der Urnäsch und eine an der Schwarz, leicht kolmatiert. Im Allgemeinen weisen die Gewässer im Einzugsgebiet der Urnäsch eine natürliche, häufig umgelagerte, und für das Makrozoobenthos gut besiedelbare Sohle auf. Pflanzlicher Bewuchs der Gewässer-sohle trat im Frühjahr auf. In der restlichen Jahreszeit blieb er mit wenigen Ausnahmen gering bis sehr gering. Hochwasserereignisse und häufige Sohlenumlagerungen liessen keinen starken Aufwuchs entstehen. Die höchsten Bewuchsdichten (25-50%) traten im Frühjahr in der Urnäsch bei Zürchersmühle (3.5) und im Hundwilertobel (3.3, 3.31, 3.3) auf. Der Bewuchs war aber an keiner Stelle unnatürlich im Sinne der Anforderungen der GSchV.

### 5.3 Chemische Parameter

Die Urnäsch erfüllt die Anforderungen an den chemischen Zustand durchwegs. Nur am Wissbach sind diese hinsichtlich DOC und Nitrat nicht eingehalten. Problematisch sind die hohen Phosphorkonzentrationen im Wissbach und in der Urnäsch bei Zürchermühle unterhalb der ARA Furt.

#### 5.3.1 Zustand 2013

Die Urnäsch erfüllt die Anforderungen der GSchV an allen untersuchten Stellen. Der Wissbach ist chemisch stärker belastet und erfüllt diese nicht mehr. Abgesehen vom Oberlauf der Urnäsch (Stelle Sonnenflue) ist das ökologische Ziel bezüglich der Phosphorbelastung an allen Stellen noch nicht erreicht.

#### Phosphorbelastung

Mit Ausnahme der Urnäsch im Quellgebiet bei Sonnenflue haben alle Gewässer eine zu hohe Phosphatbelastung. Das entsprechende ökologische Ziel der GSchV ist nicht erreicht. Besonders hoch ist die Phosphorbelastung im Wissbach und in der Urnäsch unterhalb der ARA Furt. Der Zustand ist „mässig“ bis „schlecht“. Wesentlich besser ist die Situation bezüglich des Gesamtphosphors. In der Urnäsch und in der Schwarz ist der Zustand „gut“ oder „sehr gut“. Hingegen muss er im Wissbach als „schlecht“ bezeichnet werden.

Nr.	Gewässer	Ort	PO4-P [mg/l]			Ptot [mg/l]		
			F	S	H	F	S	H
3.8	Urnäsch	Sonnenflue	<0.01	0.010	<0.01	<0.04	<0.04	<0.04
1A1	Schwarz	Sonder	0.040	0.030	0.050	<0.04	0.050	0.040
3.10	Wissbach	Furt	0.020	0.150	0.150	<0.04	0.090	0.120
3.5	Urnäsch	Zürchersmühle	0.010	0.060	0.030	<0.04	0.050	0.050
3.1	Urnäsch	Kubel	0.010	0.040	0.020	<0.04	<0.04	<0.04

Tab. 14: Beurteilung der Phosphor-Belastung im Einzugsgebiet der Urnäsch.

#### Nitrat- und DOC-Belastung

Die Nitratkonzentrationen liegen in der Schwarz und in der Urnäsch bei Kubel überall in der Zustandsklasse „sehr gut“. Sie erfüllen die Anforderungen der GSchV vollumfänglich.

Nr.	Gewässer	Ort	NO3-N [mg/l]			DOC (mg/l)		
			F	S	H	F	S	H
3.8	Urnäsch	Sonnenflue	0.4	0.3	0.4	0.81	1.10	0.59
1A1	Schwarz	Sonder	1.1	1.3	1.0	3.10	2.10	2.20
3.10	Wissbach	Furt	1.1	0.7	1.2	1.90	4.00	1.90
3.5	Urnäsch	Zürchersmühle	0.6	0.6	0.7	1.40	2.70	1.30
3.1	Urnäsch	Kubel	1.4	0.7	1.2	1.90	2.20	2.00

Tab. 15: Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im Einzugsgebiet der Urnäsch.

Hinsichtlich DOC befindet sich der Wissbach in einem „mässigen“ Zustand. An allen andern

Stellen sind die Anforderungen an die DOC-Konzentrationen eingehalten.

**Nitrit- und Ammoniumbelastung**

Urnäsch, Schwarz und Wissbach können bezüglich der Ammoniumbelastung als „gut“ bis „sehr gut“ klassiert werden. Der höchste Ammoniumwert lag bei 0.19 mg NH<sub>4</sub>-N/l im Wissbach. Hingegen war die Nitritkonzentration im Wissbach bei einer Probe deutlich zu hoch. Die Konzentration lag im fischtoxischen Bereich. Im Oberlauf der Urnäsch und zu unterst bei Kubel sind die Nitritgehalte gering.

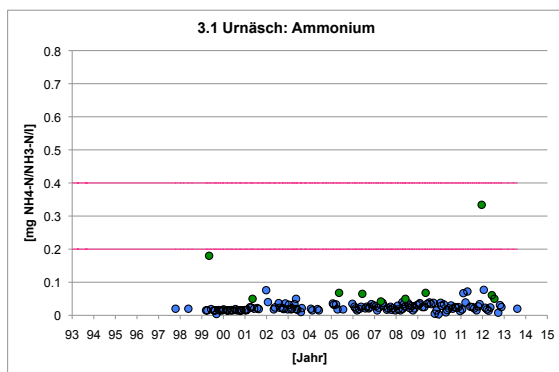
Nr.	Gewässer	Ort	NO <sub>2</sub> -N [mg/l]*			NH <sub>4</sub> -N [mg/l]**		
			F	S	H	F	S	H
3.8	Urnäsch	Sonnenflue	0.003	<0.005	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01
1A1	Schwarz	Sonder	0.004	0.006	0.003	0.010	0.010	0.020
3.10	Wissbach	Furt	0.006	0.005	0.046	0.040	0.050	0.190
3.5	Urnäsch	Zürchersmühle	0.003	0.003	0.011	0.020	0.030	0.040
3.1	Urnäsch	Kubel	0.004	0.002	0.004	<0.01	<0.01	0.020

**Tab. 16:** Beurteilung der Nitrit- und Ammonium-Belastung im Einzugsgebiet der Urnäsch unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur.

**5.3.2 Entwicklung bis 2013**

Die Entwicklung der chemischen Belastung im Einzugsgebiet der Urnäsch wurde hauptsächlich anhand der Daten 1993-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel analysiert. Die Stelle befindet sich an der der Urnäsch kurz vor dem Zusammenfluss mit der Sitter und ist daher repräsentativ für die langfristigen Entwicklungen im gesamten Einzugsgebiet.

**Ammonium**

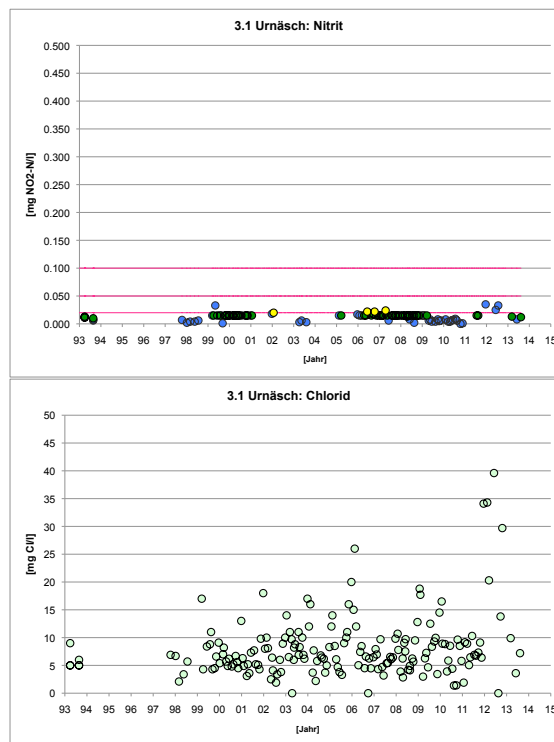


**Tab. 17:** Verlauf der Ammoniumkonzentration im Zeitraum 1998-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel.

Die Ammoniumbelastung hat sich in der Urnäsch seit 1998 nicht wesentlich verändert. Die gemessenen Werte erfüllten die Anforderungen der GSchV über den gesamten Messzeitraum. Auch 2013 lagen sie weit unterhalb problematischer Konzentrationen.

**Nitrit**

Bezüglich der Nitritkonzentrationen konnten die Anforderungen der GSchV in den letzten Jahren immer eingehalten werden. Diese wurden zuletzt 2006/07 leicht überschritten. Allerdings hat auch die Chloridkonzentration in der jüngeren Zeit zugenommen, wodurch das Risiko der Entstehung toxischer Nitritkonzentrationen deutlich vermindert wurde. Die Chloridkonzentrationen waren im Winter 2012/2013 wesentlich höher als die langjährigen Winterkonzentrationen.

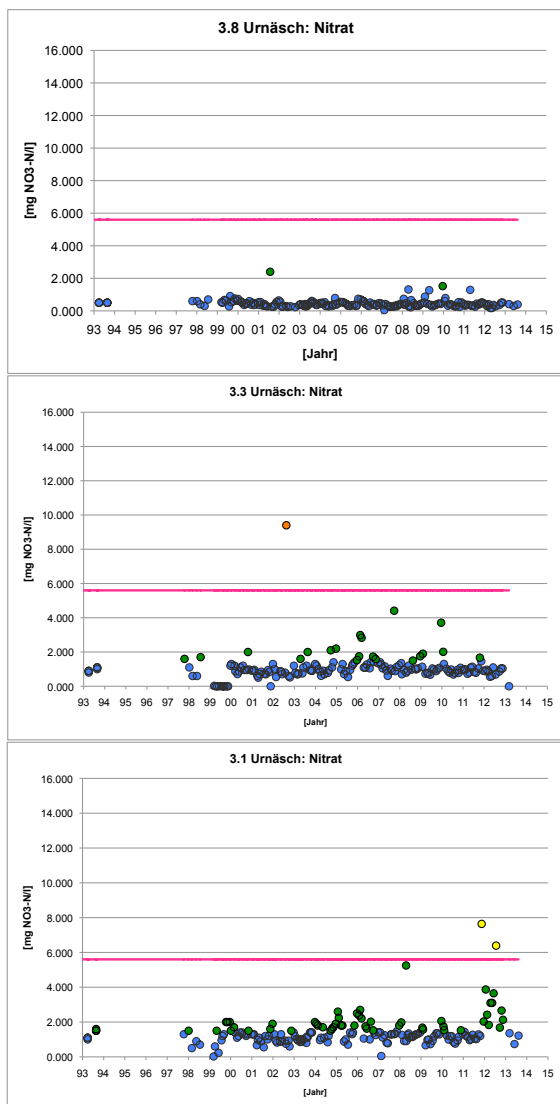


**Tab. 18:** Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel.

**Nitrat**

Die Nitratkonzentration hat sich in der Urnäsch zwischen 1993 und 2011 nicht wesentlich verändert. Die Anforderung der GSchV wurde in diesem Zeitraum bei einer Messung nicht erfüllt.

Die langjährige Messreihe zeigt, dass der Nitratgehalt in der fließenden Welle zwischen der Schwägälp (3.8) und Kubel (3.1) deutlich zunimmt. Dies dürfte vor allem auf anthropogene Belastungsquellen (Landwirtschaft, Siedlungsentwässerung) zurückzuführen sein.



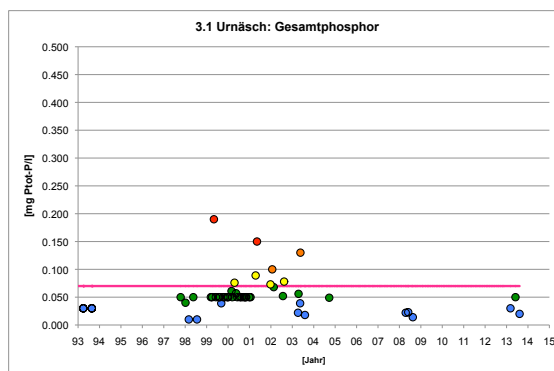
**Fig. 23:** Verlauf der Nitratkonzentration in der Urnäsch im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen 3.8 (Sonnenflue), 3.3 (Hundwilertobel) und 3.1 (Kubel).

2011-12 ist in der Restwasserstrecke an der Stelle 3.1 ein markanter Anstieg des Nitratgehaltes festzustellen, der 2013 durch die drei Stichproben aber nicht bestätigt wurde. Aufgrund der Stichproben ist davon auszugehen, dass die Anforderungen der GSchV im Gegensatz zu den früheren Daten ab Winter 2011 bis Frühjahr 2013 öfters nicht eingehalten wurden.

Der Anstieg der Nitratkonzentration ab diesem Zeitpunkt verläuft parallel mit einem beobachteten Anstieg der Leitfähigkeit. Als Belastungsquellen sind die Kläranlage Hundwil und die am Stösselbach gelegene ARA Saum in Betracht zu ziehen.

### Gesamtphosphor

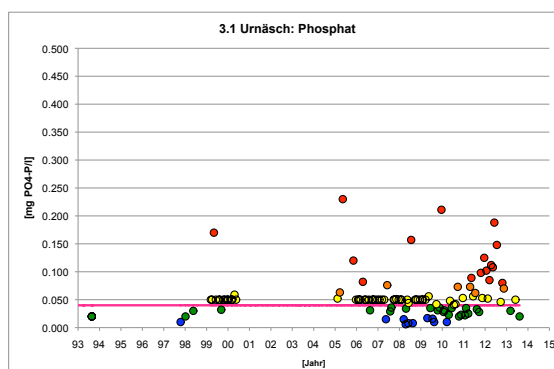
Der Gesamtphosphor verfehlte das ökologische Ziel in der Vergangenheit bis ca. 2003 mehrfach. Seit diesem Zeitpunkt ist es jedoch erreicht. Die drei Stichproben zeigten 2008 tiefe Gesamtphosphorwerte. 2013 lagen sie nur leicht höher und müssen als „gut“ bis „sehr gut“ beurteilt werden.



**Fig. 24:** Verlauf der Gesamtphosphor-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel.

### Orthophosphat

Bezüglich der Orthophosphat-Konzentrationen ist das ökologische Ziel der GSchV schon seit 1999 oft nicht erfüllt.



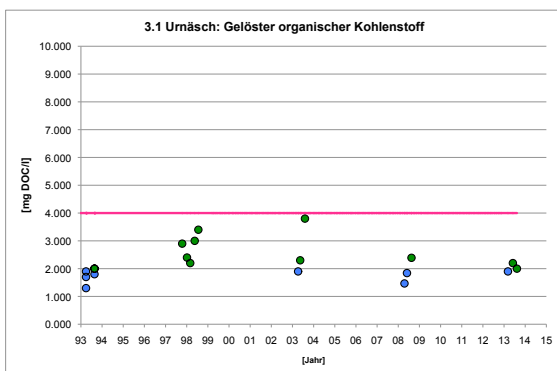
**Fig. 25:** Verlauf der Phosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel.

Die Mehrheit der Stichproben weisen Konzentrationen in den Zustandsklassen „mässig“ bis

„schlecht“ auf. Das Orthophosphat stammt mehrheitlich aus häuslichem Abwasser.

**Gelöster organischer Kohlenstoff**

Die Stichproben der fünfjährigen Untersuchungen haben für den gelösten organischen Kohlenstoff den oberen Wert der Anforderung der GSchV (4 mg C/l) seit 1993 nie überschritten. Zwischen 1998 und 2003 sind die DOC-Werte angestiegen und scheinen sich in den letzten beiden Untersuchungskampagnen wieder im Bereich von 2 mg C/l eingependelt zu haben.



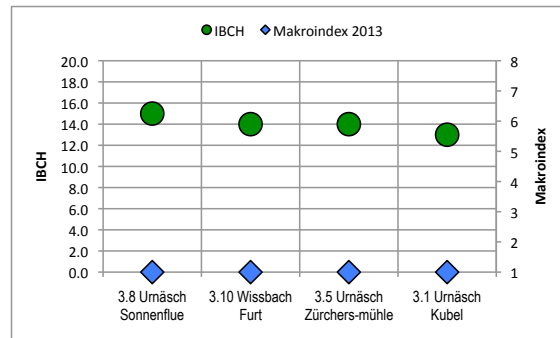
**Fig. 26:** Verlauf der Konzentration des gelösten organischen Kohlenstoffs im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel.

**5.4 Makrozoobenthos**

Das Makrozoobenthos zeigt über den gesamten Urnäschlauf einen guten Gewässerzustand an. Seine Zusammensetzung ist an allen Stellen ähnlich und weist auf keine belastungsbedingten Verschiebungen in den Taxagruppen hin. Quantitativ unterliegt das Makrozoobenthos grossen zeitlichen Schwankungen, die mehrheitlich durch Hochwasserereignisse hervorgerufen werden.

**5.4.1 IBCH und Makroindex**

Das Makrozoobenthos der Urnäsch indiziert über die gesamte Fliesstrecke einen guten biologischen Gewässerzustand. Der IBCH nimmt innerhalb der Stufe „gut“ vom Höchstwert 15 bei Sonnenbühl auf 13 bei der Mündung in die Sitter (Urnäsch, Kubel) ab. Der zufließende Wissbach weist einen IBCH von 14 auf. Gemäß dem Makroindex ist die Urnäsch auf der gesamten Strecke ein unbelastetes Gewässer.

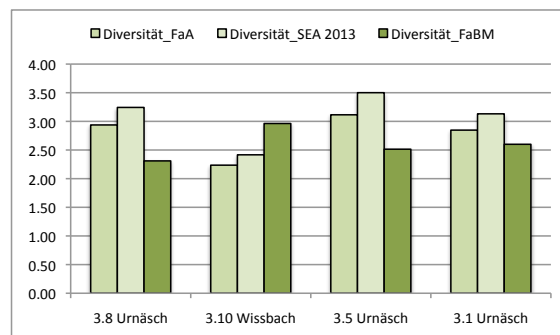


**Fig. 27:** IBCH (Kreise) und Makroindex (Rauten) 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Urnäsch.

**5.4.2 Diversität**

Die Vielfalt des Makrozoobenthos unterscheidet sich an den Stellen der Urnäsch nicht wesentlich. Relativ zueinander bleiben die drei Diversitätsparameter sehr konstant. Der Diversitätswert nimmt in der Reihenfolge systematische Einheit (SEA), Familien-Diversität (FaA) und Biomassen-Diversität (FaBM) ab. Ein Einfluss durch die verschiedenen Kläranlagen (Urnäsch, Waldstatt, Hundwil) und deren Abwasser ist nicht ersicht-lich.

Die Abundanz-Diversität liegt sowohl auf Familienstufe als auch auf Stufe der gesamthaft bestimmten systematischen Einheiten im Wissbach etwas tiefer als in der Urnäsch. Hingegen ist dort die Biomasse-Diversität am höchsten. Insgesamt beherbergt die Urnäsch ein bezüglich Taxazahl und Abundanz ausgewogenes Spektrum an Makroinvertebraten.

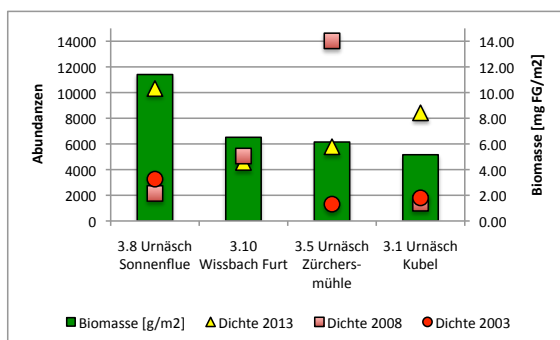


**Fig. 28:** Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Urnäsch.



### 5.4.3 Biomasse und Individuendichte

Die Gesamtindividudichte ist 2013 an der Stelle im Quellbereich der Urnäsch fast doppelt so hoch wie an der Stelle unterhalb der ARA Furt. Sie steigt anschliessend bis Kubel wieder auf etwa zwei Drittel des Ausgangswertes von 11500 Individuen/m<sup>2</sup> an. Im Wissbach liegt sie ähnlich tief wie bei der Stelle Zürchersmühle. Die Untersuchungen der Jahre 2003 und 2008 zeigen, dass die Benthosdichten der Urnäsch stark schwanken. 2003 war sie an der Stelle Zürchersmühle und auch bei Kubel extrem tief. Die geringen Dichtewerte lassen vermuten, dass ein grosser Teil der damals vorausgegangenen Makrozoobenthos- Generationen abgeschwemmt wurden (Hochwasser im September 2002). 2008 wurden dann unterhalb der ARA Furt mit rund 14000 Individuen pro Quadratmeter die höchste in der Urnäsch festgestellte Dichte erreicht. Die Abflussdynamik der Urnäsch mit häufigen Hochwassern führt schon aus natürlichen Gründen zu grossen Schwankungen bei den örtlichen Abundanzen des Makrozoobenthos.

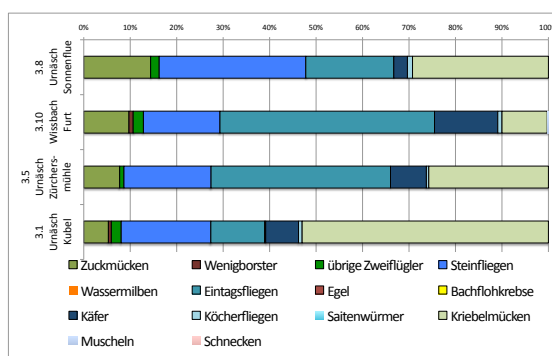


**Fig. 29:** Biomasse 2013 und Gesamtindividudichte 2002-2013 des Makrozoobenthos an den 4 Stellen der Urnäsch und am Wissbach.

Die Biomasse nimmt 2013 vom Quellbereich bis Zürchersmühle sprunghaft von 12 g/m<sup>2</sup> auf 6 g/m<sup>2</sup> ab und sinkt bis Kubel auf den tiefsten Wert (5 g/m<sup>2</sup>) im Einzugsgebiet. Der Verlauf korreliert aber nicht mit der Gesamtdichte der Individuen, was mit der Absenz der grösseren Makroinvertebraten (mehrjährige Perlidae, Perlodidae und grosse Tipulidae) im Mittel- und Unterlauf der Urnäsch zu erklären ist.

### 5.4.4 Zusammensetzung des Makrozoobenthos

Das Spektrum der häufigsten Makrozoobenthosgruppen ist im Einzugsgebiet der Urnäsch sehr einheitlich. Es wird an allen Stellen hauptsächlich von Stein- und Eintagsfliegen sowie von Kriebelmücken dominiert.



**Fig. 30:** Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den vier Stellen im Urnäscheinzugsgebiet.

Das ähnliche Verteilungsmuster an den Stellen weist darauf hin, dass 2013 keine wesentlichen, belastungsbedingten Verschiebungen zu belastungstoleranten Gruppen (z.B. Wenigborster, Egel etc.) auftreten.

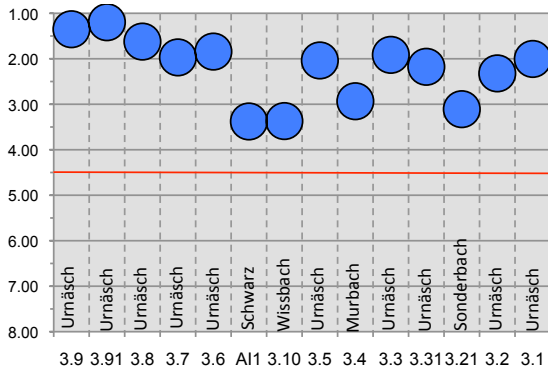
## 5.5 Kieselalgen

Die Kieselalgenuntersuchung zeigt für die Urnäsch bezüglich der Gesamtbelastung (DI-CH) einen „sehr guten“ Zustand und hinsichtlich der organischen Stoffe eine leicht erhöhte Belastung an. Beide Belastungstypen sind in den Zuflüssen höher, erfüllen aber gerade noch die ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung.

### 5.5.1 Gesamtbelastung nach DI-CH

Die Kieselalgen signalisieren für alle untersuchten Gewässer im Einzugsgebiet der Urnäsch die beste Zustandsklasse. Innerhalb der Güteklasse für einen „sehr guten“ Zustand sind die Stellen der Urnäsch im oberen Bereich angesiedelt. Ersichtlich ist aber, dass zwischen den Stellen auf der Schwägalp (3.9, 3.91) und der Stelle vor der Sittermündung (3.1) die Gesamtbelastung leicht aber kontinuierlich zunimmt. Deutlich höhere Indizes haben alle untersuchten Zuflüsse.

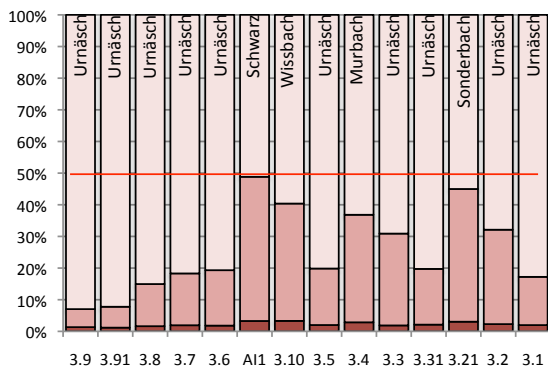
Gemäß dem DI-CH sind sie zwar immer noch in einem „sehr guten“ Zustand, jedoch klar stärker belastet als die Urnäsch. Der Wissbach wird durch die Schwarz mit organischen Stoffen belastet (siehe 5.5.2). Die gezeigten Resultate gelten auch hier nur für ein Zeitfenster von 4-6 Wochen.



**Fig. 31:** Gesamtbelastung der Gewässer nach DI-CH im Einzugsgebiet der Urnäsch 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erfüllt, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall.

**5.5.2 Organische Belastung**

Hinsichtlich der organischen Belastung sind die Gewässer der Gütestufe II zuzuordnen. Sie erfüllen damit ebenfalls das ökologische Ziel der Gewässerschutzverordnung bezüglich der organischen Belastung. Innerhalb der Gütestufe II sind die Zuflüsse der Urnäsch wie Murbach, Wissbach und Sonderbach deutlich höher organisch belastet als die Urnäsch selbst.



**Fig. 32:** Biologisch wirksame, organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet der Urnäsch 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.

Die Schwarz aus dem Appenzell Innerrhodischen bringt eine erhebliche Fracht an gelösten

organischen Stoffen, die auch den Wissbach belastet. Sie entwässert ehemalige Moorböden die natürlicherweise mehr gelöste organische Stoffe abgeben.

Der Sonderbach, in welchen das Abwasser der ARA Hundwil eingeleitet wird, erreicht das ökologische Ziel bezüglich der organischen Belastung nur knapp. Die organische Fracht aus dem Sonderbach wirkt sich auch in der Restwasserstrecke der Urnäsch aus. Keinen Effekt zeigt das Abwasser unterhalb der Kläranlagen Schwägälp, Urnäsch und Waldstatt (entwässert über den Badtobelbach in die Urnäsch).

**5.6 Gesamtbeurteilung**

Auch im Einzugsgebiet der Urnäsch weisen die biologischen Indikatoren insgesamt auf bessere Verhältnisse hin als dies aus den chemischen Stichproben hervorgeht. Der Kieselalgenindex DI-CH zeigt für alle untersuchten Stellen eine „sehr gute“ Gewässergüte an. Innerhalb dieser Gütestufe sind aber diejenigen Stellen am schlechtesten, die auch im äusseren Aspekt und hinsichtlich des chemischen Zustandes die Anforderungen oder Ziele der GSchV nicht oder nur knapp erfüllen. Dabei handelt es sich ausschliesslich um Zuflüsse der Urnäsch wie Wissbach, Schwarz, Murbach und Sonderbach. An diesen Gewässern reagieren die Kieselalgen stärker hinsichtlich der organischen Belastung. Sie zeigen Belastungsverhältnisse an, die nur knapp die ökologischen Ziele der GSchV erreichen. Die Zusammensetzung der Makroinvertebraten unterscheidet sich qualitativ an den untersuchten Stellen kaum. Der IBCH und der Makroindex zeigen an allen untersuchten Stellen eine „gute“ (Makroindex) bis „sehr gute“ (IBCH) biologische Gewässergüte an.

Die Urnäsch erfüllt die Anforderungen bezüglich des chemischen Zustandes vollumfänglich. Die Nitrat-, Nitrit-, Ammonium- und DOC-Gehalte entsprechen den Zustandsklassen „sehr gut“ und „gut“. Dies gilt auch für den Gesamtphosphor. Die Phosphatkonzentrationen lagen unterhalb der ARA Urnäsch bis zur Stelle Kubel bei mindestens einer von 3 Stichproben in der Zustandsklasse „mässig“ bis „unbefriedigend“

und erreichen das ökologische Ziel der GSchV noch nicht. In den Zuflüssen sind die Anforderungen nur im Wissbach nicht erfüllt. Bei mindestens einer der drei Stichproben waren diese bezüglich DOC und Nitrit nicht eingehalten. Auch ist beim äusseren Aspekt das Vorkommen von heterotrophem Bewuchs anlässlich der Frühjahrsprobenahmen in der Schwarz, im Wissbach und in der Urnäsch unterhalb der Wissbachmündung sowie im Sonderbach unterhalb der ARA Hundwil zu bemängeln. Dieser vermag sich vor allem im Winter bei Niederwasserhältnissen bilden.

Auch wird erkennbar, dass die Restwasserbedingungen zwischen der Fassung des KW Kubel (Stelle 3.3) und der Messstelle Kubel (Stelle 3.1) im Sommer häufig zu einer zusätzlichen Erwärmung der Urnäsch führen.

### 6 Einzugsgebiet Sitter

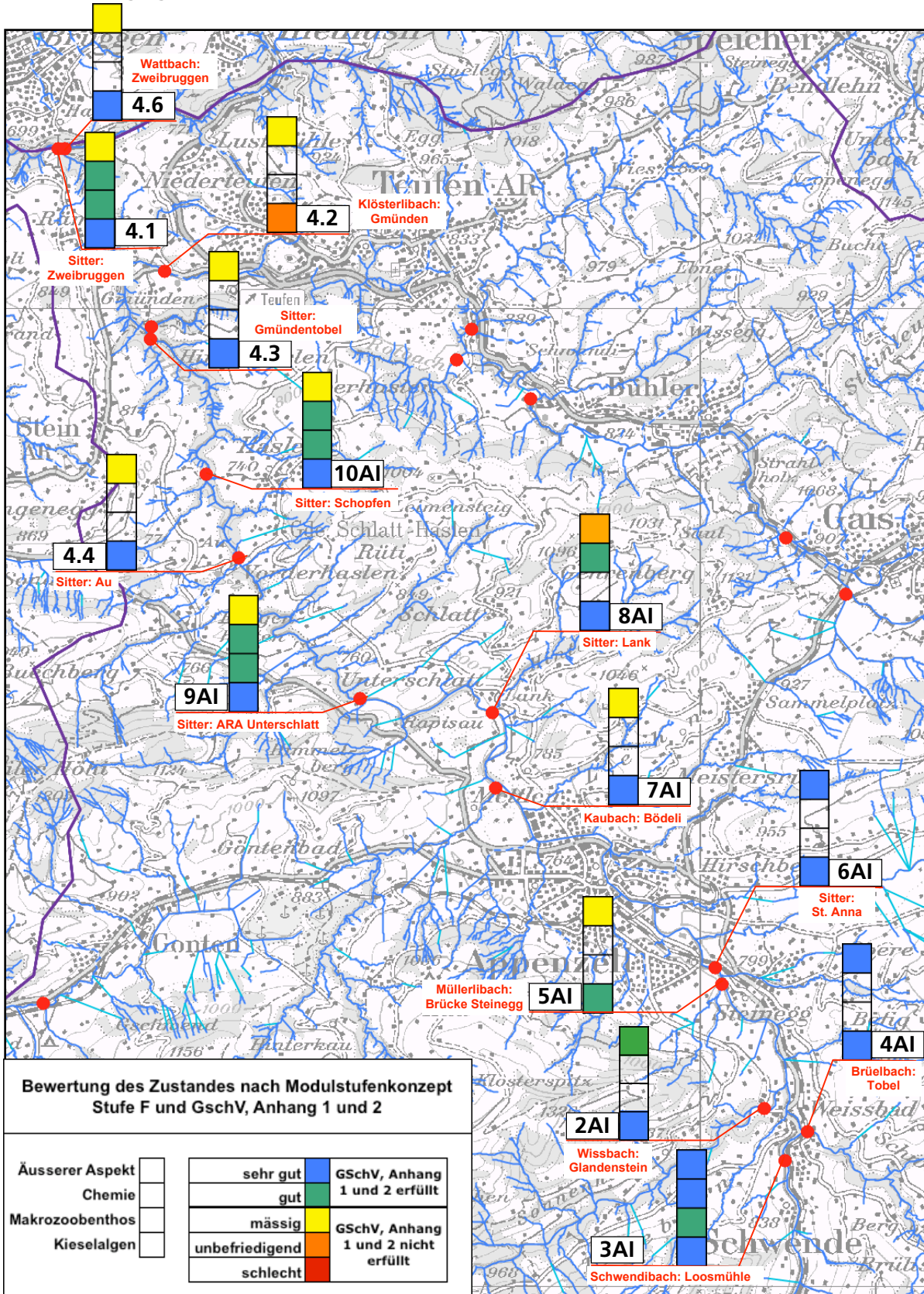


Abb. 6: Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Sitter gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2 GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.

### 6.1 Hydrologie

Die Einordnung der chemischen und biologischen Befunde erfordert die Berücksichtigung der und zum Zeitpunkt der Probenahmen herrschenden, hydrologischen Rahmenbedingungen. Aus diesem Grund werden einleitend die Abfluss- und Temperaturverhältnisse beschrieben und das Abflusssystem aufgezeigt.

#### 6.1.1 Abflussverhältnisse

Das Einzugsgebiet der Sitter erstreckt sich über beide Kantone wobei, ohne Einbezug des Rotbachs der grösste Teil im Kanton Appenzell Innerrhoden liegt. Bei der Frühlingssmesskampagne zwischen dem 5. und 17. April 2013 herrschten Abflussverhältnisse, die zwischen Hoch- und Mittelwasserabfluss variierten. Die Sommerproben wurden zwischen dem 27. Juni und 7. Juli ebenfalls bei Mittelwasserabfluss genommen. Im Herbst ging der Probenahme zwischen dem 29. und 30. September eine längere Trockenphase voraus, was in der Sitter und den Zuflüssen zu Abflussverhältnissen führte, die rund dem doppelten  $Q_{347}$  entsprechen.

Einzugsgebiet Sitter							
		Frühjahr		Sommer		Herbst	
		Datum	Q	Datum	Q	Datum	Q
2AI	Wissbach	17.04.13	3.429	07.07.13	0.531	30.09.13	0.444
3AI	Schwendibach	11.04.13	1.014	02.07.13	2.320	29.09.13	0.000
4AI	Brüelbach	11.04.13	0.716	07.07.13	0.409	30.09.13	0.173
5AI	Müllerlibach	11.04.13	0.064	07.07.13	0.026	30.09.13	0.016
6AI	Sitter	17.04.13	9.430	07.07.13	2.725	29.09.13	1.074
7AI	Kaubach	10.04.13	0.536	07.07.13	0.194	29.09.13	0.056
LH2112	Sitter, Appenzell	10.04.13	1.980	02.07.13	3.480	29.09.13	1.380
		Q1	33.40		33.40		33.40
		Qm	3.51		3.51		3.51
		Q347	0.55		0.55		0.55
8AI	Sitter	10.04.13	1.980	02.07.13	3.371	29.09.13	0.973
9AI	Sitter	10.04.13	2.965	02.07.13	3.003	29.09.13	1.555
10AI	Sitter	17.04.13	3.631	27.06.13	2.287	29.09.13	0.077
4.4	Sitter	05.04.13	0.369				
4.3	Sitter	05.04.13	0.464				
4.2	Klösterlibach	05.04.13	0.043				
4.6	Wattbach	05.04.13	0.230				
4.1	Sitter	05.04.13	3.914	27.06.13	3.486	29.09.13	0.563
LH2468	Sitter ohne Urnäsch, St.Gallen, Bruggen	05.04.13	8.530	02.07.13	9.130	29.09.13	3.214
		Q1	73.70		73.70		73.70
		Qm	7.48		7.48		7.48
		Q347	1.99		1.99		1.99

Tab. 19: Abflussbedingungen zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den langjährigen Kennwerten  $Q_1$ ,  $Q_m$ , und  $Q_{347}$  an den Stellen Sitter Appenzell (LH 2308) und Sitter Bruggen/Au (LH2468).

Somit wurde zumindest eine Probe (Herbstprobe) bei Trockenwetterverhältnissen genommen.

#### 6.1.2 Untersuchtes Gewässersystem

Das Gewässersystem der Sitter wurde an 14 Probenahmestellen untersucht. Ausgenommen davon ist der Rotbach, der als separates Einzugsgebiet behandelt wird.

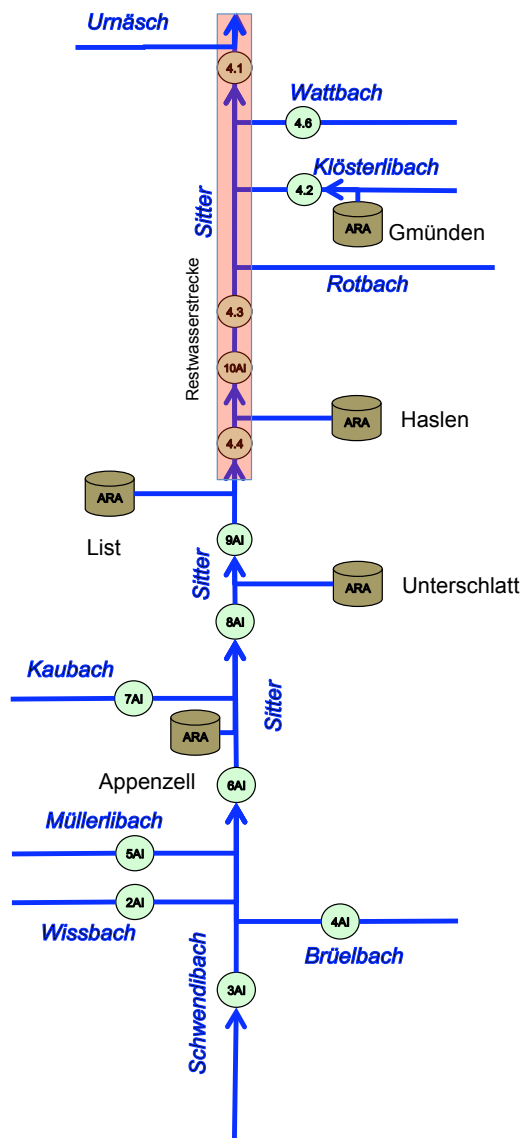


Fig. 33: Gewässersystem, Probenahmestellen und ARA-Einleitungen im Einzugsgebiet des Sitter (ohne EZG Rotbach).

Nimmt man die drei Quellflüsse Schwendibach, Brüelbach und Wissbach dazu, so liegen 10 Stellen direkt an der Sitter und 4 an den Zuflüssen. Im Kanton Appenzell Innerrhoden liegen 9, im Gebiet des Kantons Appenzell Ausserr-

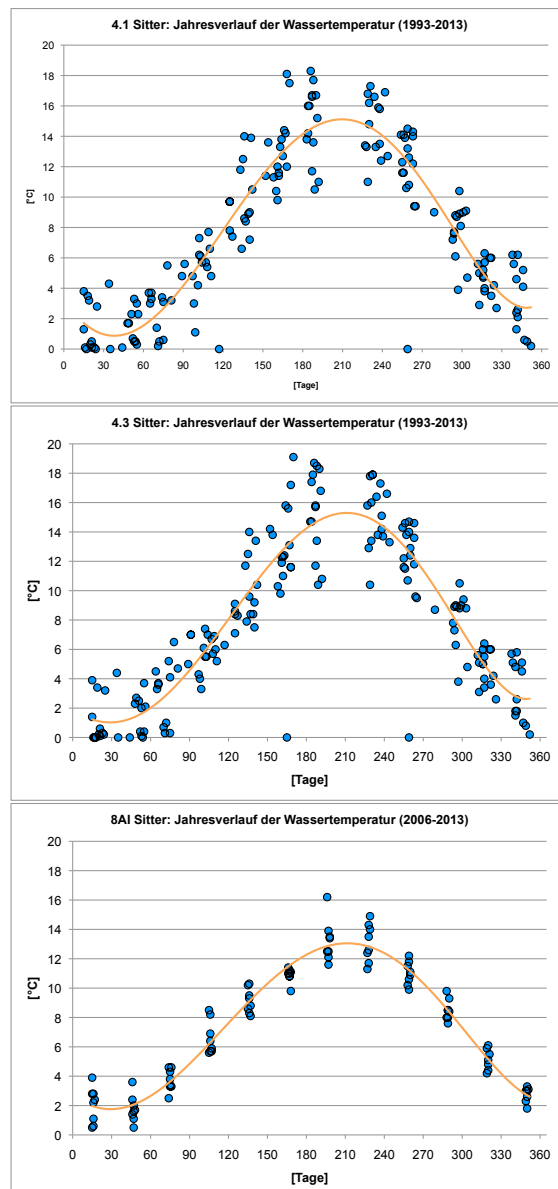
hoden 5 Stellen. Im Einzugsgebiet befinden sich aktuell 4 Kläranlagen. Die ARA Unterschlatt wurde im Lauf der Untersuchung aufgehoben. Das Abwasser wird heute der ARA Appenzell zugeleitet. Die ARA List reinigt das Sickerwasser der dort gelegenen Deponie. Alle andern Kläranlagen behandeln Siedlungsabwasser.

### 6.1.3 Temperaturverhältnisse

Langfristige Aufzeichnungen der Temperaturverhältnisse sind von der Sitter an den Stellen 8AI, 4.3 und 4.1 vorhanden. Im Gegensatz zu den Stichprobenmessungen bei den ausserrhodischen Stellen, wurden für die Stelle 8AI die Temperaturdaten der in der Nähe liegenden, hydrometrischen Messstelle der Landeshydrologie genutzt. Verwendet wurden die Monatsmittelwerte der letzten 8 Jahre.

Die Sitter erwärmt sich im Sommer auf der Fliessstrecke zwischen Appenzell und Zweibruggen um rund 2°C. Die Erwärmung erfolgt vor allem innerhalb der Restwasserstrecke zwischen der Fassung List und dem Zufluss des Rotbaches. Zwischen der Rotbачmündung und Zweibruggen unterscheiden sich die mittleren Sommermaxima nicht. Hingegen dämpft der Rotbach die Tagesmaxima im Sommer, welche oberhalb des Zuflusses um rund 1°C höher liegen. Wassertemperaturen, die für Salmoniden kritisch sind (>20-26°C) werden aber an keiner Stelle erreicht. Auch im Hitzesommer 2003 stieg die Wassertemperatur nie über 20°C.

Die mittlere Jahresamplitude liegt an der Stelle Appenzell bei ca. 11°C, an den Stellen im Restwasserbereich bei 14°C. Der sommerliche Temperaturbereich umfasst in der Restwasserstrecke rund 9°C. Die Monatsmittelwerte variieren bei Appenzell um 5°C. Im Winter kühlt die Sitter auf der Restwasserstrecke um ca. 1°C stärker aus als unter Vollabflussbedingungen wie sie bei Appenzell herrschen.



**Fig. 34:** Jahresgang der Wassertemperatur (1993-2013) in der Sitter an den Stellen 8AI (Monatsmittelwerte 2006-2013), 4.3 und 4.1.

## 6.2 Äusserer Aspekt

Im Einzugsgebiet der Sitter sind die Gewässer im Äusseren Aspekt wenig beeinträchtigt. Äussere Anzeichen von Belastungen waren in der Sitter unterhalb der ARA Appenzell (leichte Trübung, sichtbarer heterotropher Bewuchs) und in der gesamten Restwasserstrecke zu sehen. Die Anzeichen traten hauptsächlich im Frühjahr in Erscheinung. Solche wurden auch im Klösterlibach unterhalb der ARA Teufen und im Müllerlibach festgestellt.

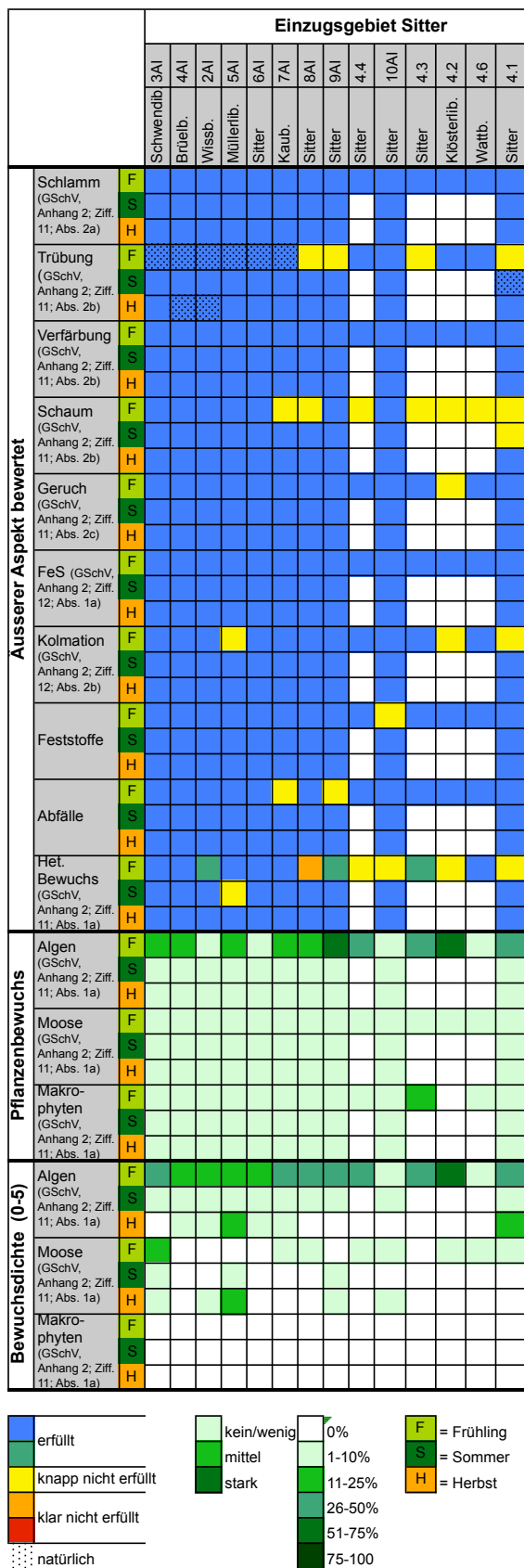


Fig. 35: Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Sitter.

Der pflanzliche Bewuchs der Gewässersohle war im Frühjahr deutlich dichter als im Rest des Jahres. Hochwasser und die fast überall locker geschichteten Gewässersohlen liessen keinen starken Aufwuchs entstehen. Die höchsten Bewuchsdichten (50-75%) traten im Frühjahr in der Sitter bei Unterschlatt (9AI) und im Klösterlibach auf. Der Bewuchs war aber an keiner Stelle unnatürlich im Sinne der Anforderungen der GSchV.

### 6.3 Chemische Parameter

#### 6.3.1 Zustand 2013

Aufgrund der Stichprobenresultate muss angenommen werden, dass die Sitter von Appenzell an abwärts häufig in stärkerem Masse mit Phosphat belastet wird. Die Konzentrationswerte entsprechen den „mässigen“ bis „schlechten“ Zustandsklassen. DOC, Ammonium, Nitrat, Nitrit und Gesamtphosphor zeigen dagegen im gesamten Sitterlauf einen „guten“ bis „sehr guten“ Zustand an.

#### Phosphorbelastung

Der Gesamtphosphor entspricht im Sitteroberlauf bis unterhalb der 2013 aufgehobenen ARA Unterschlatt der Zustandklasse „sehr gut“.

Gewässer	Ort	PO4-P [mg/l]			Ptot [mg/l]		
		F	S	H	F	S	H
Schwendibach	Loosmühle	0.010	0.030	<0.01	<0.04	<0.04	<0.04
Sitter	Lank	0.010	0.020	0.020	<0.04	<0.04	<0.04
Sitter	ARA Unterschlatt	0.020	0.020	0.020	<0.04	<0.04	<0.04
Sitter	Schopfen	0.010	0.040	0.060	<0.04	<0.04	0.080
Sitter	Zweibrücken	0.010	0.040	0.030	<0.04	0.050	<0.04

Tab. 20: Beurteilung der Phosphorbelastung im Einzugsgebiet der Sitter.

Dies ändert sich an den folgenden Stellen sitteabwärts. An der Stelle Schopfen unterhalb der ARA List ist die Konzentration des Gesamtphosphor „mässig“ und des Phosphat „unbefriedigend“. Vor der Kantonsgrenze bei Zweibruggen liegen die Phosphatgehalte im „mässigen“ und der Gesamtphosphors wieder im „guten“ bis „sehr guten“ Bereich.

#### Nitrat- und DOC-Belastung

Die Nitrat und DOC-Gehalte sind im gesamten

Sitterabschnitt tief, wie es bei einem Voralpenfluss auch zu erwarten ist. Sie liegen in den Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“. Innerhalb dieser Klassen nimmt die Belastung in Fließrichtung zu. Bei der Stelle Zweibruggen wurde der höchste Nitratwert gemessen.

Nr.	Gewässer	Ort	NO3-N [mg/l]			DOC (mg/l)		
			F	S	H	F	S	H
3AI	Schwendibach	Loosmühle	0.7	0.4	0.5	0.73	0.43	0.51
8AI	Sitter	Lank	0.6	0.6	1.4	2.20	1.30	1.10
9AI	Sitter	ARA Unterschlat	0.8	0.7	1.2	2.10	0.92	1.00
10AI	Sitter	Schopfen	0.6	0.7	1.5	1.00	1.50	1.40
4.1	Sitter	Zweibrücken	1.5	0.9	2.1	2.20	2.20	1.80

Tab. 21: Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im Einzugsgebiet der Sitter.

**Nitrit- und Ammoniumbelastung**

Die Sitter ist wenig mit Ammonium und Nitrit belastet und diesbezüglich in einem „guten“ bis „sehr guten“ Zustand“.

Nr.	Gewässer	Ort	NO2-N [mg/l]*			NH4-N [mg/l]**		
			F	S	H	F	S	H
3AI	Schwendibach	Loosmühle	0.002	<0.005	<0.005	0.020	<0.01	0.010
8AI	Sitter	Lank	<0.005	0.012	0.014	<0.01	0.010	0.030
9AI	Sitter	ARA Unterschlat	<0.005	0.011	0.008	0.020	0.020	0.020
10AI	Sitter	Schopfen	0.004	0.004	0.006	0.050	0.020	0.030
4.1	Sitter	Zweibrücken	0.007	0.003	0.002	0.010	0.010	0.020

Tab. 22: Beurteilung der Nitrit- und Ammonium-Belastung im Einzugsgebiet der Sitter unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur.

**6.3.2 Entwicklung bis 2013**

Die Entwicklung der chemischen Belastung im Einzugsgebiet der Sitter wird anhand der Daten 1993-2013 an den Stellen 4.1 und 4.3 analysiert. Die Stellen sind repräsentativ für die langfristige Entwicklung im gesamten Einzugsgebiet. Die Sitter ist heute noch zu stark mit Phosphor belastet (Orthophosphat und vermutlich auch bezüglich dem Gesamtphosphor). Bei einzelnen Stichproben sind auch die Anforderungen für Nitrit knapp nicht erfüllt. Hinsichtlich der Parameter Ammonium, Nitrat und BSB<sub>5</sub> sind die Anforderungen der GSchV eingehalten.

**Ammonium**

Die Belastung der Sitter mit Ammonium hat sich seit Beginn regelmässiger Probenahmen im Jahr 1997 nicht verändert. Sie lag grösstenteils weit

unterhalb der kritischen Werte. Grenzwertüberschreitungen kamen im gesamten Zeitraum nie vor. Die Spitzenbelastungen innerhalb der Zustandsklasse „gut“ traten in der Restwasserstrecke vor dem Zufluss des Rotbaches etwas häufiger auf als an der Stelle 4.1 Zweibruggen, was auf die natürliche Nitrifizierung und wahrscheinlich auch auf einen gewissen Verdünnungseffekt durch den Rotbach hinweist. Seit 1993 konnten die Anforderungen der GSchV immer eingehalten werden und seit 2012 liegen die Ammoniumwerte an der Grenze zum Kanton St. Gallen immer in der Zustandsklasse „sehr gut“.

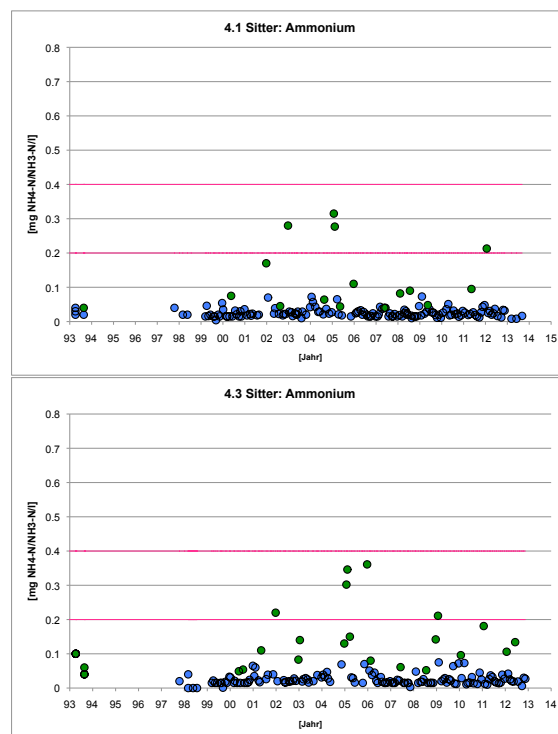


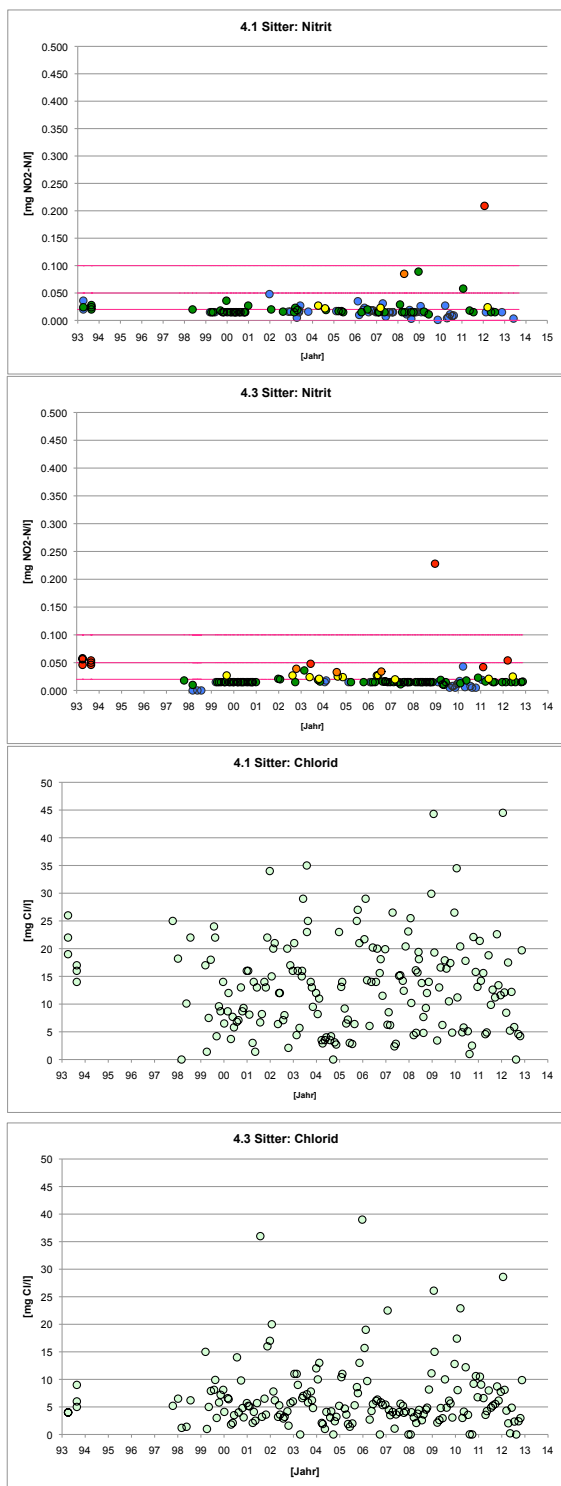
Fig. 36: Verlauf der Ammoniumkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen der Sitter vor dem Zufluss des Rotbaches (4.3) und nach dem Zufluss des Wattbaches (4.1)

**Nitrit**

Der Anteil der Nitritwerte in den Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“ umfasste in der Vergangenheit an der Stelle 4.1 deutlich mehr als 80% der Stichproben. Dagegen wurden in der Restwasserstrecke vor dem Zusammenfluss mit dem Rotbach die Anforderungen der GSchV



häufig nicht eingehalten.



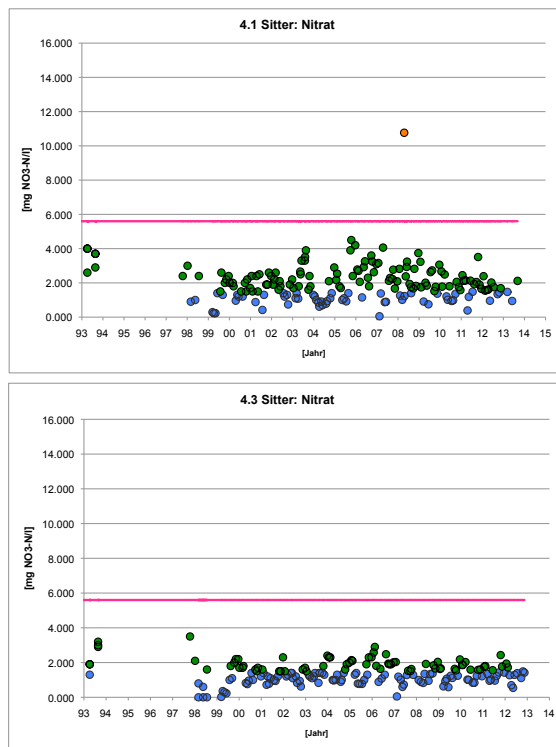
**Fig. 37:** Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Sitter 4.1 und 4.3.

Die Konzentrationen blieben meist innerhalb der Zustandsklasse „mässig“ vereinzelt erreichten sie aber auch die Klassen „unbefriedigend“ und „schlecht“.

Die Toxizität des Nitrits wird an der Stelle 4.1 hauptsächlich durch höhere Chloridkonzentrationen (bis zu 45 mg Cl/l) herabgesetzt, welche aus dem Rotbach stammen. Oberhalb der Rotbachmündung sind die Chloridgehalte meist deutlich tiefer.

**Nitrat**

Die Nitratkonzentrationen erfüllten über den gesamten Zeitraum von 1993 bis 2013 die Anforderungen der GSchV sowohl in der Restwasserstrecke vor dem Rotbachzufluss (Stelle 4.3) als auch bei der Stelle 4.1 Zweibruggen. Die einzige Grenzwertüberschreitung trat 2008 auf. Über den gesamten Zeitraum gesehen liegt der Nitratgehalt nach dem Zufluss des Rotbaches höher als oberhalb.

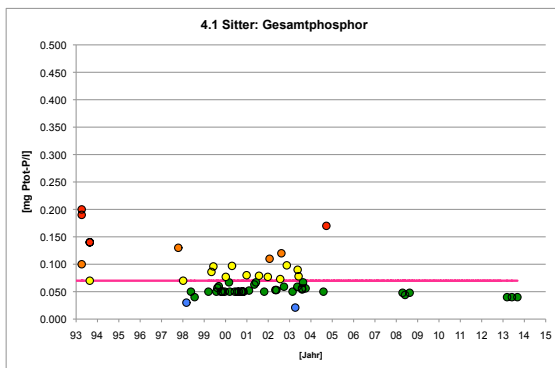


**Fig. 38:** Verlauf der Nitratkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Sitter 4.1 (Zweibruggen) und 4.3 (vor der Rotbachmündung).

**Gesamtphosphor**

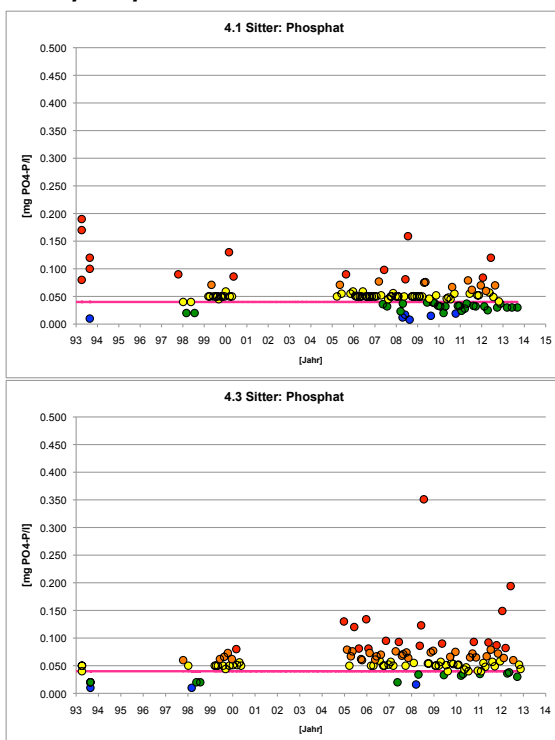
Der Gesamtphosphor wurde an der Stelle 4.1 seit 2005 nur noch im Rahmen der fünfjährigen Untersuchungsprogramme erhoben. Bis zu diesem Zeitpunkt wurde das entsprechende ökologische Ziel oft nicht erreicht. Die Gesamtphosphorkonzentrationen der Stichproben la-

gen in den Jahren 2008 und 2013 innerhalb der Zustandklasse „gut“ und erfüllten damit die Zielwerte der GSchV.



**Fig. 39:** Verlauf der Gesamtphosphor-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Sitter-Stelle 4.1 an der Sitter.

### Orthophosphat



**Fig. 40:** Verlauf der Phosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Sitter 4.3 und 4.1.

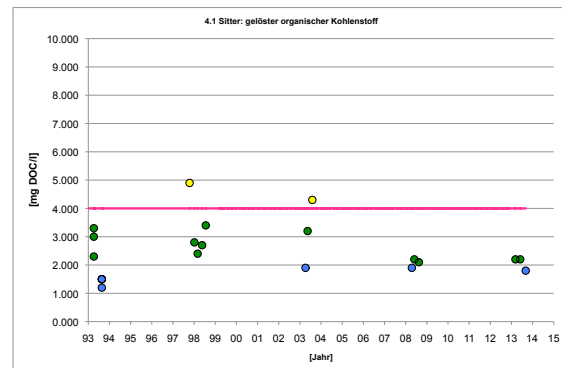
Bezüglich der Orthophosphat-Konzentrationen werden die Zielvorgaben nach dem Modul chemisch-physikalische Erhebungen auch in jüngerer Zeit regelmässig überschritten. Vor der Rotbachmündung (Stelle 4.3) sind die Konzentrationen deutlich höher als an der Stelle 4.1 bei Zweibruggen, was hauptsächlich auf den Verdünnungseffekt durch den Rotbach zurück-

zuführen ist.

Die Mehrheit der Stichproben weisen an beiden Stellen Konzentrationen in den Zustandsklassen „mässig“ bis „schlecht“ auf. Die Regelmässigkeit und das Ausmass der Zielwertüberschreitungen deuten auf die Belastung durch Siedlungsabwasser hin.

### Gelöster organischer Kohlenstoff

Der DOC-Gehalt ist im Zeitraum 1993 bis 2013 insgesamt gesunken. In den letzten beiden Untersuchungsperioden wurden keine Grenzwertüberschreitungen mehr festgestellt. Die DOC-Konzentrationen lagen zuletzt im Grenzbereich der beiden Zustandsklassen „gut“ und „sehr gut“.



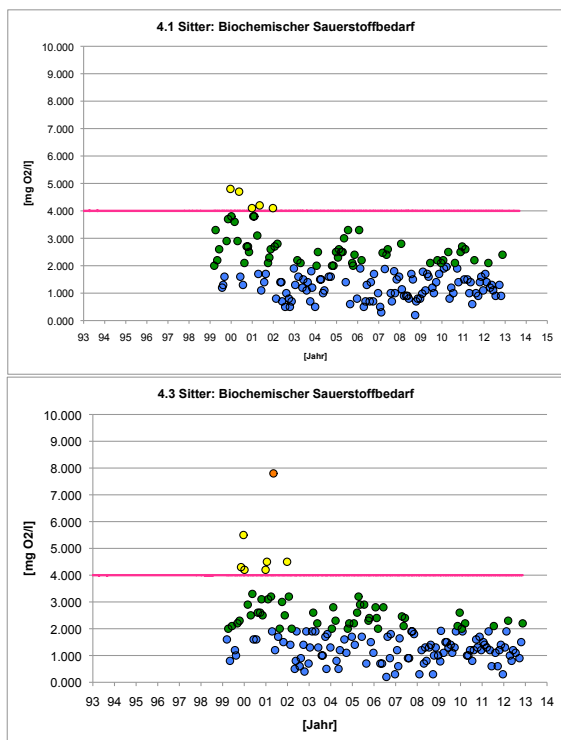
**Fig. 41:** Verlauf des DOC im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Sitter 4.3 und 4.1.

### Biochemischer Sauerstoffbedarf

Der biochemische Sauerstoffbedarf ( $BSB_5$ ) hat seit Beginn der Messreihen im Jahr 1999 ebenfalls stetig abgenommen. Zwischen 1999 und 2002 wurde die Anforderung der GSchV vereinzelt noch nicht erfüllt. Seit 2002 wurde sowohl an der Stelle 4.3 vor der Rotbachmündung, als auch bei der Stelle 4.1 bei Zweibruggen die Anforderung bezüglich dem  $BSB_5$  immer eingehalten und die Konzentrationen verschoben sich immer mehr von der Zustandklasse „gut“ zur Klasse „sehr gut“. Die  $BSB_5$ -Werte lagen zuletzt mehrheitlich in der Zustandklasse „sehr gut“.

Der langzeitliche Trend des  $BSB_5$  entspricht demjenigen des DOC. Andere sauerstoffzehrende Substanzen wie Ammoniak und Nitrit zeigen einen andern Verlauf. Folglich resultiert

der BSB<sub>5</sub> hauptsächlich aus leicht abbaubaren, organischen Kohlenstoffverbindungen.



**Fig. 42:** Verlauf der Konzentration des biologischen Sauerstoffbedarfes (BSB<sub>5</sub>) im Zeitraum 1999-2013 an den Stellen Sitter 4.3 und 4.1.

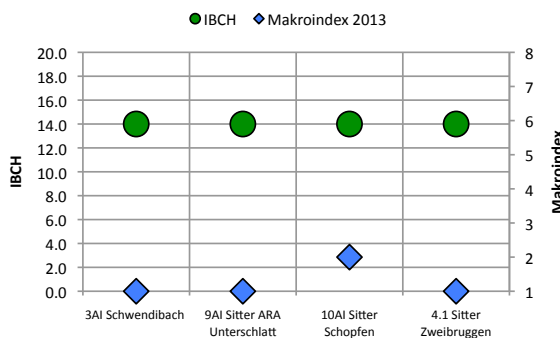
### 6.4 Makrozoobenthos

Die biologischen Güteindizes für das Makrozoobenthos IBCH und Makroindex zeigen für die gesamte Sitterstrecke einen guten Zustand an. Im Oberlauf ist an der leicht tieferen Diversität ein schwacher Einfluss der Kläranlage Appenzell erkennbar. Im weiteren Verlauf auf ausserrhodischem Gebiet ist durch die Kläranlagen List, den Zustand des Rotbaches und die Kläranlage Teufen, welche über den Klösterlibach in die Sitter entwässert, kein Einfluss erkennbar. Das Makrozoobenthos der Sitter entspricht in der Zusammensetzung einem unbelasteten bis wenig belasteten Gewässer. Das vorgefundene Taxaspektrum deckt sich weitgehend mit der natürlicherweise in der Sitter zu erwartenden Taxazusammensetzung.

#### 6.4.1 IBCH und Makroindex

In der Sitter streut der Makroindex 2013 zwischen 1 und 2. Der IBCH liegt bei allen 4 Stellen bei 14. Beide Indizes signalisieren damit für

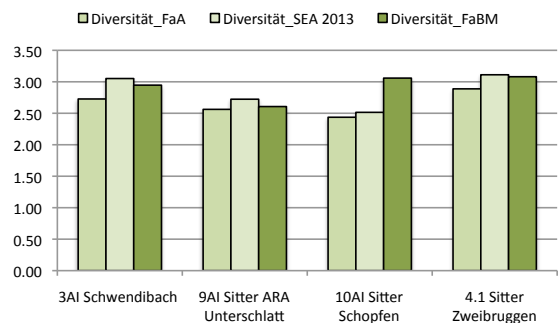
die Sitter einen „guten“ bis „sehr guten“ biologischen Zustand. Dies gilt insbesondere auch für die Stelle 4.1 Sitter Zweibruggen, die in der Restwasserstrecke liegt. Oberhalb dieser Stelle mündet der Klösterlibach mit dem gereinigten Abwasser der ARA Teufen ein.



**Fig. 43:** IBCH und Makroindex 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Sitter.

Im innerrhodischen Sitterabschnitt haben die Einleitungen aus den beiden Kläranlagen Appenzell und Unterschlatt keinen Einfluss auf die biologischen Indizes. Die ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung, welche die Lebensgemeinschaft betreffen, sind auf der gesamten Sitterstrecke erreicht.

#### 6.4.2 Diversität H



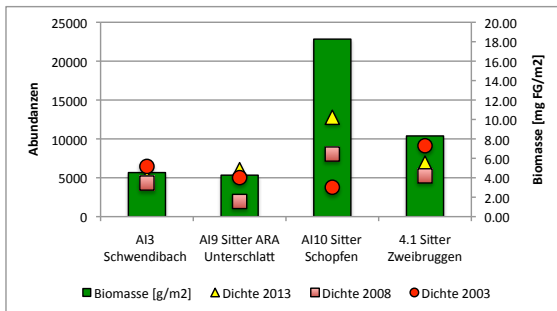
**Fig. 44:** Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Sitter.

Die Vielfalt des Makrozoobenthos unterscheidet sich im gesamten Gewässerverlauf kaum. Der leichte Diversitätsverlust bei der Stelle 9AI unterhalb der beiden Kläranlagen Appenzell und Unterschlatt kann mit dem Einfluss der Abwasser erklärt werden. Dieser hält zumindest bezüglich der Familien-Diversität (FaA) und der Diversität der systematischen Einheiten (SEA) bis zur

Stelle 10AI bei Schopfen an. Die Biomassediversität (FaBM) erholt sich etwas schneller und verändert sich bis Zweibruggen an der ausserrhodisch-st.gallischen Kantonsgrenze nicht mehr. Insgesamt beherbergt die Sitter ein bezüglich Taxazahl und Abundanz ausgewogenes Spektrum an Makroinvertebraten.

**6.4.3 Biomasse und Individuendichte**

Die Gesamtindividuendichte liegt 2013 im Bereich der früheren Untersuchungen. Der Einfluss des Hochwassers von 2002 hatte auf die Dichte des Benthos 2003 kaum einen Einfluss. Auch 2008 lag sie generell auf gleichem Niveau, wobei sie von Stelle zu Stelle etwas stärker schwankte. 2013 sind die Dichtezahlen mit denen der früheren Untersuchungen vergleichbar. Bei allen Untersuchungen zeigt sich, dass im Oberlauf der Sitter bis zur Stelle 9AI das Makrozoobenthos weniger produktiv ist als im folgenden Abschnitt bis Zweibruggen.



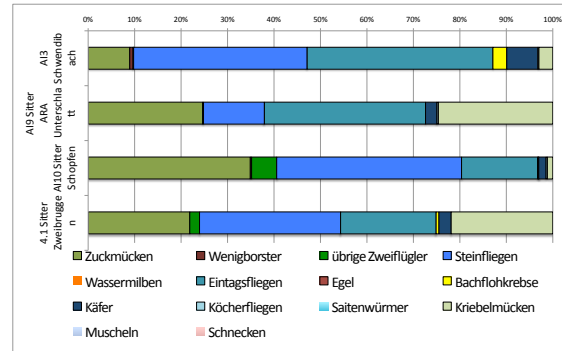
**Fig. 45:** Biomasse 2013 und Gesamtindividuendichte 2003-2013 des Makrozoobenthos an den 4 Stellen der Sitter.

2013 ist die hohe Biomasse bei der Stelle 10AI kurz vor der Kantonsgrenze zu Appenzell Ausserrhoden auffällig. Sie wird vor allem durch die grosse Zahl von übrigen Zweiflüglern der Familie Athericidae hervorgerufen, welche an den andern Stellen nur marginal vorkommt.

**6.4.4 Zusammensetzung des Makrozoobenthos**

Das Spektrum der Makroinvertebraten ist an allen Stellen der Sitter sehr ähnlich und für ein natürliches, höchstens schwach belastetes Gewässer so zu erwarten. Es wird von Zuckmücken, Eintags- und Steinfliegen dominiert. An den Stellen 9AI und 4.1 treten zudem noch

Kriebelmücken in grösserer Häufigkeit auf. Im Abschnitt Schopfen bis Zweibruggen erscheinen neu die bereits erwähnten übrigen Zweiflügler (Athericidae). Eigentliche Belastungszeiger wie massenhaft vorkommende Wenigborster oder Egel kommen an keiner Stelle vor.



**Fig. 46:** Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den vier Stellen im Sittereinzugsgebiet.

**6.5 Kieselalgen.**

Mit Ausnahme des Klösterlibaches erreicht der DI-CH an allen untersuchten Gewässerabschnitten das entsprechende ökologische Ziel der GSchV. Der Klösterlibach ist durch die ARA Teufen in höchstem Masse belastet was sich in der schlechtesten 2013 ermittelten Zustandsklasse ausdrückt. Bezüglich der organischen Belastung erreichen der Kaubach, der Klösterlibach und die Sitter in der Restwasserstrecke vor dem Rotbach das ökologische Ziel der GSchV mehr.

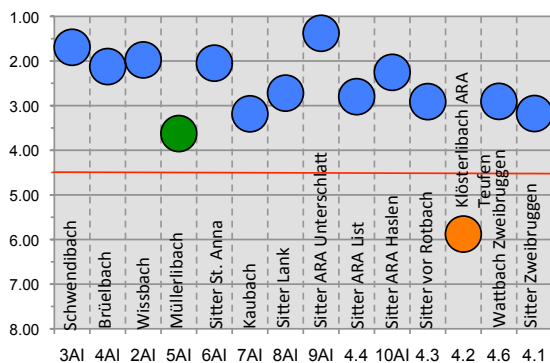
**6.5.1 Gesamtbelastung gemäß DI-CH**

Der Kieselalgenindex (DI-CH) zeigt für die Sitter einen „sehr guten“ Zustand. Lediglich der Mül-lerlibach (5AI) scheint im Vergleich zur Sitter moderat belastet zu sein. Er entspricht aber immer noch einem „guten“ Zustand. Ersichtlich ist auch, dass die Sitter auf der Fliesstrecke zwischen Schwende AI (Schwendibach) und Zweibruggen (AR) auf schwachem Niveau kontinuierlich belastet wird.

Hingegen ist der Klösterlibach unterhalb der ARA Teufen stark belastet und daher in einem „unbefriedigenden“ Zustand. Das ökologische Ziel der GSchV ist hier klar nicht erreicht.

Generell sind auch im Sittereinzugsgebiet die

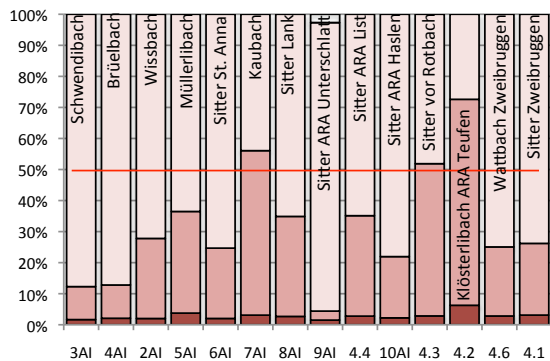
Zuflüsse etwas stärker belastet als die Sitter selbst, erreichen aber mit Ausnahme des Klösterlibaches das ökologische Ziel der GSchV noch gut.



**Fig. 47:** Gesamtbewertung der Gewässer nach DI-CH im Einzugsgebiet der Sitter 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erreicht, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall.

### 6.5.2 Organische Belastung

Die Auswertung der Kieselalgendaten hinsichtlich der organischen Belastung ergibt für die Gewässer im Sittereinzugsgebiet ein differenzierteres Bild als beim DI-CH. Die Sitter wird bei Weissbad bereits durch den Wissbach mit organischen Stoffen belastet. Der Anteil der belastungssensiblen Kieselalgengruppe sinkt von knapp 90% auf 70% ab. Dieser Anteil nimmt über kurze Streckenabschnitte wieder etwas zu, überschreitet aber vor dem Zusammenfluss mit dem Rotbach die zulässige Schwelle. An der Stelle 4.1 bei Zweibruggen sinkt die organische Belastung wieder auf ein Belastungsniveau, wie es oberhalb Appenzell festgestellt wurde.



**Fig. 48:** Organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet der Sitter 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erreicht, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.

Übereinstimmend mit dem DI-CH zeigt der Klösterlibach eine hohe organische Belastung und erreicht folglich auch das diesbezügliche ökologische Ziel nicht. Auch im Kaubach ist die organische Belastung zu hoch. Die organischen Stoffe aus den Kläranlagen Appenzell (Sitter-Lank) und der Deponie List erhöhen die organische Belastung in der Sitter über eine kurze Strecke.

## 6.6 Gesamtbeurteilung

### 6.6.1 Aktueller Zustand

Im Sittereinzugsgebiet weisen die biologischen Indikatoren insgesamt auf einen „guten“ bis „sehr guten“ Gewässerzustand hin. Gemäß dem Kieselalgenindex DI-CH ist die Gewässergüte in an allen Sitterstellen „sehr gut“ und im Müllerlibach „gut“. Im Klösterlibach unterhalb der ARA Teufen ist der DI-CH jedoch „unbefriedigend“.

Hinsichtlich der organischen Stoffe zeigen die Kieselalgen im Kaubach und Klösterlibach sowie in der Sitter vor der Rotbachmündung eine zu hohe Belastung an. Die entsprechenden ökologischen Ziele der GSchV sind an diesen Stellen nicht eingehalten. Insgesamt reagieren die Kieselalgen stärker hinsichtlich der organischen Belastung als auf die Gesamtbewertung.

Die Zusammensetzung der Makroinvertebraten unterscheidet sich an den untersuchten Stellen qualitativ kaum. Der IBCH und der Makroindex zeigen an allen Stellen eine „gute“ (IBCH, Makroindex) bis „sehr gute“ (Makroindex) biologische Gewässergüte an.

Die Anforderungen bezüglich des chemischen Zustandes werden 2013 in der Sitter und im Schwendibach vollumfänglich erfüllt. Die Nitrat-, Nitrit-, Ammonium- und DOC-Gehalte liegen innerhalb der Zustandsklassen „sehr gut“ und „gut“. Dies gilt, mit Ausnahme der Stelle 10AI (Sitter Schopfen), auch für den Gesamtphosphor und das Phosphat. An dieser Stelle lagen die Gesamtphosphor- und Phosphatkonzentrationen bei mindestens einer von drei Stichproben in der Zustandklasse „mässig“ und „unbefriedigend.“

### 6.6.2 Entwicklung seit 1993

Die biologischen Güteparameter haben sich seit 2003 wenig verändert. Mit Ausnahme des Klösterlibaches wiesen über die letzten 10 Jahre alle untersuchten Stellen einen „guten“ bis „sehr guten“ Zustand auf. Die Gewässergüte des Klösterlibaches erreicht das ökologische Ziel der GSchV nach wie vor nicht. Zwischen 2008 und 2013 hat sich der DI-CH von der Güteklasse „mässig“ zur Klasse „unbefriedigend“ sogar noch verschlechtert.

Die Belastung durch chemische Stoffe ist in der Sitter über die letzten 20 Jahre bezüglich DOC, BSB<sub>5</sub> und Ammonium zurückgegangen. In der jüngeren Zeit verschieben sich bei diesen Parametern die Werte der einzelnen Stichproben zunehmend von der Zustandsklasse „gut“ zur Klasse „sehr gut.“ Bei den übrigen Parametern ist kein eindeutiger Trend ersichtlich. Deutlich ist über den gesamten Zeitraum, dass die Restwasserstrecke der Sitter stärker belastet ist, als der Abschnitt oberhalb der Wasserfassung des KW Kubels.

Die Phosphorbelastung ist gemessen an der Zustandsklassierung des Moduls Chemie über den gesamten Beobachtungszeitraum zu hoch. Sowohl beim Gesamtphosphor als auch beim Phosphat werden die ökologischen Ziele der GSchV häufig nicht erreicht.

## 7 Einzugsgebiet Rotbach

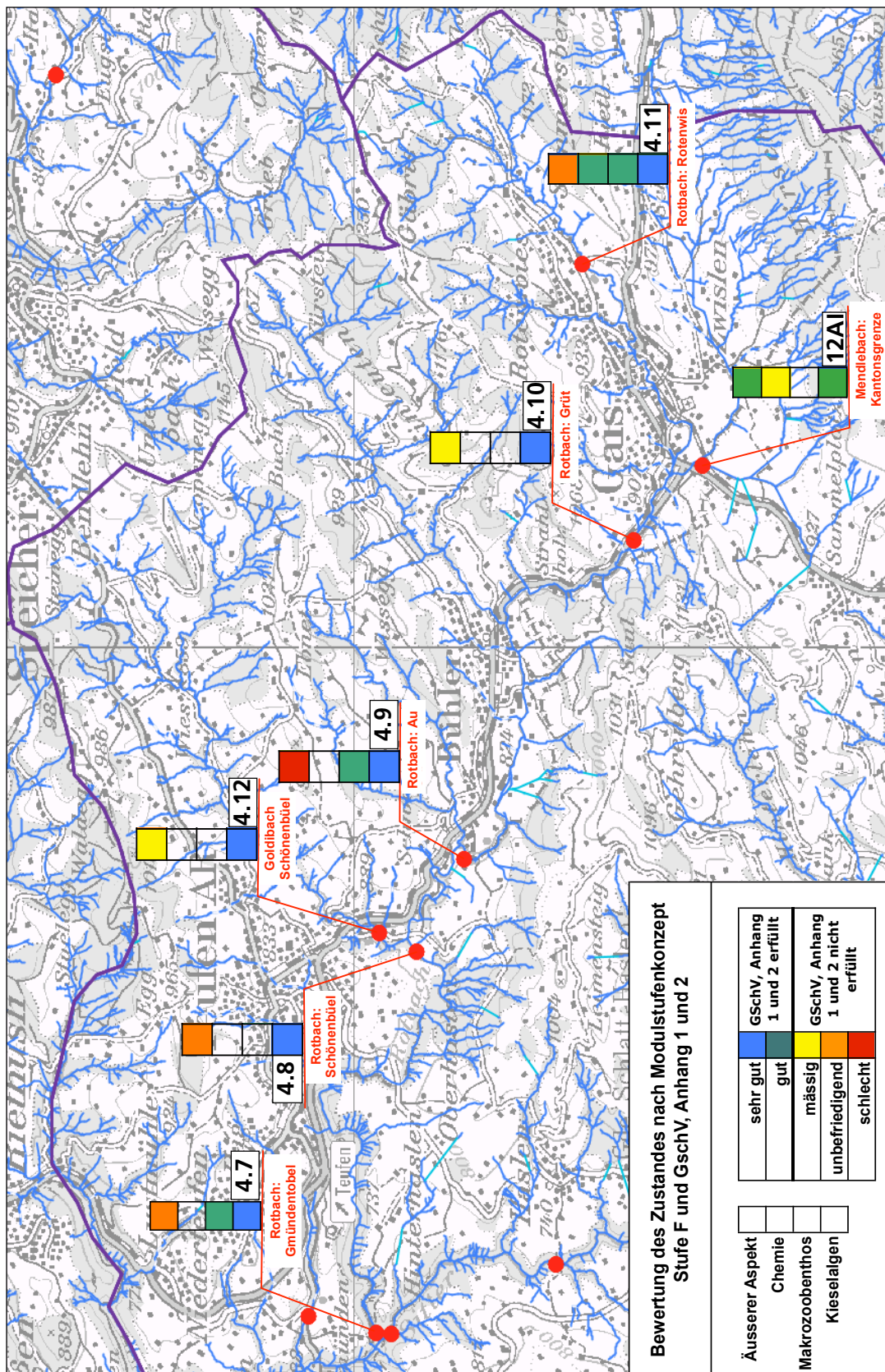


Abb. 7: Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet des Rotbaches gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2 GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.

### 7.1 Hydrologie

Zur Einordnung der chemischen und biologischen Befunde in die allgemeinen und zum Zeitpunkt der Probenahmen herrschenden, hydrologischen Rahmenbedingungen werden einleitend die Abfluss- und Temperaturverhältnisse beschrieben und das Abflusssystem aufgezeigt.

#### 7.1.1 Abflussverhältnisse

Bei den Probenahmen im Frühling herrschten mittlere Abflussbedingungen. Die damals an der Stelle 4.9 gemessenen  $0.64 \text{ m}^3/\text{s}$  liegen nur unwesentlich unter dem langjährigen Mittel an dieser Stelle. Im Sommer flossen bei der Probenahme  $0.371 \text{ m}^3/\text{s}$  und im Herbst nur noch  $0.149 \text{ m}^3/\text{s}$  ab. Damit sind die Sommerwerte im unteren Bereich des Mittelwasser-Abflusses einzuordnen und im Herbst herrschten Niederwasserbedingungen, die leicht über dem  $Q_{347}$  von  $0.112 \text{ m}^3/\text{s}$  lagen.

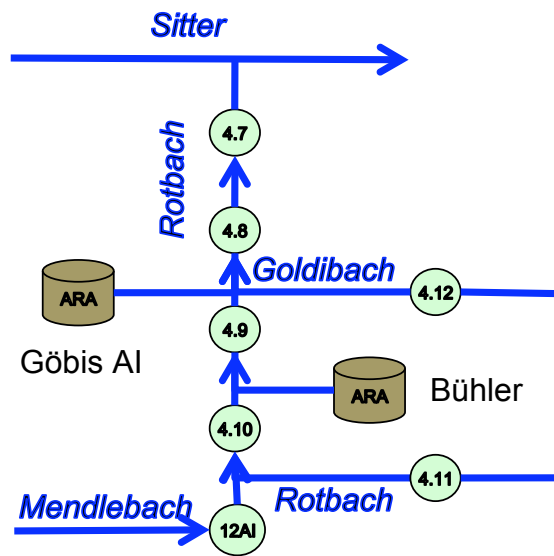
Einzugsgebiet Rotbach							
		Frühjahr		Sommer		Herbst	
		Datum	Q	Datum	Q	Datum	Q
4.11	Rotbach	06.04.13	0.046	02.07.13	0.141	30.09.13	0.010
12AI	Mendlebach	10.04.13	0.075	02.07.13	0.063	30.09.13	0.017
4.10	Rotbach	06.04.13	0.269				
4.9	Rotbach	06.04.13	0.644				
		Q1	7.84	7.84	7.84		
		Qm	0.740	0.740	0.740		
		Q347	0.112	0.112	0.112		
4.1	Goldibach	06.04.13	0.203				
4.8	Rotbach	06.04.13	0.618				
4.7	Rotbach	05.04.13	1.454				

**Tab. 23:** Abflussbedingungen zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den langjährigen Kennwerten  $Q_1$ ,  $Q_m$ , und  $Q_{347}$  an der Stelle 4.9 Rotbach Au-Bühler (hydrometrische Station HOAR9105, AFU St. Gallen).

#### 7.1.2 Untersuchtes Gewässersystem

Das Gewässersystem des Rotbaches wurde an 7 Probenahmestellen untersucht. 5 davon liegen direkt am Rotbach und je eine am Mendlebach und Goldibach. Nur die Stellen am Mendlebach und am Rotbach bei Rotenwis wurden dreimal beprobt. Die ARA Bühler leitet die gereinigten Abwässer zwischen den Stellen 4.10 und 4.9, die ARA Göbis zwischen 4.9 und 4.8 in den Rotbach. Der Mendlebach mündet vor der Stel-

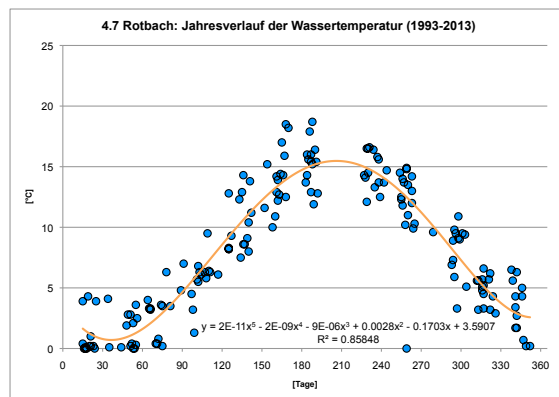
le 4.10 und der Goldibach zwischen den Stellen 4.9 und 4.8 in den Rotbach ein.



**Fig. 49:** Gewässersystem, Probenahmestellen und ARA-Einleitungen im Einzugsgebiet des Rotbaches.

#### 7.1.3 Temperaturverhältnisse

Der Rotbach weist eine mittlere Jahresamplitude der Wassertemperatur zwischen  $0^\circ\text{C}$  und ca.  $16^\circ\text{C}$  auf. Im Hochsommer schwanken die Wassertemperaturen von  $12$  bis  $19^\circ\text{C}$  und im Winter steigen sie nicht über  $5^\circ\text{C}$ . Damit herrschen im Rotbach für ein Forellengewässer gute Temperaturbedingungen.



**Fig. 50:** Jahresgang der Wassertemperatur 1993-2012 im Rotbach an der Stelle 4.7 kurz vor der Mündung in die Sitter.

### 7.2 Äusserer Aspekt

Die Merkmale des Äusseren Aspektes zeigen, dass der Rotbach zumindest im Frühjahr auf seiner gesamten Fließstrecke in einem Masse mit



organisch abbaubaren Stoffen belastet ist, dass sichtbarer heterotropher Bewuchs entsteht. Verstärkt tritt der Bewuchs unterhalb der ARA Bühler bis zu Mündung in die Sitter auf. Überraschenderweise war auch schon an der Referenzstelle (Stelle 4.11 Rotenwis) oberhalb Gais deutlicher Ciliatenbewuchs sichtbar, verbunden mit einer leichten Schaumbildung.

Schaum trat in stärke Masse auch im Rotbach nach der ARA Bühler während der Probenahme im Frühjahr in Form einer kurzen Spitze auf. Weiter neigt der Rotbach an Stellen mit häufigen Querbauwerken (Schwellen, Abstürze) zur Kolmatierung. Der Goldibach wies ebenfalls Belastungsanzeichen durch heterotrophen Bewuchs (organisch abbaubare Stoffe) und leichte Schaumbildung auf. Eine Anwohnerin gab den Hinweis, dass der Goldibach öfters stark schäumend daherfließe.

Der Mendlebach ist mit Ausnahme der Abfälle im Bachbett im Äusseren Aspekt nicht beeinträchtigt.

Der pflanzliche Bewuchs der Gewässersohle war im Frühjahr wesentlich stärker als im Rest des Jahres. Hochwasserepisoden, häufige Sohlenverlagerungen und gute Beschattung banden den pflanzlichen Aufwuchs stark zurück. Die höchste Bewuchsdichte (50-75%) trat im Frühjahr unterhalb der ARA Bühler (Stelle 4.9) auf. Der Bewuchs war aber an keiner Stelle unnatürlich im Sinne der Anforderungen der GSchV.

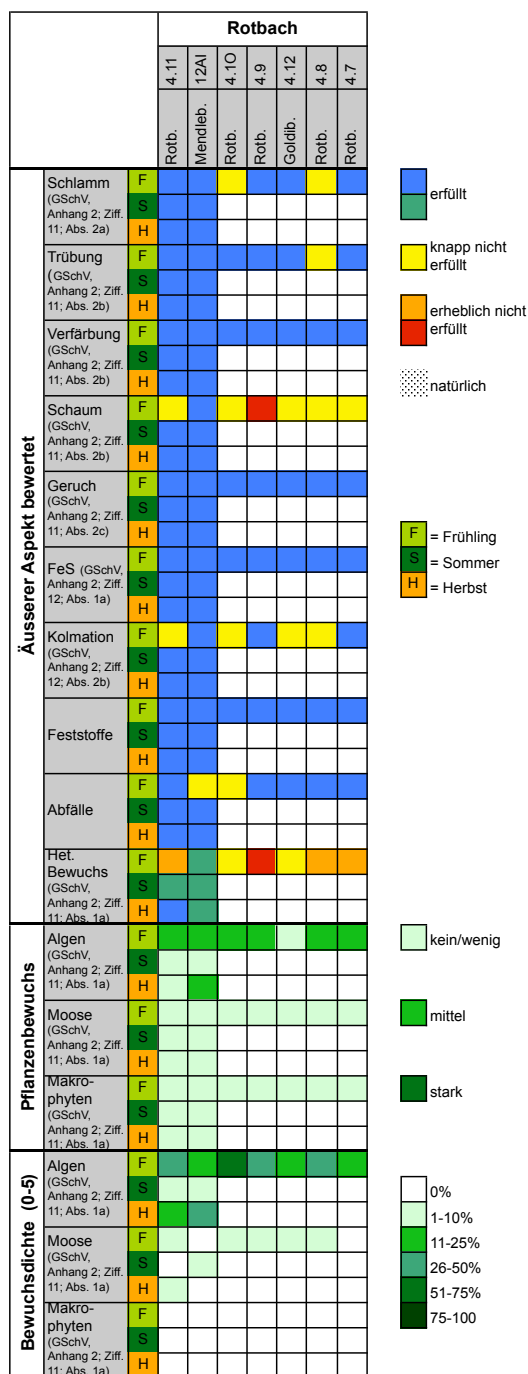


Fig. 51: Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet des Rotbachs.

### 7.3 Chemische Parameter

Im Einzugsgebiet des Rotbaches wurden nur zwei Stellen, eine am Mendlebach und die andere am Rotbach oberhalb Gais untersucht. Der chemische Zustand des Rotbaches ist insgesamt gut, hingegen ist der Mendlebach bezüglich Phosphor und Nitrit in einem „schlechten“ Zustand.

#### 7.3.1 Chemischer Zustand 2013

##### Phosphorbelastung

Der Rotbach ist im Bereich der Referenzstelle Rotenwis kaum mit Phosphor belastet. Die drei Stichproben zeigen einen „guten“ bis „sehr guten“ Zustand. Stark mit Phosphor belastet ist hingegen der Mendlebach.

Nr.	Gewässer	Ort	PO4-P [mg/l]			Ptot [mg/l]		
			F	S	H	F	S	H
4.11	Rotbach	Rotenwis	<0.01	0.020	0.010	<0.04	<0.04	<0.04
12AI	Mendlebach	Kantonsgrenze	0.040	0.060	0.090	<0.04	0.110	0.090

Tab. 24: Beurteilung der Phosphor-Belastung im Einzugsgebiet des Rotbachs.

Bezüglich Orthophosphat ist sein Zustand „schlecht“ und hinsichtlich des Gesamtphosphors „unbefriedigend“. Das betreffende ökologische Ziel der GSchV ist im Rotbach erreicht, im Mendlebach jedoch nicht.

### Nitrat- und DOC-Belastung

Die ermittelten Nitratkonzentrationen zeugen in beiden Gewässern von einem „sehr guten“ Zustand. Die höchsten Werte liegen bei ca. 1 mg/l. Dagegen sind im Mendlebach die DOC-Konzentrationen erhöht und liegen im Bereich der Zustandsklasse „mässig“. Die natürlicherweise im Einzugsgebiet vorkommenden organischen Böden sind hier grösstenteils für die erhöhten DOC-Werte verantwortlich.

Nr.	Gewässer	Ort	NO <sub>3</sub> -N [mg/l]			DOC (mg/l)		
			F	S	H	F	S	H
4.11	Rotbach	Rotenwis	0.9	0.9	0.9	1.60	2.00	1.60
12A1	Mendlebach	Kantonsgrenze	0.8	0.9	0.7	3.50	4.80	4.60

Tab. 25: Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im Einzugsgebiet des Rotbachs.

### Nitrit- und Ammoniumbelastung

Der Rotbach wies in allen drei Proben geringe Nitrit- und Ammoniumkonzentrationen auf. Die ermittelten Werte können den Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“ zugeordnet werden. Das gleiche gilt für den Mendlebach.

Nr.	Gewässer	Ort	NO <sub>2</sub> -N [mg/l]*			NH <sub>4</sub> -N [mg/l]**		
			F	S	H	F	S	H
4.11	Rotbach	Rotenwis	0.002	0.006	0.003	<0.01	0.090	0.010
12A1	Mendlebach	Kantonsgrenze	0.010	0.014	0.019	0.070	0.190	0.030

Tab. 26: Beurteilung der Nitrit- und Ammonium-Belastung im Einzugsgebiet des Rotbachs unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur.

### 7.3.2 Entwicklung bis 2013

Die Entwicklung der chemischen Belastung im Einzugsgebiet des Rotbachs wird anhand der Daten 1993-2013 an der Stelle 4.7 am Rotbach kurz vor der Mündung in die Sitter analysiert. Die Stelle ist daher repräsentativ für die langfristigen Entwicklungen im gesamten Einzugsgebiet. Der Rotbach ist heute noch zu stark mit Orthophosphat und vermutlich auch Gesamtphosphor belastet (Die Messreihe endet 2004). Bei einzelnen Stichproben sind auch die

Anforderungen für Nitrit knapp nicht erfüllt, bezogen auf den statistischen Beurteilungswert jedoch schon (80% der Stichproben erfüllen die Anforderung der GSchV). Hinsichtlich der Parameter Ammonium, Nitrat und BSB<sub>5</sub> sind die Anforderungen der GSchV seit 2005 immer eingehalten.

### Ammonium

Die Grundbelastung mit Ammonium hat sich seit Aufnahme von regelmässigen Messungen 1999 nicht gross verändert. Sie lag meistens weit unterhalb der kritischen Werte. In der Vergangenheit traten aber zwischen 2000 und 2005 vereinzelt Spitzenwerte auf, die im Bereich der Zustandsklasse „mässig“ liegen. Deren Häufigkeit ist aber deutlich geringer als 20% der Messwerte. Seit 2006 konnte die Anforderung der GSchV immer eingehalten werden und seit 2011 liegen alle Ammoniumwerte in der Zustandsklasse „sehr gut“.

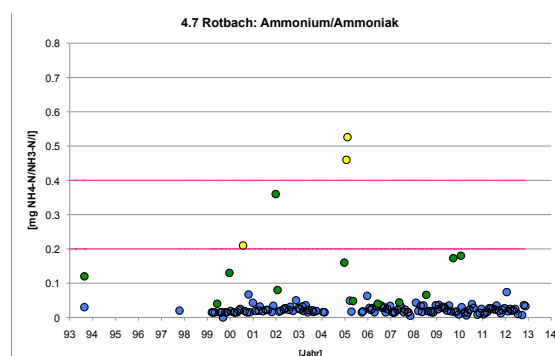
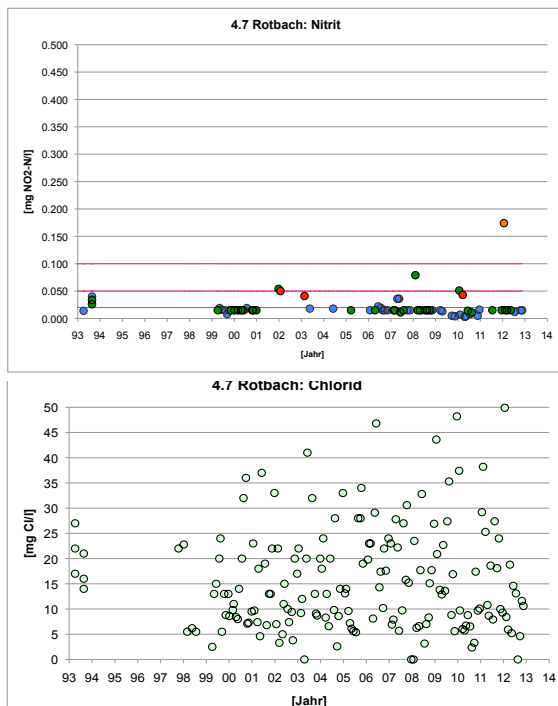


Fig. 52: Verlauf der Ammoniumkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 4.7 Rotbach Gmündentobel.

### Nitrit

Die Nitritkonzentrationen sind im Rotbach in der Regel im Bereich der Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“. Überschreitungen der Anforderung sind sehr selten und traten 2010 und 2012 letztmals auf.

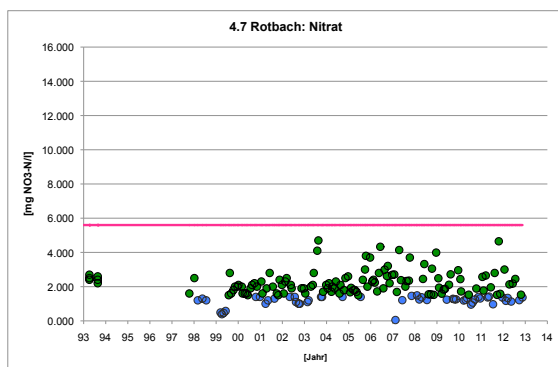
Die Toxizität des Nitrits wird im Rotbach durch häufige, hohe Chloridkonzentrationen mit bis zu 50 mg/l herabgesetzt. Die Spitzenwerte von Chlorid steigen seit Beginn der Messungen 1998 kontinuierlich an.



**Fig. 53:** Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993/98-2013 an der Stelle 4.7 am Rotbach im Gmündentobel.

### Nitrat

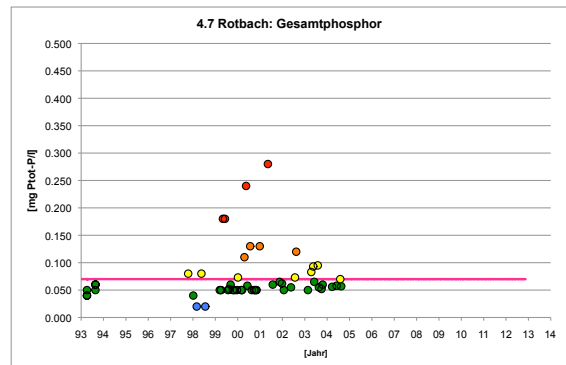
Seit Beginn der Stichprobenerhebungen im Jahre 1993 wurde die Anforderung der GSchV immer erfüllt. Die Nitratkonzentrationen liegen im Rotbach im Bereich der Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“. Ab 2006 streuen die Werte etwas stärker als im Zeitraum zuvor. Eine ansteigende Tendenz der Nitratwerte ist allerdings nicht zu erkennen.



**Fig. 54:** Verlauf der Nitratkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 4.7 am Rotbach im Gmündentobel.

### Gesamtphosphor

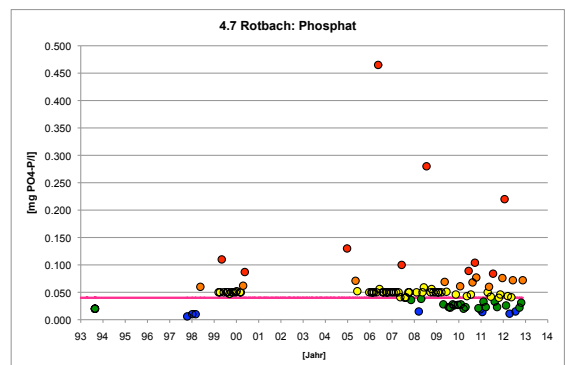
Der Gesamtphosphor wurde seit 2005 an der Stelle 4.7 nicht mehr gemessen. Bis zu diesem Zeitpunkt traten immer wieder Überschreitungen der Zielwerte auf. Aufgrund der seit 2005 weiter gemessenen Orthophosphatkonzentrationen ist auch in jüngerer Zeit mit Zielwertüberschreitungen zu rechnen.



**Fig. 55:** Verlauf der Gesamtphosphor-Konzentration im Zeitraum 1993-2005 an der Stelle 4.7 am Rotbach im Gmündentobel.

### Orthophosphat

Bezüglich der Orthophosphatkonzentrationen sind in jüngerer Zeit die Zielvorgaben nach dem Modul chemisch-physikalische Erhebungen und damit auch des ökologischen Ziels der GSchV regelmässig überschritten.



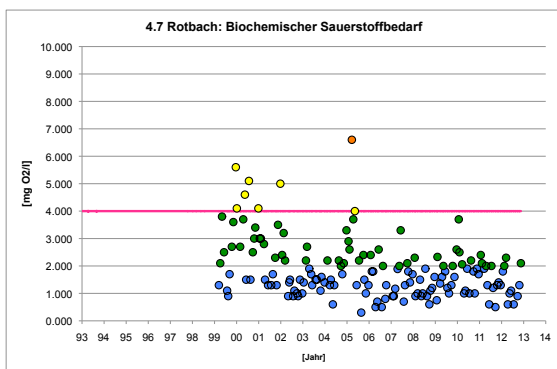
**Fig. 56:** Verlauf der Phosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 4.7 am Rotbach im Gmündentobel.

Die Mehrheit der Stichproben weisen Konzentrationen in den Zustandsklassen „mässig“ bis „schlecht“ auf. Aufgrund der Regelmässigkeit der Überschreitungen kann geschlossen werden, dass Orthophosphat mehrheitlich aus häuslichem Abwasser (ARA Göbis und/oder Bühler?) stammt.

**Biochemischer Sauerstoffbedarf**

Der DOC wurde an der Stelle 4.7 nicht gemessen. An seiner Stelle wird jedoch seit 1999 regelmässig der biologische Sauerstoffbedarf ermittelt. Der BSB<sub>5</sub> gibt Auskunft über die biologisch abbaubare Fraktion des organischen Kohlenstoffes.

Seit 1999 hat der BSB<sub>5</sub> abgenommen. Während zwischen 1999 und 2005 die Anforderung der GSchV bezüglich einzelner Werte nicht erfüllt wurde, war dies im folgenden Zeitraum durchwegs der Fall. Die BSB<sub>5</sub>-Werte lagen mehrheitlich in der Zustandsklasse „sehr gut“. Statistisch (80%-Perzentile) ist die Anforderung der GSchV seit 2002 gut eingehalten.



**Fig. 57:** Verlauf der Konzentration des biologischen Sauerstoffbedarfes (BSB<sub>5</sub>) im Zeitraum 1999-2013 an der Stelle 4.7 am Rotbach im Gmündentobel.

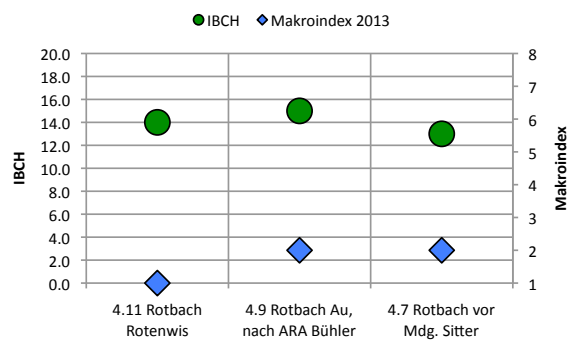
**7.4 Makrozoobenthos**

Das Makrozoobenthos des Rotbaches entspricht dem eines wenig belasteten Gewässers. Gemäß IBCH und Makroindex sind die ökologischen Ziele der GSchV gut erfüllt. Diversität, Biomasse und die Zusammensetzung der Taxagruppen weisen auf einen leichten Belastungseinfluss durch die ARA Bühler hin. Dieser wirkt sich bis zur Mündung in die Sitter aus.

**7.4.1 IBCH und Makroindex**

IBCH und der Makroindex zeugen an allen Stellen des Rotbachs von einem „guten“ (IBCH) bis „sehr guten“ Zustand (Makroindex) des Gewässers. Innerhalb der Klasse „gut“ variiert der IBCH über die drei Stellen zwischen 13 und 15. Das Abwasser der ARA Bühler scheint dabei den IBCH nicht negativ zu beeinflussen. Dies ist je-

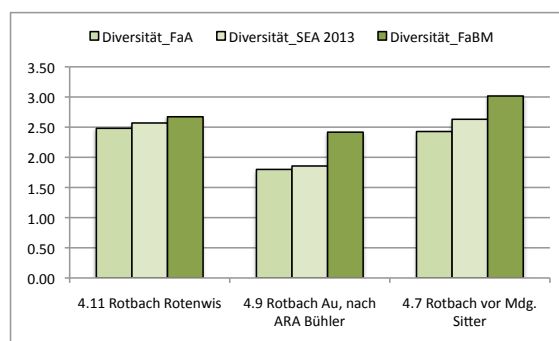
doch beim Makroindex eher der Fall. Zwischen der Referenzstelle Rotenwis und der Stelle Au unterhalb der ARA Bühler steigt der Index von 1 auf 2 und verbleibt auf diesem Niveau bis zur Mündung in die Sitter. Diese Indexverschlechterung erfolgt aber immer noch innerhalb der Zustandsklasse „sehr gut“. Gemäß diesen Indizes sind die ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung im Rotbach an allen Stellen erreicht.



**Fig. 58:** IBCH (Kreise) und Makroindex (Rauten) 2013 an den 3 Stellen im Einzugsgebiet des Rotbachs.

**7.4.2 Diversität**

Das Diversitätsniveau ist im Rotbach generell etwas tiefer als beispielsweise an der Umäsch. Dies kann natürliche Gründe haben zumal die Referenzstelle mit 2.5 schon eine tiefe Diversität zeigt. Relativ zu diesem Wert sinkt die Diversität unterhalb der ARA Au bei allen 3 Diversitätsparametern um 0.3-0.7 Masseinheiten und steigt bis vor der Mündung in die Sitter auf den Ausgangswert bei Rotenwis an.



**Fig. 59:** Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 3 Stellen im Einzugsgebiet des Rotbachs.

Der Verlauf zeigt einen spürbaren Einfluss der

ARA Bühler, welcher durch die Selbstreinigung bis zur Sittermündung wieder wettgemacht wird. Etwas abgeschwächt manifestiert sich dies auch bei der Biomassen-Diversität.

### 7.4.3 Biomasse und Individuendichte

Auch die Biomasse des Makrozoobenthos bricht im Vergleich zu der Referenzstelle und der Stelle vor der Sittermündung unterhalb der ARA Bühler leicht ein. Jedenfalls kann daraus ein saprobieller Effekt durch organische Stoffe aus der ARA Bühler ausgeschlossen werden. Dieser würde sich in einer deutlichen Zunahme der Biomasse manifestieren. Der Abfall der Biomasse weist eher auf eine Hemmung der Produktivität des Makrozoobenthos hin, obwohl die Organismendichte selbst sich nicht wesentlich von der Dichte an der Referenzstelle Rotenwies unterscheidet. Das Durchschnittsgewicht pro Individuum muss daher nach der ARA Bühler deutlich tiefer liegen als im oberhalb gelegenen Abschnitt.

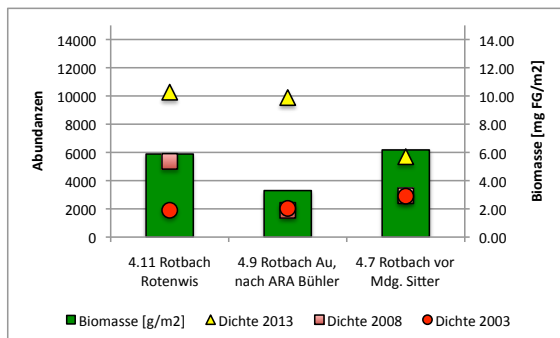


Fig. 60: Biomasse 2013 und Gesamtindividuenzahl 2003-2013 des Makrozoobenthos an den 3 Stellen des Rotbachs.

Auffällig ist, dass die Gesamtindividuenzahl bei der diesjährigen Untersuchung im gesamten Rotbach um das Zwei- bis Fünffache grösser ist als bei den früheren Untersuchungen 2003 und 2008. Im Jahr 2003 könnten die sehr tiefen Individuenzahlen ebenfalls durch sehr starke Niederschläge und dem damit verbundenen extremen Hochwasser bedingt sein.

### 7.4.4 Zusammensetzung des Makrozoobenthos

Auch im Spektrum der häufigeren Makrozoobenthosgruppen ist eine leichte Verschiebung von den belastungsempfindlichen zu bela-

stungstoleranteren Organismen ersichtlich. An der Referenzstelle sind neben der bestehenden Dominanz der Zuck- und Kriebelmücken, die Steinfliegen, Flohkrebse und Wasserkäfer die mitdominierenden Gruppen. Diese sind bei der Stelle Bühler-Au stark dezimiert zu Gunsten der belastungstoleranteren Eintagsfliegen, Kriebel- und Zuckmücken.

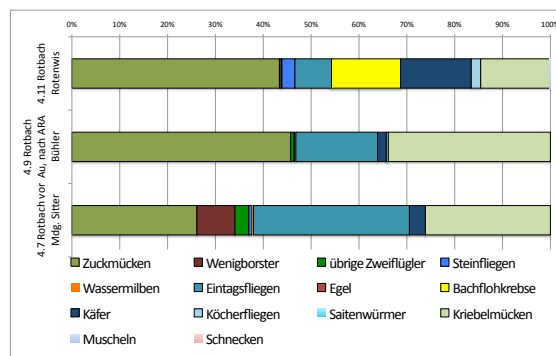


Fig. 61: Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den drei Stellen am Rotbach.

Vor der Mündung in die Sitter ist das Verteilungsmuster ähnlich wie bei der Stelle Au, mit Dominanzen von Eintagsfliegen, Zuck- und Kriebelmücken. Neu kommen aber auch noch Wenigborster hinzu. Der Sachverhalt spricht ebenfalls für einen leichten Belastungseinfluss aus den oberhalb gelegenen Kläranlagen (Göbis, Bühler).

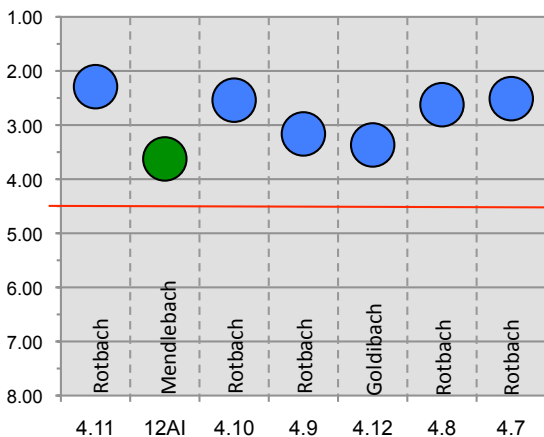
## 7.5 Kieselalgen

Die Kieselalgen zeigen für das gesamte Einzugsgebiet des Rotbachs eine geringe Belastung. Die untersuchten Gewässer sind bezüglich der Gesamtbelastung in einem „sehr guten“ Zustand. Die organische Belastung entspricht der Gütestufe II, welche wie der DI-CH die ökologischen Ziele der GSchV erfüllt.

### 7.5.1 Gesamtbelastung gemäss DI-CH

Die Kieselalgenuntersuchung zeigt, dass sich der Rotbach bezüglich der Gesamtbelastung (DI-CH) in einem „sehr guten“ Zustand befindet. Im Rotbach selbst ist lediglich der leichte Einfluss der ARA Bühler an der Stelle 4.9 erkennbar. Eine Stelle weiter unten erreicht der DI-CH wieder das Niveau des Oberlaufes. Die Zuflüsse Mendlebach und Goldibach sind ver-

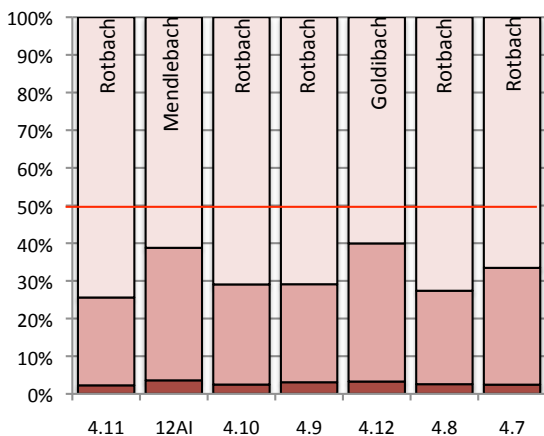
gleichsweise stärker belastet. Die ökologischen Ziele der GSchV sind aber klar erreicht.



**Fig. 62:** Gesamtbelastung der Gewässer nach DI-CH im Einzugsgebiet Rotbachs 2013. Die ökologischen Ziele der GSchV sind erreicht, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall.

### 7.5.2 Organische Belastung

Die Kieselalgen zeigen für das gesamte Einzugsgebiet im erwähnten Zeitfenster eine moderate organische Belastung der Gewässer an.



**Fig. 63:** Organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet des Rotbachs 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erreicht, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.

Im Mendlebach und Goldibach ist die organische Belastung vergleichsweise leicht erhöht. Beim Mendlebach ist dies zumindest teilweise natürlich bedingt, da er ehemalige Moorgebiete mit heute noch organischen Böden entwässert.

## 7.6 Gesamtbeurteilung

### 7.6.1 Aktueller Zustand

Die biologischen Indikatoren Kieselalgen und Makrozoobenthos zeigen auch im Rotbach insgesamt einen besseren Zustand an, als dies aus den chemischen Parametern und einzelnen Merkmalen des äusseren Aspektes hervorgeht. Der schweizerische Kieselalgenindex DI-CH weist auf „gute“ (Mendlebach) bis „sehr gute“ (übrige Stellen) Verhältnisse hin. Gleiches gilt auch für die Indizes der Makroinvertebraten. Am Rotbach ist bei beiden Indizes ein leichter Einfluss der ARA Bühler ersichtlich. In Bezug auf den äusseren Aspekt waren im Frühjahr im Rotbach und Goldibach die Anforderungen bezüglich dem heterotrophen Bewuchses und der Schaumbildung knapp nicht eingehalten. Im Mendlebach waren sie jedoch erfüllt.

Chemische Parameter wurden im Einzugsgebiet des Rotbaches im Rahmen dieser Untersuchung nur an zwei Stellen erhoben. Der chemische Zustand des Rotbaches entspricht insgesamt den Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“, hingegen muss beim Mendlebach bezüglich Phosphor und Nitrit von einem „schlechten“ Zustand ausgegangen werden.

### 7.6.2 Entwicklung seit 1993

Die biologischen Untersuchungen werden seit 1993 durchgeführt. Später als das MSK entwickelt und damit eine gesamtschweizerisch einheitliche Erhebungsmethode zur Verfügung stand, wurde diese angewandt (ab 2003). Somit können die Untersuchungen 2003, 2008 und 2013 miteinander verglichen werden. Seit 2003 sind keine wesentlichen Veränderungen feststellbar. Insgesamt zeichnete sich über die letzten 10 Jahre ein biologisch „guter“ bis „sehr guter“ Zustand ab. Weder der Kieselalgenindex noch der Makroindex und der IBCH haben sich in diesem Zeitraum merklich verändert.

Hinsichtlich der Belastung durch chemische Stoffe ist über die letzten 20 Jahre ein abnehmender Trend bei der organischen Belastung (DOC, BSB<sub>5</sub>) und dem Ammonium festzustellen. Seit 2006 sind die Anforderungen der GSchV

bei allen drei Parametern immer erfüllt. Die Nitrit- und Nitratbelastung ist über den gesamten Zeitraum gleich geblieben, wobei wenige Stichproben beim Nitrit die Anforderungen nicht erfüllten. Die Nitratkonzentrationen lagen aber durchwegs innerhalb des geforderten Bereichs. Die Phosphorbelastung ist jedoch gemessen an der Zustandsklassierung des Moduls Chemie auch in der jüngeren Vergangenheit immer noch zu hoch. Die entsprechenden ökologischen Ziele der GSchV sind nicht erreicht.

## 8 Einzugsgebiet Goldach

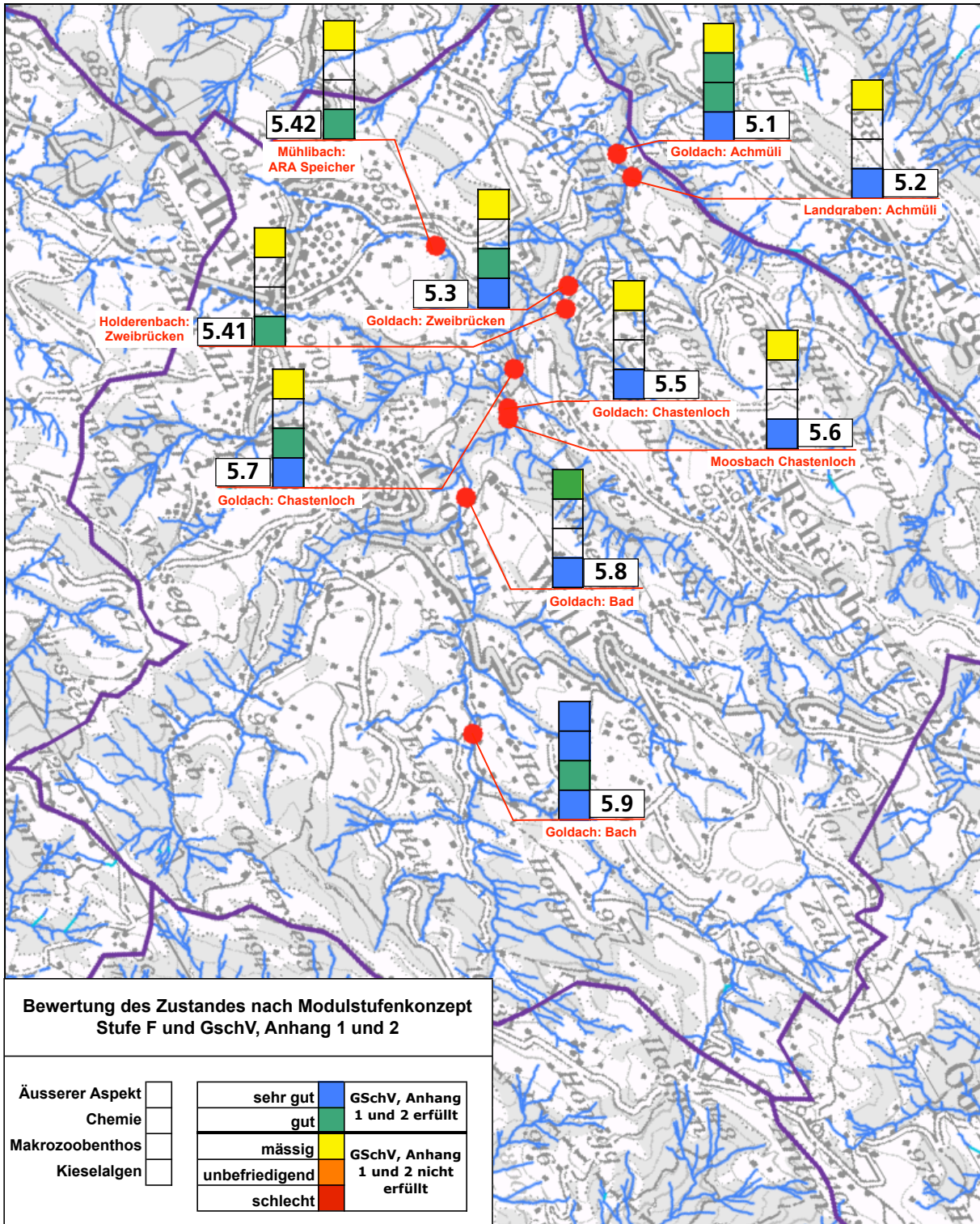


Abb. 8: Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Goldach gemäß dem Äusseren Aspekt, der Chemie (Anhang 2 GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.



### 8.1 Hydrologie

Die hydrologischen Rahmenbedingungen sind ein wesentliches Element um die zum Zeitpunkt der Probenahmen herrschenden chemischen und biologischen Befunde richtig einordnen zu können. Deshalb werden einleitend die Abfluss- und Temperaturverhältnisse und das Abflusssystem beschrieben.

#### 8.1.1 Abflussverhältnisse

Der grösste Teil des hydrologischen Einzugsgebietes der Goldach liegt in den beiden Kantonen Appenzell Innerrhoden und Ausserrhoden. Die Abflussmengen an der Stelle Bleiche (LH2308) der Landeshydrologie unterscheiden nicht signifikant von den Abflüssen bei der Achmüli. Wenn, dann liegt der Unterschied innerhalb des Messfehlers der Abflussbestimmungen bei den Probenahmen.

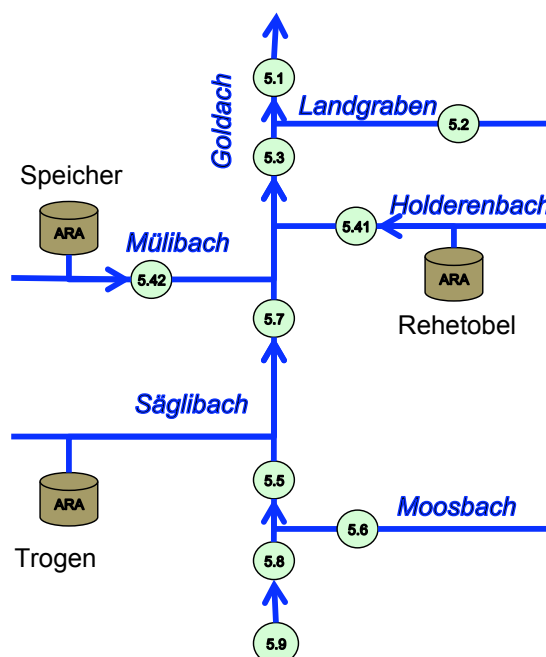
Bei den Frühjahrsprobenahmen lag die Wasserführung in der Goldach im Bereich des oberen Mittelwasserabflusses. Im Sommer herrschten Abflussbedingungen die ziemlich genau dem langjährigen mittleren Abfluss entsprachen und die Herbstprobenahmen fanden bei Niederwasserabfluss (1.5-facher  $Q_{347}$ ) statt. Innerhalb der Probenahmestrecke zwischen den Stellen 5.9 (nach Zufluss Säglibach) und 5.1 (Achmüli) verfünffacht sich die Abflussmenge der Goldach bei allen Abflussbedingungen.

Einzugsgebiet Goldach							
		Frühjahr		Sommer		Herbst	
		Datum	Q	Datum	Q	Datum	Q
5.9	Goldach	13.04.13	0.539	03.07.13	0.297	02.10.13	0.058
5.8	Goldach	13.04.13	1.107				
5.6	Moosbach	13.04.13	0.151				
5.5	Goldach	13.04.13	1.151				
5.7	Goldach	13.04.13	1.249				
5.42	Mühlbach	12.04.13	0.050				
5.41	Holderenbach	12.04.13	0.024				
5.3	Goldach	12.04.13	1.969				
5.2	Landgraben	12.04.13	0.280				
5.1	Goldach	12.04.13	2.706	03.07.13	1.138	02.10.13	0.276
LH2308		12.04.13	2.590	03.07.13	1.350	02.10.13	0.370
	Goldach. Bleiche	Q1	10.80		10.80		10.80
		Qm	1.070		1.070		1.070
		Q347	0.190		0.190		0.190

**Tab. 27:** Abflussbedingungen zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den langjährigen Kennwerten  $Q_1$ ,  $Q_m$ , und  $Q_{347}$  an der Stelle Goldach Bleiche (LH 2308).

### 8.1.2 Untersuchtes Gewässersystem

Das Gewässersystem der Goldach wurde anhand von 10 Probenahmestellen untersucht. 6 Stellen befinden sich direkt an der Goldach und 4 weitere an Zuflüssen (Moosbach, Mülibach, Holderenbach und Landgraben). Davon sind der Holderenbach und der Mülibach Vorfluter der Kläranlagen Speicher bzw. Rehetobel. Die ARA Trogen entwässert in den Säglibach der jedoch nicht separat beprobt wurde. Der Einfluss der ARA Trogen auf die Goldach wird mit der Stelle 5.7 erfasst.



**Fig. 64:** Gewässersystem, Probenahmestellen und ARA-Einleitungen im Einzugsgebiet der Goldach.

### 8.1.3 Temperaturverhältnisse

Die Jahresamplitude der Wassertemperatur liegt im Oberlauf der Goldach (Stelle 5.9) bei maximal 16°C, im unteren Abschnitt auf appenzellischem Gebiet, ab der Stelle 5.7 nach dem Zufluss des Säglibaches, bei 18°C. Die Wintertemperaturen streuten über die vergangenen 20 Jahre im Oberlauf zwischen 0°C und knapp 5.5 °C. Bedingt durch die Zuflüsse und die Auskühlung sinkt der Temperaturbereich an den untern beiden Stellen um rund 1°C (auf 0°C bis 4.5°C). Im Sommer kehrt sich der Temperaturverlauf um. Während im Oberlauf die Sommertemperaturen je nach Witterungsverhältnis

sen zwischen 11°C und 16°C streuen steigt der Streubereich ab der Stelle 5.7 unterhalb dem Säglibachzufluss um 2°C. Hier werden Temperaturen bis zu 19°C erreicht. Im Sommer stiegen die Wassertemperaturen in den letzten 20 Jahren, insbesondere auch im heissen Sommer 2003, bei nie auf Werte, die für Salmonidengewässer kritisch sind.

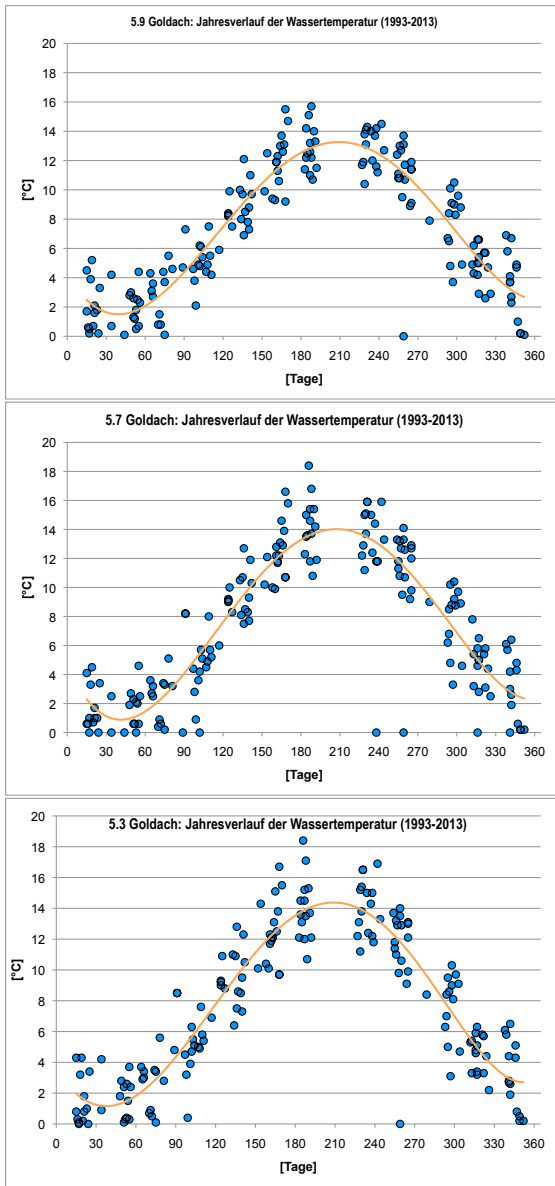


Fig. 65: Jahresgang der Wassertemperatur 1993-2013 im der Goldach an den Stellen 5.9, 5.7 und 5.3.

## 8.2 Äusserer Aspekt

Die Goldach war zuoberst und an der Kantongrenze bei Achmüli im äusseren Aspekt fast unbeeinträchtigt. Geringfügig getrübt wurde dieses Bild nur durch die einmal auftretende,

leichte Schaumbildung bei der Achmüli. Im Mittellauf neigte sie vor allem im Frühjahr zu geringer Schaumbildung, die in stärkerem Masse auch im Moosbach, Mülibach und Landgraben auftrat. In der Goldach unterhalb der Moosbachmündung sowie im Mülibach unterhalb der ARA Speicher wurden sichtbare Ciliatenkolonien festgestellt. Holderenbach und Mülibach wiesen noch Abwassergeruch auf.

		Einzugsgebiet Goldach									
		5.9	5.8	5.6	5.5	5.7	5.42	5.41	5.3	5.2	5.1
		Goldach	Goldach	Moosb.	Goldach	Goldach	Mülib.	Holderenb.	Goldach	Landgr.	Goldach
Äusserer Aspekt bewertet	Schlamm (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 2a)	F									
		S									
		H									
	Trübung (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 2b)	F									
		S									
		H									
	Verfärbung (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 2b)	F									
		S									
		H									
	Schaum (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 2b)	F									
		S									
		H									
Geruch (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 2c)	F										
	S										
	H										
FeS (GSchV, Anhang 2, Ziff. 12, Abs. 1a)	F										
	S										
	H										
Kolmation (GSchV, Anhang 2, Ziff. 12, Abs. 2b)	F										
	S										
	H										
Feststoffe	F										
	S										
	H										
Abfälle	F										
	S										
	H										
Het. Bewuchs (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 1a)	F										
	S										
	H										
Pflanzenbewuchs	Algen (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 1a)	F									
		S									
		H									
Moose (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 1a)	F										
	S										
	H										
Makrophyten (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 1a)	F										
	S										
	H										
Bewuchsdichte (0-5)	Algen (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 1a)	F									
		S									
		H									
Moose (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 1a)	F										
	S										
	H										
Makrophyten (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11, Abs. 1a)	F										
	S										
	H										

Fig. 66: Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Goldach.

In der Goldach war der pflanzliche Bewuchs der Gewässersohle im Frühjahr deutlich stärker als in der übrigen Jahreszeit. Hochwasser, starke Beschattung und die fast überall locker geschichteten Gewässersohlen liessen im Sommer und Herbst keinen starken Aufwuchs entstehen. Der dichteste Sohlenbewuchs (50-75%) trat im Frühjahr im Mülibach unterhalb der ARA Speicher auf. Der Bewuchs war aber an keiner Stelle unnatürlich im Sinne der entsprechenden Anforderung der GSchV.

### 8.3 Chemische Parameter

Die Stichprobenuntersuchungen weisen auf eine zu hohe Phosphatbelastung hin. Die Ursachen sind primär in den gereinigten Abwässern aus den drei im Einzugsgebiet betriebenen Kläranlagen zu suchen. Die Nitratwerte sind an der Kantonsgrenze „gut“, die Ammonium, Nitrit und DOC Werte „sehr gut“. Die entsprechenden Anforderungen der GSchV werden eingehalten. Bezüglich der Belastung mit Gesamtphosphor ist das ökologische Ziel der GSchV erreicht, beim Phosphat knapp nicht.

#### 8.3.1 Chemischer Zustand 2013

##### Phosphorbelastung

Die Goldach ist im Oberlauf wenig mit Phosphor belastet und erreicht die Zustandsklasse „gut“ bis „sehr gut“. Die eingeleiteten Abwässer aus den Kläranlagen Trogen, Speicher und Rehetobel führen zu einem Anstieg des Phosphat-Gehaltes. An der Kantonsgrenze bei der Achmüli kann dieser nur noch als „mässig“ eingestuft werden. Das ökologische Ziel der GSchV ist hier knapp nicht mehr erreicht.

Nr.	Gewässer	Ort	PO4-P [mg/l]			Ptot [mg/l]		
			F	S	H	F	S	H
5.9	Goldach	Bach	0.010	<0.01	0.020	<0.04	<0.04	<0.04
5.1	Goldach	Achmüli	0.020	0.020	0.050	0.050	0.040	<0.04

Tab. 28: Beurteilung der Phosphor-Belastung im Einzugsgebiet der Goldach.

##### Nitrat- und DOC-Belastung

Die Goldach wird nur wenig mit DOC belastet und befindet sich diesbezüglich in einem „sehr guten“ Zustand. Die Nitratkonzentration liegt im

Bereich der Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“.

Nr.	Gewässer	Ort	NO3-N [mg/l]			DOC (mg/l)		
			F	S	H	F	S	H
5.9	Goldach	Bach	1.2	1.2	1.1	1.50	0.96	1.10
5.1	Goldach	Achmüli	1.5	1.5	1.9	1.90	1.30	1.40

Tab. 29: Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im Einzugsgebiet der Rotbachs.

##### Nitrit- und Ammoniumbelastung

Die Nitrit- und Ammoniumkonzentrationen sind in der Goldach an beiden Stellen unproblematisch. Sie entsprechen der Zustandsklasse „sehr gut“. Die Werte liegen deutlich unter dem fischtoxischen Bereich.

Nr.	Gewässer	Ort	NO2-N [mg/l]*			NH4-N [mg/l]**		
			F	S	H	F	S	H
5.9	Goldach	Bach	0.002	0.002	0.002	<0.01	0.010	0.020
5.1	Goldach	Achmüli	0.004	0.003	0.002	0.020	<0.01	0.020

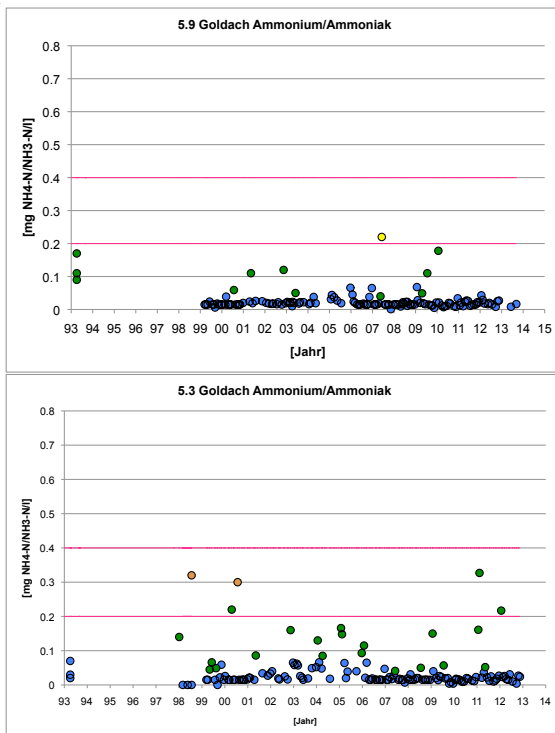
Tab. 30: Beurteilung der Nitrit- und Ammonium-Belastung im Einzugsgebiet der Goldach unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur.

#### 8.3.2 Entwicklung 1993 bis 2013

##### Ammonium

Insgesamt ist zwischen dem Quellgebiet an der Stelle 5.9 (Bach) und der Stelle 5.3 (Zweibrücken) eine Erhöhung der Ammoniumbelastung der Goldach festzustellen. Vereinzelt Grenzwertüberschreitungen traten jedoch nur in der Vergangenheit vor 2008 auf, wobei dies bei weniger als 20% der Stichproben der Fall war. Ab 2008 konnten die Anforderungen an beiden Stellen immer eingehalten werden. In den letzten 2 Jahren waren im Oberlauf alle Messwerte innerhalb der Zustandsklasse „sehr gut“. Dagegen traten im gleichen Zeitraum an der Stelle Zweibrücken erhöhte Werte wieder etwas häufiger auf.

Kritische Ammoniakkonzentrationen kamen in der Goldach sehr selten vor. An beiden Stellen wurden in den letzten 10 Jahren je einmal Werte erreicht, die für Salmoniden knapp über dem chronischen Toxizitätswert (0.02 mg NH<sub>3</sub>-N/l) lagen. Wie die Stichproben zeigen, waren sie nur von kurzer Dauer.



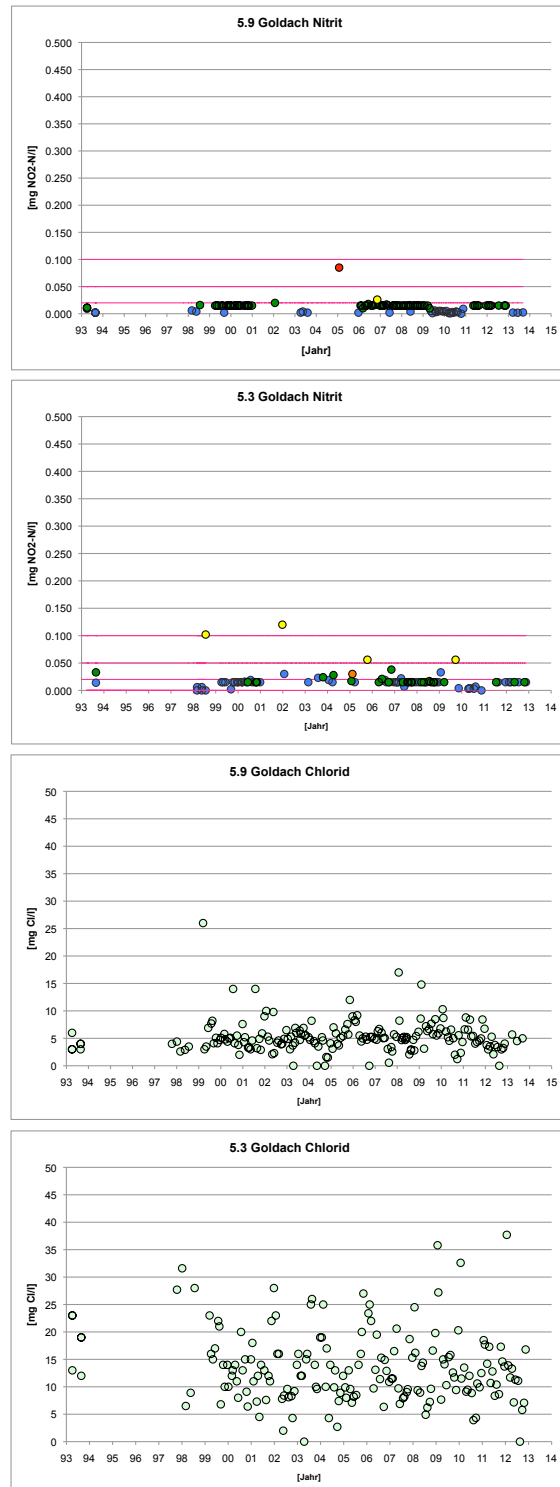
**Fig. 67:** Verlauf der Ammoniumkonzentration in der Goldach im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen 5.9 und 5.3.

**Nitrit**

In den vergangenen 15 Jahren mit monatlichen Nitritmessungen traten sehr selten Konzentrationswerte im chronisch toxischen Bereich auf. Im Oberlauf der Goldach an der Stelle 5.9 kam dies zweimal, im tiefer gelegenen Einzugsgebiet an der Stelle 5.3 fünfmal vor (Einfluss der Kläranlagen Trogen, Speicher und Rehetobel). Die erhöhten Konzentrationen waren nie in aufeinanderfolgenden Stichproben aufgetreten, so dass kaum von chronisch toxischen Verhältnissen ausgegangen werden kann. Der letzte erhöhte Wert liegt aber bereits 4 Jahre zurück. Seither bewegte sich der Nitritgehalt an beiden Stellen innerhalb der Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“.

Deutlich ersichtlich ist, dass die Chloridkonzentration im Unterlauf der Goldach (Stelle 5.3) um fast das Dreifache höher ist als an der Referenzstelle im Oberlauf (ca. 5 mg/l), wo der grösste Teil geogenen Ursprungs ist. Dies ist ausschliesslich auf die Zunahme des zivilisatorischen Chloridanteils (Strassensalz, Ionentauscher Eluate, Hofdünger, Fällungsmittel in Kläranlagen)

zurückzuführen. Pflanzentoxische Werte (>200 mg/l) werden aber nie erreicht.



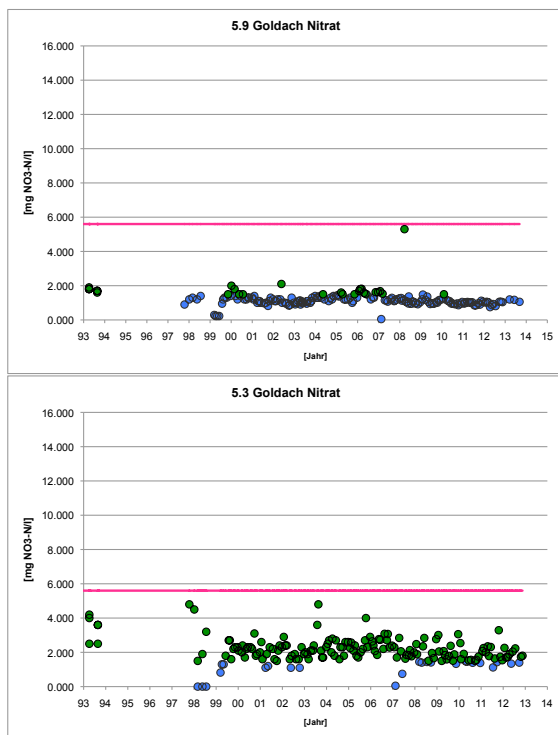
**Fig. 68:** Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Goldach 5.9 (Bach) und 5.3 (Zweibrücken).

Die Untersuchung des Jahresganges zeigt, dass im Winter der Chloridgehalt rund doppelt so

hoch liegt wie im Sommer, was hauptsächlich auf den Einsatz von Strassensalz zurückzuführen ist. Die erhöhten Chloridwerte verringern auch die Nitrittoxizität und senken so das Risiko von Fischvergiftungen durch Nitrit.

### Nitrat

Die Nitratkonzentrationen waren in der Vergangenheit immer unproblematisch und lagen durchwegs innerhalb der Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“. Im Oberlauf an der Stelle 5.9 liegen sie im Bereich von 1.5 mg NO<sub>3</sub>-N/l, bei der Stelle 5.3 Zweibrücken knapp über 2.0 mg NO<sub>3</sub>-N/l. Die Werte sind damit deutlich unterhalb der kritischen Schwelle von 5.6 mg NO<sub>3</sub>-N/l, welche bei einer Trinkwassernutzung (z.B. von der Goldach infiltriertes Grundwasser) und zur Erfüllung der entsprechenden Anforderung der GSchV eingehalten werden muss.

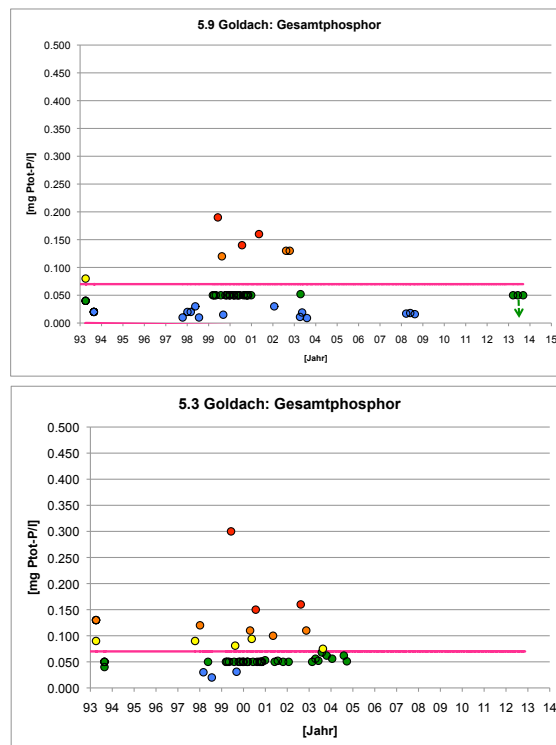


**Fig. 69:** Verlauf der Nitratkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Goldach 5.9 und 5.3.

### Gesamtphosphor

Der Gesamtphosphor wurde nur bis 2005 monatlich gemessen und danach an der Stelle Goldach 5.9 im Rahmen der fünfjährigen Gewässeruntersuchungen je mit drei Stichproben. Bis 2005 traten Phosphorwerte in den Zu-

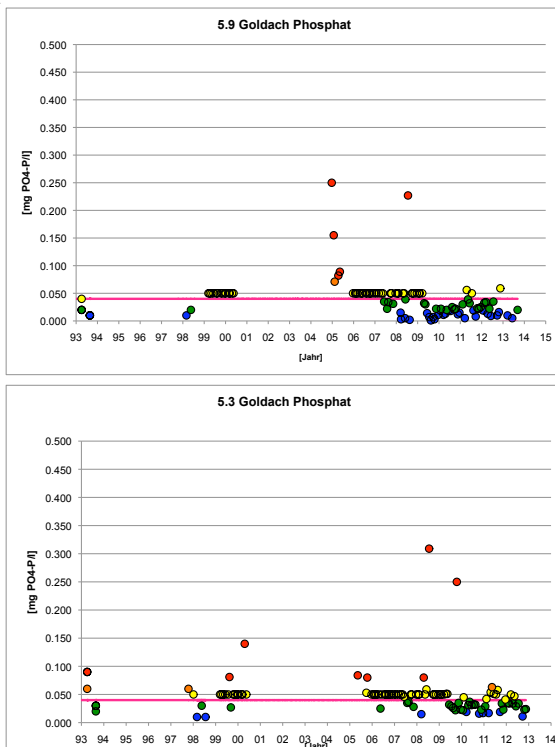
standsklassen „mässig“ bis „schlecht“ mehrfach auf. Seit 2005 blieben die 6 Stichproben aber innerhalb der Zustandsklassen „gut“ bis „sehr gut“.



**Fig. 70:** Verlauf der Gesamtphosphor-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Goldach 5.9 und 5.3. (Pfeil: Werte lagen unter der Nachweisgrenze von 0.05 mg P/l).

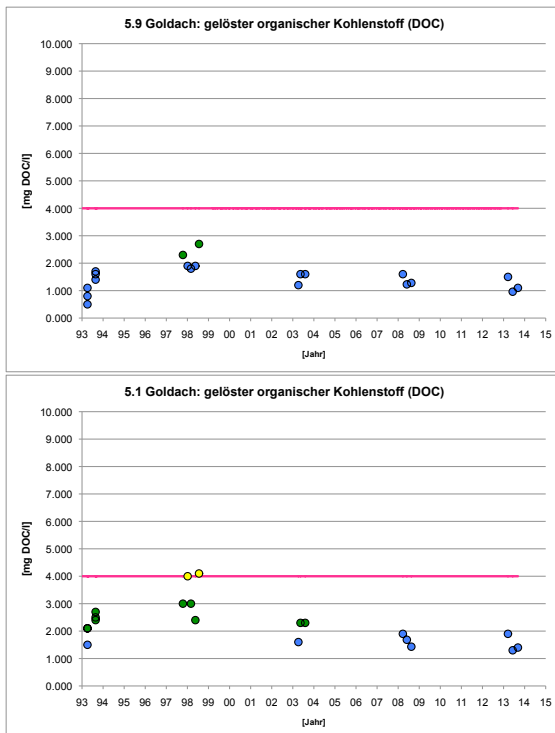
### Orthophosphat

Sieht man von den häufigen Werten von 0.05 mg PO<sub>4</sub>-P/l ab, die offenbar an der Nachweisgrenze der früher verwendeten Messmethodik lagen, kam es in der Vergangenheit in der Goldach an beiden Stellen immer wieder mal zu hohen Orthophosphatkonzentrationen mit Werten bis zu 0.3 mg P/l. Da sie bereits oberhalb dem Einflussbereich einer Abwasserreinigungsanlage auftraten ist davon auszugehen, dass Abschwemmereignisse nach nicht sachgemässer Ausbringung von Hofdünger (Düngen bei Regenwetter) dafür verantwortlich sind. In den letzten 4 Jahren erreichten die Konzentrationen nur noch selten Werte, die ausserhalb der Belastungsklassen „gut“ bis „sehr gut“ lagen. Die seltenen Fälle waren durchwegs in der Belastungsklasse „mässig“.



**Fig. 71:** Verlauf der Orthophosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Goldach 5.9 und 5.3.

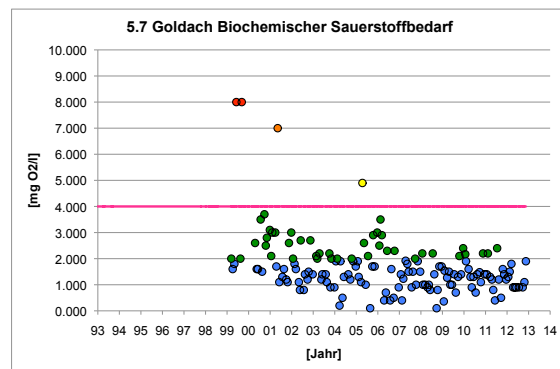
**DOC und Biochemischer Sauerstoffbedarf**



**Fig. 72:** Verlauf der DOC-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Goldach 5.9 und 5.1.

Die Belastung der Goldach mit gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) hat seit Beginn der fünfjährigen Erhebungen 1993 tendenziell abgenommen. Nach sporadischen Grenzwertüberschreitungen 1999 ist der DOC-Gehalt zurückgegangen und liegt im Oberlauf (Stelle 5.9) seit 2003 und an der Kantonsgrenze bei der Achmüli seit 2008 innerhalb der Zustandsklasse „sehr gut“.

Der generell abnehmende Trend ist auch beim biologischen Sauerstoffbedarf BSB<sub>5</sub> ersichtlich. Die monatlichen Stichproben verlagerten sich in der Periode zwischen 1998 bis 2013 zunehmend von der Zustandsklasse „gut“ in die Zustandsklasse „sehr gut“. Eigentliche Grenzwertüberschreitungen kamen seit 2005 nicht mehr vor.



**Fig. 73:** Verlauf des BSB<sub>5</sub> im Zeitraum 1999-2013 an der Stelle Goldach 5.7 nach dem Zufluss des Säglibaches, dem Vorfluter der ARA Trogen.

**8.4 Makrozoobenthos**

Das Makrozoobenthos der Goldach zeigt grundsätzlich an allen Stellen einen guten Gewässerzustand an. Seine Zusammensetzung und der Verlauf der Gesamtindividuenzahl der einzelnen Gruppen weisen auf eine mögliche Belastung aus dem Säglibach hin, die jedoch moderat ausfällt.

**8.4.1 IBCH und Makroindex**

IBCH und Makroindex weisen 2013 über die gesamte Fliessstrecke auf einen guten biologischen Gewässerzustand hin. Der IBCH sinkt innerhalb der Stufe „gut“ von 15 bei der Stelle 5.9 im Oberlauf über die gesamte Fliessstrecke bis zur Kantonsgrenze auf 14 ab. Gemäß dem

Makroindex ist die Goldach an allen vier untersuchten Stellen in einem „sehr guten“ Zustand. Beide Güteindizes erreichen die entsprechenden ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung problemlos.

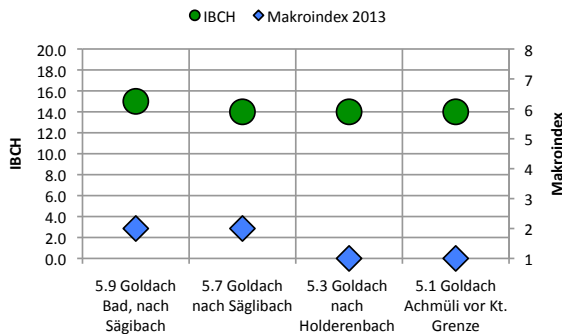


Fig. 74: IBCH und Makroindex 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Goldach.

#### 8.4.2 Diversität

Die Abundanz-Diversität sowohl auf Familienstufe als auch auf Stufe der am tiefsten bestimmten systematischen Einheiten ist im Oberlauf der Goldach am höchsten. Sie sinkt nach dem Zufluss des Säglibaches und dem Abwasser aus der ARA Trogen um ca. ein Drittel. Zwischen den Stellen 5.7 und 5.3 steigt sie wieder deutlich an und bleibt bis zur Kantonsgrenze bei der Achmüli unverändert. Die Biomasse-Diversität steigt vom Oberlauf zum Unterlauf der Goldach kontinuierlich an. Insgesamt deutet der Verlauf der drei Diversitäts-Parameter auf eine leichte Beeinträchtigung des Makrozoobenthos an der Stelle Goldach 5.7 unterhalb des Säglibachzuflusses hin.

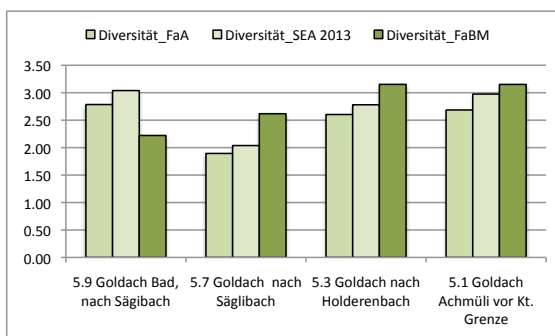


Fig. 75: Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Goldach.

#### 8.4.3 Biomasse und Individuendichte

Die Gesamtindividuendichte ist 2013 generell höher als bei den früheren Untersuchungen. 2002 wurde die Makrozoobenthosgemeinschaft durch ein massives Hochwasser abgeschwemmt. In der Folge wies die nächste Generation 2003 nur eine sehr geringe Dichte auf. 2008 lag sie generell höher, obwohl die Dichten von Stelle zu Stelle deutlich schwankten. 2013 ist die hohe Gesamtindividuendichte unterhalb des zufließenden Säglibaches auffällig. Sie wird vor allem durch die grosse Dichte der Zuckmücken verursacht, die biomassenmässig aber weniger ins Gewicht fallen.

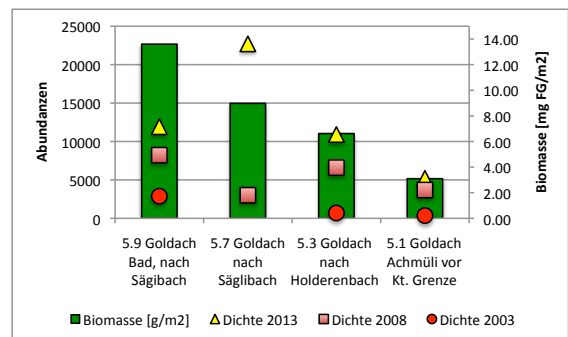


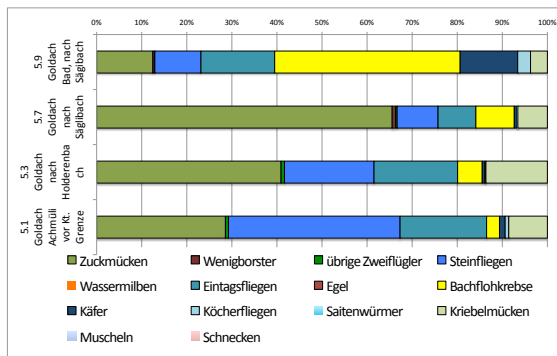
Fig. 76: Biomasse 2013 und Gesamtindividuendichte 2003-2013 des Makrozoobenthos an den 4 Stellen der Goldach.

Die Biomasse nimmt 2013 vom Quellbereich bis bis zur Achmüli fast linear ab. Während beim Bad an der Stelle 5.9 noch rund 13 g/m<sup>2</sup> vorhanden sind, erreicht die Biomasse an der Kantonsgrenze bei der Achmüli noch ganze 3 g/m<sup>2</sup>. Entsprechend ist auch die Nahrungsbasis für die Fische dort beträchtlich ausgedünnt.

#### 8.4.4 Zusammensetzung des Makrozoobenthos

Die Stelle 5.9 Bad hebt sich bezüglich des Taxaspektrums deutlich von den andern drei Stellen ab. Die Flohkrebse erreichen hier eine grosse Dominanz, während sie bei den übrigen Stellen nur marginal vertreten sind. Dies hauptsächlich auf Kosten der Zuckmücken. Weiter kommen hier Käferlarven in grösserer Häufigkeit vor. Bei den übrigen Stellen ist das Spektrum der häufigsten Taxagruppen ähnlich, obwohl deren Häufigkeiten sich bis zur Kantonsgrenze noch stark verändern. Der generelle Trend zeigt

eine Abnahme der Zuckmücken von 65% beim Chastenloch auf unter 30% bei der Achmüli. Auf der andern Seite steigt die relative Häufigkeit der Stein- und Eintagsfliegen kontinuierlich an.



**Fig. 77:** Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den vier Stellen im Einzugsgebiet der Goldach.

Der Verlauf der Zuckmückenhäufigkeit deutet auf eine erhöhte Fracht von organischen Partikeln aus dem Säglibach hin, von welchen sie sich meistens ernähren. Eine mögliche Quelle ist das Abwasser aus der ARA Trogen. Der abnehmende Häufigkeitsverlauf über die folgenden beiden Stellen und der zunehmende Anteil der Stein- und Eintagsfliegen manifestiert den stattfindenden Selbstreinigungsprozess in der Goldach.

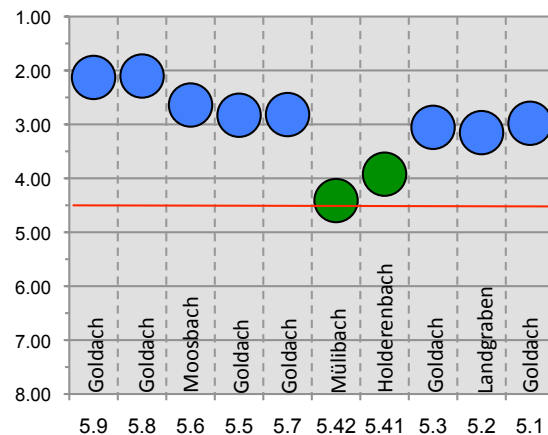
## 8.5 Kieselalgen

Der Kieselalgenindex DI-CH und die Indikation bezüglich der organischen Belastung erfüllen in der Goldach die ökologischen Ziele der GSchV. Beide Parameter zeigen im Gewässerlauf eine zunehmende Belastung an, wobei der Trend bei der organischen Belastung stärker ist. Im Mülibach ist das ökologische Ziel der GSchV bezüglich der organischen Belastung nicht mehr erreicht.

### 8.5.1 Gesamtbelastung gemäß DI-CH

Der Kieselalgenindex DI-CH zeigt für die untersuchten Gewässer im Einzugsgebiet der Goldach einen „guten“ bis „sehr guten“ Zustand an. Innerhalb der höchsten Gütestufe ist aber über die auf ausserrhodischem Gebiet liegende Fließstrecke der Goldach eine leicht zunehmen-

de Belastung (zunehmender DI-CH) erkennbar. Deutlich stärker belastet sind die Zuflüsse Mülibach (Vorfluter der ARA Speicher) und Holderenbach (Vorfluter der ARA Rehetobel). Der Kieselalgenindex entspricht in beiden Zuflüssen aber immer noch einem guten Zustand.



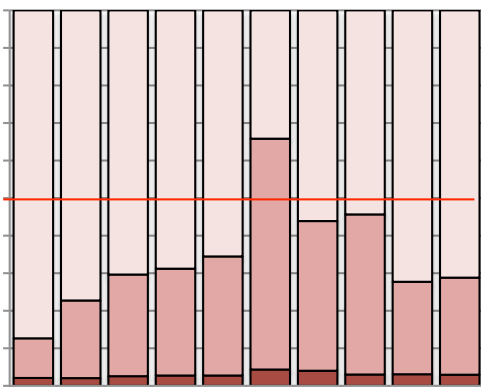
**Fig. 78:** Gesamtbelastung der Gewässer nach DI-CH im Einzugsgebiet der Goldach 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erreicht, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall.

### 8.5.2 Organische Belastung

Bezüglich der organischen Belastung geben die Kieselalgen ein etwas differenzierteres Bild. In der Goldach nimmt der Anteil der belastungssensiblen Kieselalgen kontinuierlich bis zur Stelle Zweibrücken (5.3) ab, was auf eine stetige Zunahme der organischen Belastung hinweist. Aufgrund der Häufigkeitsverteilung zwischen den vier Indikatorgruppen erreicht dort die Goldach das ökologische Ziel der GSchV nur knapp. Der Anteil der sensiblen Kieselalgen liegt gerade noch über der 50%-Marke. Dies entspricht knapp der Gütestufe II.

Ebenfalls knapp erfüllt ist das ökologische Ziel bezüglich der organischen Belastung im Holderenbach. Hingegen erfüllt der Mülibach dieses klar nicht mehr. Der Anteil der belastungssensiblen Kieselalgen beträgt hier noch 35% was der Gütestufe II-III entspricht. Die organischen Stoffe gelangen vermutlich über das gereinigte Abwasser der ARA Speicher ins Gewässer.





**Fig. 79:** Organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet der Goldach 2013. Das ökologische Ziel ist erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile über 50% sind.

## 8.6 Gesamtbeurteilung

### 8.6.1 Aktueller Zustand

Im Einzugsgebiet der Goldach zeigen die biologischen Indikatoren insgesamt einen „guten“ bis „sehr guten“ Gewässerzustand an. Gemäß dem Kieselalgenindex DI-CH ist die Gewässergüte im Mülibach und Holderenbach „gut“ an allen übrigen untersuchten Stellen „sehr gut“. Hinsichtlich der organischen Stoffe zeigen die Kieselalgen in der Goldach eine stetige Belastungszunahme zwischen den Stellen 5.9 und 5.3 auf. Im Mülibach sind die ökologischen Ziele der GSchV aufgrund der Kieselalgenindikation nicht mehr erreicht. Insgesamt reagieren die Kieselalgen stärker hinsichtlich der organischen Belastung. Die Zusammensetzung der Makroinvertebraten unterscheidet sich qualitativ an den untersuchten Stellen kaum. Quantitativ unterscheidet sich der weniger belastete Oberlauf durch eine geringere Zweiflügler- und grössere Bachflohkrebspopulation von den übrigen drei Stellen. Der IBCH und der Makroindex zeigen an allen untersuchten Stellen einen „guten“ (Makroindex) bis „sehr guten“ (IBCH) biologische Gewässerzustand an.

Die Goldach erfüllt die Anforderungen bezüglich des chemischen Zustandes vollumfänglich. Die Nitrat-, Nitrit-, Ammonium- und DOC-Gehalte entsprechen den Zustandsklassen „sehr gut“ und „gut“. Dies gilt auch für den Gesamt-

phosphor. Bei der Achmüli lag die Phosphatkonzentration bei mindestens einer von drei Stichproben in der Zustandklasse „mässig“ und erreicht damit das ökologische Ziel der GSchV noch nicht.

### 8.6.2 Entwicklung seit 1993

Zwischen 2003 und 2008 haben sich die biologischen Güteparameter in der Goldach im Abschnitt zwischen der Holderenbachmündung und der Achmüli deutlich verbessert. Gemäß der Kieselalgenindikation waren die Anforderungen der GSchV 2003 nicht mehr eingehalten und bezüglich des Makroindex nur knapp erfüllt. Dies war auf den stark beeinträchtigten Holderenbach zurückzuführen. Seit 2008 sind die Anforderungen hinsichtlich der biologischen Kriterien eingehalten und haben sich in den letzten fünf Jahren noch leicht verbessert. Heute zeigen sie „gute“ bis „sehr gute“ Verhältnisse auf.

Die Belastung durch chemische Stoffe ist über die letzten 20 Jahre an beiden Stellen gleichgeblieben. Ein eindeutiger Trend ist mit Ausnahme der organischen Stoffe bei keinem der untersuchten chemischen Parameter festzustellen. Der BSB<sub>5</sub> und der DOC haben in diesem Zeitraum stetig abgenommen. Grundsätzlich war über den gesamten Zeitraum gesehen der Oberlauf (Stelle 5.9) weniger mit chemischen Stoffen belastet als der Unterlauf (Stelle 5.3). Auch wenn vereinzelte Stichproben vor 2008 die Anforderungen bezüglich Ammonium, Nitrit, DOC und BSB<sub>5</sub> nicht eingehalten haben, waren diese statistisch gesehen über den gesamten Zeitraum erfüllt (80% der Werte haben die Anforderungen erfüllt). Die Phosphorbelastung ist jedoch gemessen an der Zustandsklassierung des Moduls Chemie auch in der jüngeren Vergangenheit immer noch zu hoch und erreicht die ökologischen Ziele nicht.

## 9 Einzugsgebiet Rheintal

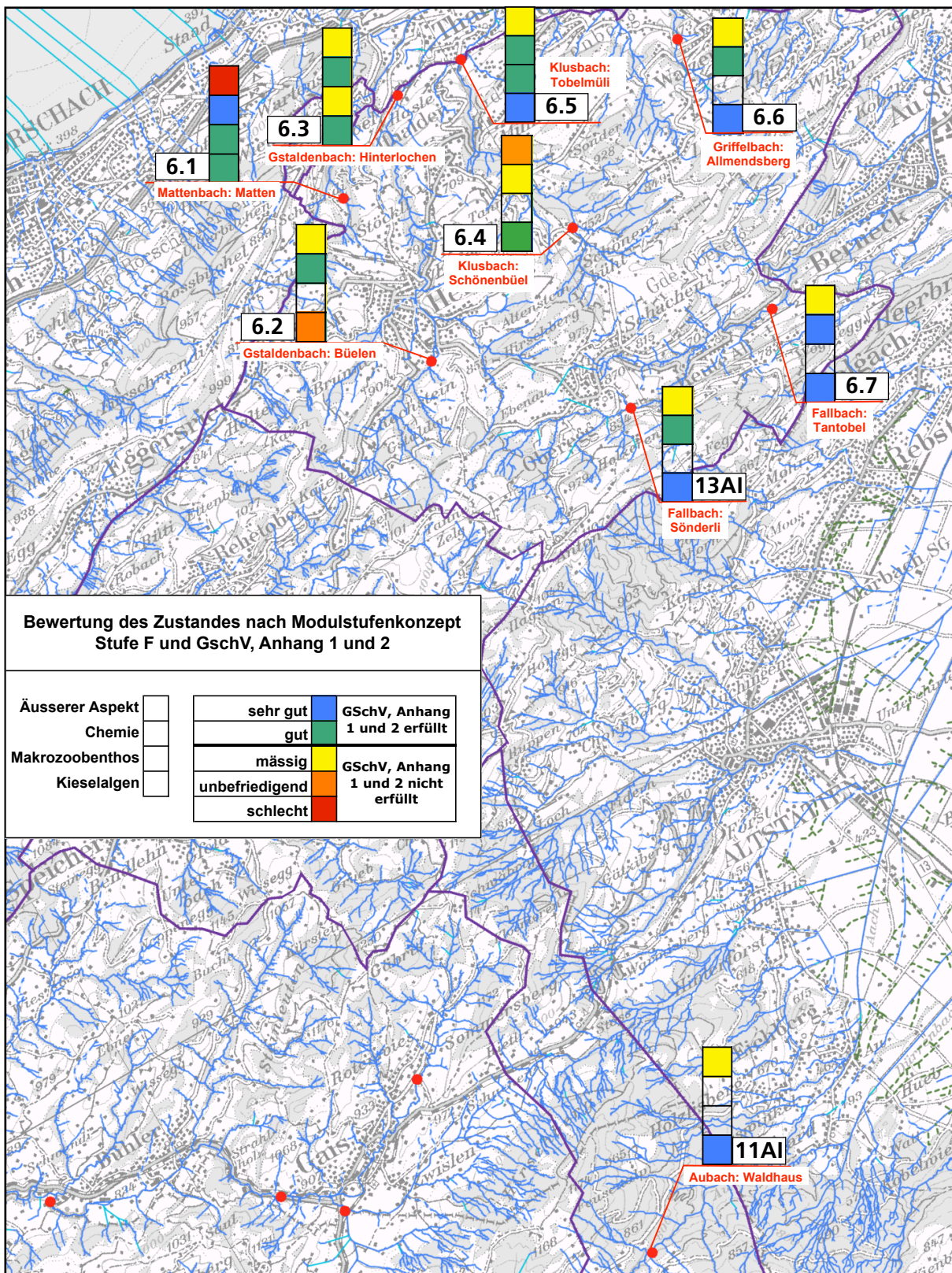


Abb. 9: Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet des Rheintals gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2 GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.

## 9.1 Hydrologie

### 9.1.1 Abflussverhältnisse

Die ins Einzugsgebiet des Rheintals fließenden appenzellischen Gewässer werden hydrometrisch nicht direkt überwacht. Die einzige Messstelle im Gebiet liegt am Freibach (SG), welcher für Abflussdynamik der übrigen Gewässer als repräsentativ angesehen werden kann. Von dieser Stelle gibt es keine Temperaturaufzeichnungen. Die Abflussmessreihen erstrecken sich erst über 2 Jahre. Langjährige statistisch gesicherte Referenzwerte fehlen somit noch. Da die Witterungsbedingungen der Jahre 2012 und 2013 als „durchschnittlich“ angesehen werden können ist die Verwendung der Messwerte näherungsweise zulässig.

Anlässlich der Probenahmen im Frühling und Sommer herrschten Abflussbedingungen vor, die hydrologisch dem oberen Mittelwasserbereich entsprechen. Im Herbst herrschten sogar knapp Hochwasserbedingungen ( $>3MQ$ ). Diese lagen etwa beim  $Q_{20}$  ( $1.71 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

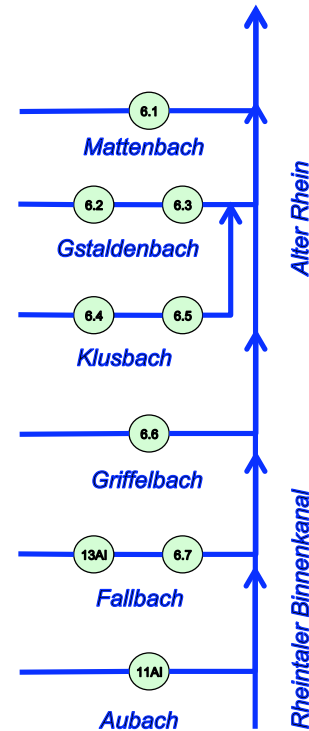
Einzugsgebiet Rheintal							
		Frühjahr		Sommer		Herbst	
		Datum	Q	Datum	Q	Datum	Q
6.1	Mattenbach	01.04.13	0.168	03.07.13	0.178	02.10.13	0.025
6.2	Gstaldenbach	29.03.13	0.256	03.07.13	0.117	02.10.13	0.028
6.3	Gstaldenbach	29.03.13	0.810	03.07.13	0.398	30.09.13	0.255
6.4	Klusbach	01.04.13	0.173	07.07.13	0.030	02.10.13	0.014
6.5	Klusbach	01.04.13	0.265	03.07.13	0.306	30.09.13	0.088
6.6	Griffelbach	01.04.13	0.039	07.07.13	0.018	02.10.13	0.002
13	Fallbach	11.04.13	0.192	07.07.13	0.057	02.10.13	0.021
6.7	Fallbach	01.04.13	0.343	07.07.13	0.097	02.10.13	0.038
11AI	Aubach	11.04.13	0.520	07.07.13	0.094	30.09.13	0.037
	Freibach	Q1	5.51		5.51		5.51
		Qm	0.551		0.551		0.551
		Q347	0.096		0.096		0.096

**Tab. 31:** Abflussbedingungen in den appenzellischen Zuflüssen des Alten Rheins zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den Kennwerten  $Q_1$ ,  $Q_m$ , und  $Q_{347}$  2012 an der hydrometrischen Stelle des Freibaches (HO1501 AFU St. Gallen).

### 9.1.2 Untersuchtes Gewässersystem

Das appenzellische Gewässersystem im Einzugsgebiet des Rheintals umfasst 9 Probenahmestellen. Je 2 Stellen befinden sich an Gstaldenbach, Klusbach und Fallbach. Mattenbach, Griffelbach und Aubach werden durch je eine Stelle überwacht. Alle 9 Stellen wurden dreimal beprobt wobei am Aubach keine chemischen Stichpro-

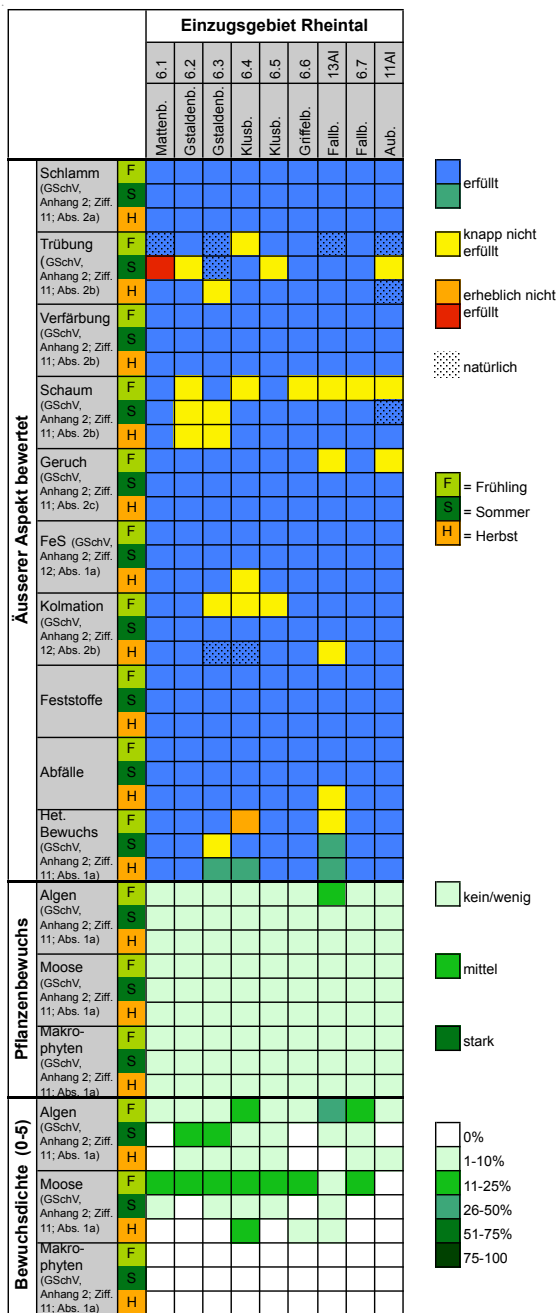
ben genommen wurden. Im gesamten Einzugsgebiet wird das Schmutzwasser aus den Siedlungsentwässerungen in der ARA Altenrhein gereinigt.



**Fig. 80:** Gewässersystem, Probenahmestellen, (ARA's gibt es keine) im Einzugsgebiet der appenzellischen Zuflüsse des Alten Rheins und des Rheintaler Binnenkanals.

## 9.2 Äusserer Aspekt

Alle Gewässer im Einzugsgebiet des Rheintals waren mindestens in einem der Merkmale des Äusseren Aspektes beeinträchtigt. Tendenziell traten die Beeinträchtigungen im Frühjahr gehäuft auf, waren aber auch in den andern Jahreszeiten festzustellen. Am häufigsten wurden Schaumbildung, Trübung, sichtbarer heterotropher Bewuchs und vereinzelt auch mässig kolmatierte Bachsohlen beobachtet. Am stärksten war der Gstaldenbach im äusseren Aspekt beeinträchtigt. An der Stelle 6.3 vor der Kantonsgrenze konnte während der Probenahme ein Anstieg der Schaumbildung und Trübung, verbunden mit einem anschwellenden Abfluss festgestellt werden. Das Auftreten von heterotrophem Bewuchs zeigt, dass solche Episoden im Gstaldenbach häufiger vorkommen.



**Fig. 81:** Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet des Rheintaler Binnenkanals und Alten Rheins.

Bemerkenswert ist auch die starke helle Trübung im Mattenbach bei der Sommeraufnahme am 7. 3. 2013. Aufgrund der Befunde bei den andern Parametern des äusseren Aspektes, aber auch der Chemie und Biologie, kann eine Trübung durch häusliches Abwasser ausgeschlossen werden (keine organischen Belastungszeichen). Organische Belastungen führten im Oberlauf des Klusbaches und im Fallbach zu he-

terotrophem Bewuchs. Im Klusbach kann das natürliche Gründe (organische Böden des Neuenriet) haben. Hingegen spielen beim Fallbach anthropogene Faktoren eine Rolle.

Der pflanzliche Bewuchs war in allen Gewässern im Frühjahr am dichtesten, aber nie im Bereich einer unnatürlichen Dichte.

### 9.3 Chemische Parameter

#### 9.3.1 Zustand 2013

Aus den Stichprobenuntersuchungen ist zu vermuten, dass die Gewässer im Rheintal-Einzugsgebiet übermässig mit Phosphor (PO<sub>4</sub>-P, Gesamt-P) belastet sind. Die entsprechenden Zustandsklassen reichen von „mässig“ bis „schlecht“. Deutlich besser schneiden sie bezüglich der DOC-, Nitrit-, Nitrat- und Ammoniumbelastung ab. Abgesehen von einer Stichprobe (DOC) sind die entsprechenden Anforderungen der GSchV erfüllt.

#### Phosphorbelastung

Mit Ausnahme des Klusbaches kurz vor der Kantonsgrenze sind alle Gewässer im Einzugsgebiet des Rheintaler Binnenkanals zu stark mit Phosphor belastet. Am stärksten sind dies der Klusbach unterhalb Schönenbüel und der Oberlauf des Fallbaches bei Sönderli.

Nr.	Gewässer	Ort	PO4-P [mg/l]			Ptot [mg/l]		
			F	S	H	F	S	H
6.1	Mattenbach	Matten	0.020	0.020	0.030	<0.04	0.070	<0.04
6.2	Gstaldenbach	Büelen	0.080	0.040	0.110	<0.04	0.070	0.060
6.3	Gstaldenbach	Hinterlochen	0.040	0.030	0.060	<0.04	0.070	0.050
6.4	Klusbach	Schönenbüel	0.170	0.050	0.040	0.110	<0.04	<0.04
6.5	Klusbach	Tobelmüli	0.020	0.020	0.030	<0.04	<0.04	<0.04
6.6	Griffelbach	Allmendsberg	0.010	0.040	0.040	<0.04	<0.04	<0.04
13AI	Fallbach	Sönderli	0.040	0.060	0.040	0.160	<0.04	<0.04
6.7	Fallbach	Tantobel	0.020	0.060	0.040	<0.04	<0.04	<0.04

**Tab. 32:** Beurteilung der Phosphor-Belastung im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins (5 Zustandsklassen).

Hinsichtlich Phosphat und Gesamtphosphor ist der Zustand an diesen beiden Stellen „unbefriedigend“ bis „schlecht“. Der Unterlauf des Gstaldenbaches und der Fallbach im Tantobel zeigen ebenfalls „unbefriedigende“ Phosphatwerte. Der Gesamtphosphorgehalt ist dagegen

besser (Zustandsklassen „mässig“ bis „sehr gut“).

### Nitrat- und DOC-Belastung

Alle Gewässer im Rheineinzugsgebiet erfüllen die Anforderungen der GSchV bezüglich der Nitratbelastung. Die Konzentrationen liegen meistens im Bereich der Zustandsklasse „sehr gut“. Bei drei Probenahmestellen wurden Werte im Bereich der Klasse „gut“ ermittelt.

Die DOC-Konzentrationen erfüllen an acht Untersuchungsstellen die Anforderungen der GSchV. Der DOC des Klusbachs unterhalb des Neienriets ist bei einer Stichprobe mit 5.2 mg C/l, nur „mässig“. Die Stelle liegt unterhalb des Quellgebietes mit einem hohen Anteil an anorganischen Böden. Erhöhte DOC-Werte sind deshalb aus natürlichen Gründen zu erwarten.

Nr.	Gewässer	Ort	NO <sub>3</sub> -N [mg/l]			DOC (mg/l)		
			F	S	H	F	S	H
6.1	Mattenbach	Matten	1.4	1.3	1.2	1.50	1.40	1.50
6.2	Gstaldenbach	Büelen	1.4	1.3	1.0	2.80	1.80	2.80
6.3	Gstaldenbach	Hinterlochen	1.3	1.3	1.2	2.00	1.90	2.30
6.4	Klusbach	Schönenbüel	2.3	1.6	1.4	5.20	2.60	3.60
6.5	Klusbach	Tobelmüli	1.8	1.5	1.5	1.90	1.80	2.30
6.6	Griffelbach	Allmendsberg	1.8	1.3	1.3	1.50	1.50	1.40
13AI	Fallbach	Sönderli	1.4	1.2	1.2	2.30	1.50	1.50
6.7	Fallbach	Tantobel	1.4	1.3	1.2	1.60	1.30	1.40

**Tab. 33:** Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins (5 Zustandsklassen).

### Nitrit- und Ammonium-Belastung

Bezüglich der Nitrit- und Ammoniumkonzentrationen befinden sich die Bäche im Einzugsgebiet des Rheintals allgemein in einem „guten“ bis „sehr guten“ Zustand. Die Anforderungen für Nitrit und Ammonium sind bei allen Stichproben eingehalten. Für beide Stoffe sind in diesen Gewässern keine fischtoxischen Konzentrationen zu erwarten.

Nr.	Gewässer	Ort	NO <sub>2</sub> -N [mg/l]*			NH <sub>4</sub> -N [mg/l]**		
			F	S	H	F	S	H
6.1	Mattenbach	Matten	0.003	0.002	0.002	<0.01	0.020	0.020
6.2	Gstaldenbach	Büelen	0.008	0.003	0.002	0.050	0.010	0.020
6.3	Gstaldenbach	Hinterlochen	0.010	0.005	0.011	0.090	0.030	0.060
6.4	Klusbach	Schönenbüel	0.014	0.004	0.002	0.170	0.010	0.020
6.5	Klusbach	Tobelmüli	0.003	0.005	0.003	0.010	0.020	0.020
6.6	Griffelbach	Allmendsberg	0.006	0.003	0.002	0.070	0.010	0.020
13AI	Fallbach	Sönderli	0.003	0.002	0.004	0.020	0.010	0.030
6.7	Fallbach	Tantobel	0.007	0.002	0.002	0.010	0.010	0.020

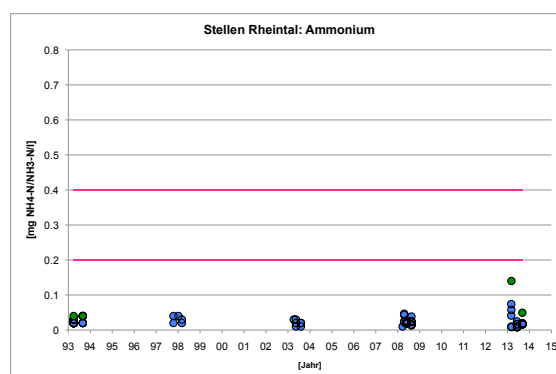
**Tab. 34:** Beurteilung der Nitrit- und Ammonium-Belastung im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur.

### 9.3.2 Entwicklung 1993 bis 2013

Die Entwicklung der chemischen Belastung wurde anhand der Daten 1993-2013 aller Stellen im Rheintaleinzugsgebiet analysiert.

#### Ammonium

Im Zeitraum zwischen 1993 und 2008 blieben die Ammoniumkonzentrationen in den untersuchten Zuflüssen des Binnenkanals und des Alten Rheins meist unter 0.05 mg NH<sub>4</sub>-N/l. Erst in der Untersuchung 2013 traten etwas höhere Konzentrationen auf. Diese betreffen den Klusbach an der Stelle 6.4 (0.14 mg/l) bei Schönenbüel unterhalb Heiden und den Gstaldenbach an der Stelle 6.3 bei Hinterlochen (0.07 mg/l). Die Ammoniumkonzentrationen erfüllten über den gesamten Zeitabschnitt zwischen 1993 und 2013 die heute geltenden Anforderungen der GSchV.

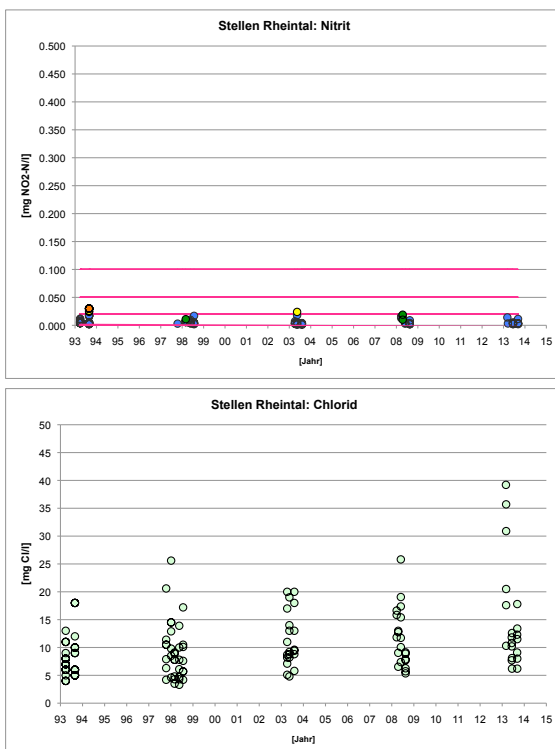


**Tab. 35:** Verlauf der Ammoniumkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins.

Gemäss der Bewertung des Moduls Chemie des Modulstufenkonzeptes liegen die Werte mehrheitlich innerhalb der Zustandsklasse „sehr gut“. Lediglich vier Stichproben mussten der Zustandsklasse „gut“ zugeordnet werden.

### Nitrit

Die Nitritkonzentrationen haben in der Vergangenheit nur zweimal die Anforderungen der GSchV nicht erfüllt. 1993 lag eine Stichprobe in der Zustandsklasse „unbefriedigend“ und 2003 in der Klasse „mässig“. Ab 2008 konnten in allen 5 Gewässern die Anforderungen eingehalten werden. 2013 lagen alle Nitritwerte innerhalb der Klasse „sehr gut“. Dies ist nicht zuletzt darauf zurückzuführen, dass die Chloridkonzentrationen tendenziell seit 1993 gestiegen sind.

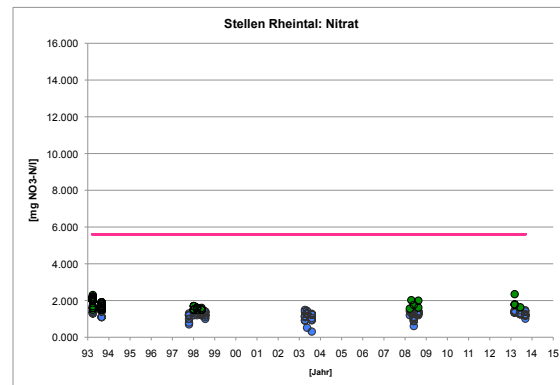


**Fig. 82:** Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins.

### Nitrat

Die Anforderungen der GSchV wurden seit 1993 durchwegs eingehalten. Die Nitratkonzentrationen der Stichproben verteilten sich in allen untersuchten Gewässerabschnitten auf die

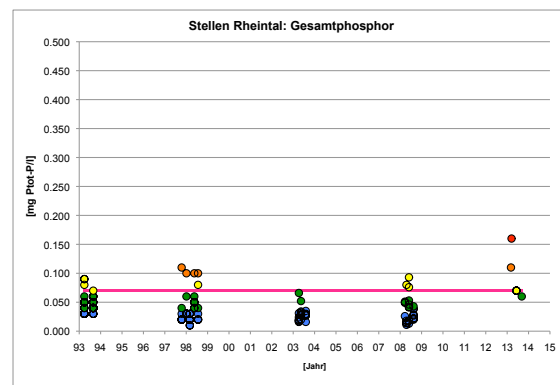
Zustandsklassen „sehr gut“ bis „gut“.



**Fig. 83:** Verlauf der Nitratkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins.

### Gesamtphosphor

Bezüglich der Konzentration des Gesamtphosphors konnten im Zeitraum 1993-2013 die Ziele der GSchV an einzelnen Stellen nicht immer erreicht werden. Die Häufigkeit der Werte in den Zustandsklassen „mässig“ bis „schlecht“ lagen insbesondere im Gstaldenbach, Klusbach und Fallbach über 20%.

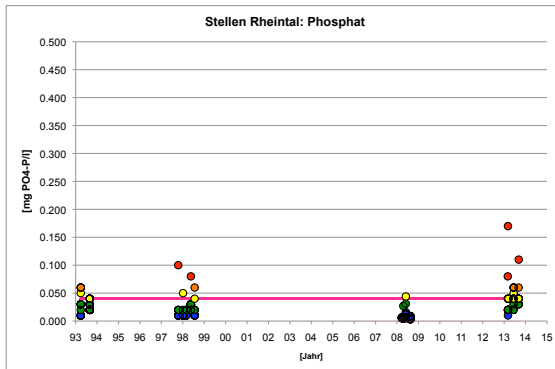


**Fig. 84:** Verlauf der Gesamtphosphor-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins.

### Orthophosphat

Beim Orthophosphat zeigt sich ein ähnliches Bild wie beim Gesamtphosphor. Die betreffenden ökologischen Ziele der GSchV wurden vor allem in den Jahren 1993, 1998 und 2013 häufig überschritten. Die Konzentrationswerte erreichten teilweise die Zustandsklasse „schlecht“. Die Stichproben mit Gehalten über den Zielwerten verteilten sich unsystematisch auf

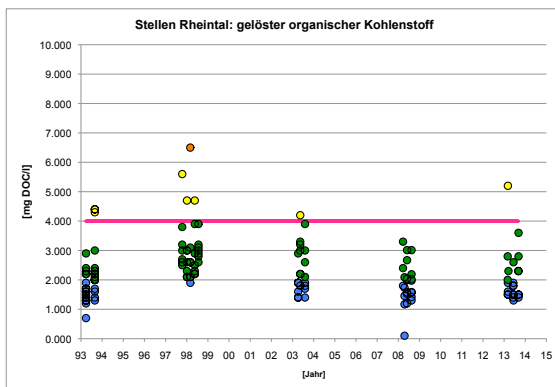
alle untersuchten Gewässerstellen. Auffällig ist der sehr hohe Wert von 0.16 mg P im Fallbach an der Stelle 13 AI.



**Fig. 85:** Verlauf der Phosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins.

### Gelöster organischer Kohlenstoff

Der DOC-Gehalt ist seit Beginn der fünfjährigen Messreihen 1993 tendenziell zurückgegangen. Am stärksten waren die heute geltenden Anforderungen 1998 überschritten. 2008 wurden sie an allen Stellen wieder eingehalten. 2013 ist die Anforderung der GSchV bei einem Messwert nicht erfüllt.



**Fig. 86:** Verlauf der Konzentration an gelöstem organischem Kohlenstoff im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins.

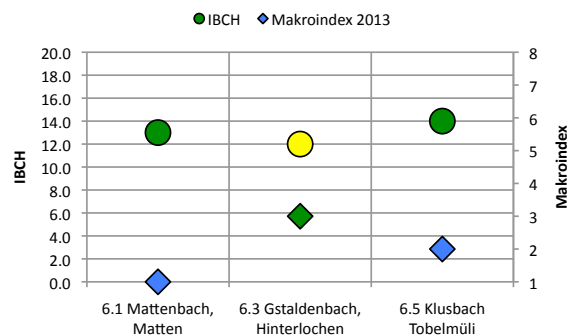
Die Überschreitungen betrafen den Gstaldbach unterhalb Heiden und den Klusbach bei Schönenbüel. Die letztere Stelle liegt unterhalb eines ehemaligen Moorgebietes, dessen noch vorhandene organische Böden natürlicherweise erhöhte DOC-Gehalte im Klusbach verursachen.

## 9.4 Makrozoobenthos

Gemäß den biologischen Indizes IBCH und Makroindex entspricht der Mattenbach einem „guten“, der Klusbach einem „guten“ bis „sehr guten“ Gewässerzustand. Dies war auch schon bei den früheren Untersuchungen der Fall. Der Zustand des Gstaldbachs ist einmal mehr „mässig“ (IBCH) bis „gut“ was die Befunde der früheren Untersuchungen in den Jahren 2003 und 2008 bestätigt.

### 9.4.1 IBCH und Makroindex

Im Mattenbach und im Klusbach zeigen der IBCH (13,14) und der Makroindex (1, 2) mindestens einen „guten“ Zustand an. Der Gstaldbach entspricht bezüglich der Zusammensetzung des Makrozoobenthos einem „mässigen“ Gewässerzustand (IBCH 12). Der Makroindex liegt noch knapp in der Zustandsklasse „gut“ (Indexwert 3). ARA-Abwasser kann als Ursache ausgeschlossen werden, da im gesamten Einzugsgebiet das Abwasser direkt der ARA Altenrhein zugeführt wird. Die verbleibende unbekannte Belastungsquelle war schon bei den früheren Untersuchungen 2003 und 2008 biologisch wirksam.

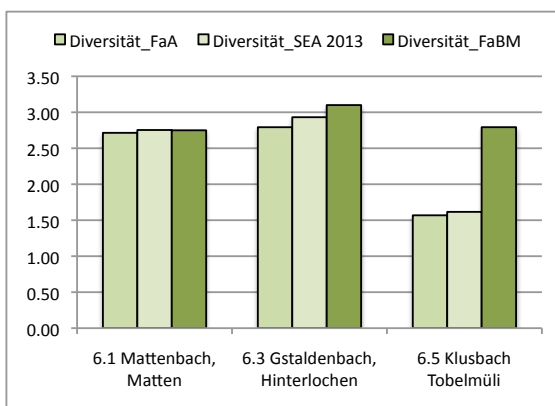


**Fig. 87:** IBCH (Kreise) und Makroindex (Rauten) 2013 an den 3 Stellen der Rheintaler Gewässer.

### 9.4.2 Diversität H

Bei der Diversität des Makrozoobenthos ist im Unterlauf des Gstaldbaches (Stelle 6.3) kein Einfluss ersichtlich. Sie entspricht in etwa derjenigen im Mattenbach. Alle drei Diversitätsparameter liegen an diesen beiden Stellen nahe beieinander. Das Makrozoobenthos des Klusbaches ist deutlich weniger ausgewogen. Seine Diversität ist rund eine Indexeinheit tiefer als in

den vom Typ her vergleichbaren Gewässern der andern beiden Stellen. Die tiefen Diversitäten bezüglich der Abundanzen (FaA, SEA) werden durch eine enorm grosse Zuckmückenpopulation hervorgerufen. Diese fällt aber biomassenmässig weniger ins Gewicht, was sich in einem wesentlich höheren und mit den andern Stellen vergleichbaren Diversitätswert äussert. Hinsichtlich der Individuenzahlen ist die Vielfalt des Makrozoobenthos im Klusbach unausgewogen, hingegen ist die funktionelle Vielfalt (biomassenbezogene Diversität) auf dem Niveau der andern beiden Gewässer.



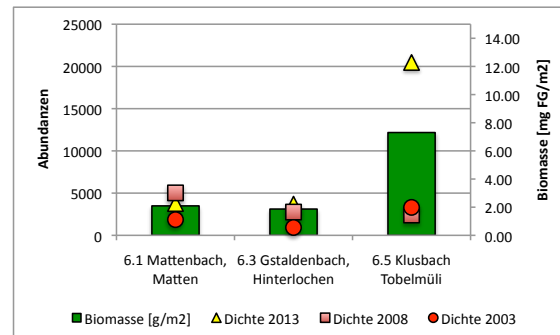
**Fig. 88:** Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 3 Stellen im Einzugsgebiet der Rheintaler Gewässer.

**9.4.3 Biomasse und Individuendichte**

Die Organismendichten und die Gesamtbiomasse sind im Mattenbach und Gstaldenbach identisch. Mit rund 4000 Individuen pro m<sup>2</sup> und einer Biomasse von ca. 2 g/m<sup>2</sup> (20 kg/ha) ist das Makrozoobenthos eher bescheiden vertreten. Die Dichten 2013 bestätigen die Befunde aus den früheren Jahren, wobei die generell tieferen Werte im Jahr 2003 mit dem Hochwasserereignis im Herbst 2002 zusammenhängen, bei dem ein grosser Teil des Makrozoobenthos abgeschwemmt wurde.

Im Klusbach sind die Biomasse und die Individuendichte 2013 deutlich höher. Die höhere Biomasse ist nicht nur auf die grosse Zuckmückenpopulation zurückzuführen, sondern beruht auch auf grossen Biomassen der Flohkrebse, Stein- und Eintagsfliegen. Bei den früheren Untersuchungen waren die Individuendichte und

die Biomasse erheblich tiefer.

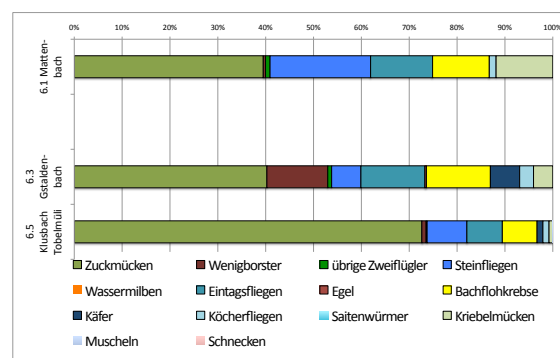


**Fig. 89:** Biomasse 2013 und Gesamtindividuendichte 2003-2013 des Makrozoobenthos an den 3 Stellen der Rheintaler Gewässer.

**9.4.4 Zusammensetzung des Makrozoobenthos**

In der Zusammensetzung und Häufigkeit der Makrozoobenthos-Gruppen sind sich der Mattenbach und der Gstaldenbach ähnlich. Dominiert werden beide Spektren von Zuckmücken, Stein- und Eintagsfliegen, Flohkrebse und Kriebelmücken. Im Gstaldenbach sind die belastungsempfindlichen Steinfliegen von den belastungsresistenten Wenigborstern und die Kriebelmücken von den Käfern zurückgedrängt.

Der Klusbach hat dieselben Taxagruppen wie die andern Gewässer, jedoch ist die relative Häufigkeit der meisten Taxa durch die starke Dominanz der Zuckmückenlarven wesentlich geringer.



**Fig. 90:** Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den drei Gewässern im Einzugsgebiet des Rheintals.

**9.5 Kieselalgen**

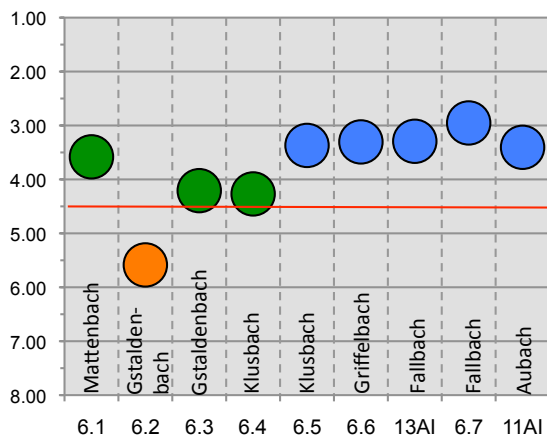
Im Einzugsgebiet des Rheintaler Binnenkanals sind die untersuchten Gewässer gemäß den Kieselalgenindizes in einem „guten“ bis „sehr



„guten“ Zustand. Davon ausgenommen ist der Gstaldbach oberhalb Heiden hinsichtlich der Gesamtbelastung und der Klusbach unterhalb dem Neienriet bezüglich der organischen Belastung. Beide Gewässer erreichen im untersuchten Abschnitt die entsprechenden ökologischen Ziele der GSchV nicht mehr.

### 9.5.1 Gesamtbelastung gemäß DI-CH

Bezüglich der Gesamtbelastung nach dem DI-CH sind mit Ausnahme des Gstaldbaches alle Gewässer in einem „guten“ bis „sehr guten“ Zustand. Der Zustand des Gstaldbaches ist bei der Stelle Büelen oberhalb Heiden „unbefriedigend“. Anlässlich der Probenahme wiesen Anwohner darauf hin, dass der Bach öfters schäumend und mit „Gülle“ versetzt daher komme. Die Kieselalgen bestätigen diese Äusserung. Weiter unten, vor der Kantonsgrenze erreicht er wieder knapp einen „guten“ Zustand. Moderat belastet ist auch der Klusbach unterhalb des Neienriets. Der Unterlauf des Klusbachs sowie Griffel-, Fall- und Aubach zeigen einen „sehr guten“ biologischen Zustand an.

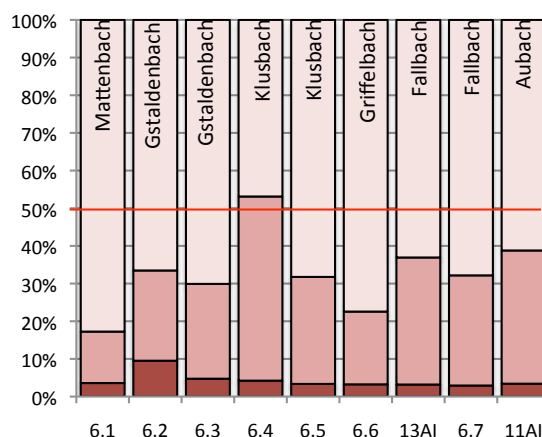


**Fig. 91:** Gesamtbelastung der Gewässer im Einzugsgebiet des Rheintaler Binnenkanals 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erfüllt, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall.

### 9.5.2 Organische Belastung

Die Belastung mit organischen Stoffen ist in den Gewässern des Rheintaleinzugsgebietes gemäß der Indikation der Kieselalgen moderat. Am wenigsten belastet ist der Mattenbach. 7 weitere Gewässer, darunter überraschenderwei-

se auch der Gstaldbach oberhalb Heiden, sind leicht mit organischen Stoffen belastet. Die Belastung entspricht der Gütestufe II bei welcher die entsprechenden ökologischen Ziele der GSchV noch eingehalten sind. Der Klusbach ist unterhalb dem Neienriet in einem Ausmass mit organischen Stoffen befrachtet, das diesem Ziel formal nicht mehr entspricht. Allerdings muss hier von natürlichen Gründen ausgegangen werden. Sein Quellgebiet liegt im Neienriet, welches in erhöhtem Masse organische Stoffe ans Gewässer freisetzt. Dies ist unter natürlichen Bedingungen schon der Fall und wird durch die dort betriebene Landwirtschaft noch verstärkt.



**Fig. 92:** Organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet des Rheintaler Binnenkanals 2013. Die GSchV-Anforderung ist erfüllt, wenn die hellbraunen Säulenanteile grösser als 50% sind.

Die „geringe“ organische Belastung des Gstaldbaches oberhalb Heiden steht im Widerspruch zu den Beobachtungen der Anwohner und der Indikation des DI-CH. Möglicherweise sind die Belastungen sporadisch und von so kurzer Dauer, dass die bezüglich der organischen Belastungskomponente empfindlichen Kieselalgen zu wenig darauf reagieren. Auch muss in Betracht gezogen werden, dass die starke Belastung durch andere Stoffkomponenten (anorganische Stoffe, biologisch schwer abbaubare organische Stoffe, etc.) hervorgerufen wird.

## 9.6 Gesamtbeurteilung

### 9.6.1 Aktueller Zustand

Im Gstaldenbach unterhalb Heiden zeigen der DI-CH und der Makroindex eine „schlechte“ bzw. „mässige“ Gewässergüte an. Weiter schlägt sich die natürlich erhöhte, organische Stofffracht aus dem Neienriet in einer Zusammensetzung der Differenzialartenarten der Kieselalgen nieder (Gütestufe II-III), welche formal das ökologische Ziel der GSchV nicht erreicht. An allen andern Gewässerstellen im Einzugsgebiet des Rheintals zeigt die biologische Gewässergüte einen „guten“ bis „sehr guten“ Zustand an. Dies namentlich im Mattenbach, Griffelbach, Fallbach, Aubach und Klusbach vor der Kantonsgrenze. Der Gstaldenbach ist vor der Kantonsgrenze übereinstimmend mit dem Befund beim Makrozoobenthos auch im äusseren Aspekt deutlich beeinträchtigt.

Chemische Parameter wurden im Einzugsgebiet des Rheintals an acht Stellen erhoben. Bezüglich Nitrat, Nitrit und Ammonium zeigten alle Stichproben einen „guten“ bis „sehr guten“ Zustand an. Dies gilt auch mehrheitlich für den DOC, welcher im Oberlauf des Klusbaches wie schon erwähnt das ökologische Ziel formal nicht mehr erreicht, dort aber natürlicherweise erhöht ist (Moorgebiet). Die Phosphorbelastung ist 2013 gemessen an den chemischen Zustandsklassen der mit Ausnahme des Klusbachs an der Kantonsgrenze in allen Gewässern zu hoch. Entweder lag der Phosphatwert oder der Gesamtposphor zwischen den Zustandsklassen „mässig“ und „schlecht“.

### 9.6.2 Entwicklung seit 1993

Seit 2003 zeigen die biologischen Indikatoren im Gstaldenbach immer wieder Verhältnisse an, die den ökologischen Zielen der GSchV nicht genügen. An der Stelle vor Heiden hat sich der DI-CH stark verschlechtert, an der Stelle vor der Kantonsgrenze deutlich verbessert. Umgekehrt zeigt das Makrozoobenthos dort 2013 eine schlechtere Gewässergüte an. An den übrigen Stellen variierte die biologische Gewässergüte zwischen „gut“ und „sehr gut“.

Hinsichtlich der Belastung durch chemische Stoffe ist über die letzten 20 Jahre beim Chlorid und Ammonium ein zunehmender, beim Nitrit ein leicht abnehmender Trend festzustellen. Bei den übrigen Parametern wie Nitrat zeigt sich kein oder ein wechselnder Trend (Phosphor, DOC). Bei den letzten beiden Untersuchungen (2008, 2013) sind die Anforderungen der GSchV bezüglich der chemischen Parameter aber erfüllt worden (Ausnahme DOC bei einer Stichprobe). Vor 2003 und früher erfüllten einzelne Stichproben die Anforderungen nicht (Nitrit, DOC).

## 10 Empfehlungen

Nachfolgend werden für die einzelnen Einzugsgebiete Massnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität vorgeschlagen. Weiter wird empfohlen für die zukünftigen Zustandsanalysen die verfügbaren Daten aller Gewässermonitoringprogramme im appenzellischen Gebiet einzubeziehen.

### 10.1 Überwachungsaktivitäten

Die Überwachung der appenzellischen Fließgewässer erfolgt im Rahmen von 4 separaten Untersuchungsprogrammen:

- der fünfjährigen Untersuchung der appenzellischen Fließgewässer.
- den monatlichen Untersuchungen der Vorfluter im Bereich der Kläranlagen im Kanton Appenzell Ausserrhoden.
- die interkantonale Überwachung der Sitter und der Glatt.
- das Projekt NAWA-Trend (je eine Messstelle in den Kantonen Appenzell Inner- und Ausserrhoden).

#### 10.1.1 Koordination der chemischen Untersuchungen

Die vier Untersuchungsprogramme erheben teilweise an den gleichen Stellen chemische Stichproben und liefern Daten, die jedoch nicht zusammengeführt, integral ausgewertet und in einem Synthesebericht analysiert werden. Insbesondere der Einbezug der chemischen Daten der Vorfluter Untersuchungen in die fünfjährigen Zustandsberichte würde:

- die Aussagen statistisch besser absichern (bisher nur alle fünf Jahre 3 Stichproben),
- das in den Berichten massgebende Stichprobennetz verdichten,
- die Differenzierung zwischen Kläranlagen bzw. Siedlungsentwässerung und andern chemischen Belastungsquellen (diffuse Belastung) verbessern,

	Stellen	VU	FG	AFUSG	KB
EZG Glatt	2.3		2.3		
	2.2	2.2		OGT070	
	2.1A	2.1A			
	2.1	2.1	2.1	OGT197	
	2.62		2.62		
	2.61	2.61	2.61	OGT068	
EZG Urmäsch	3.8	3.8	3.8		
	3.51	3.51			
	3.5A	3.5A			
	3.1		3.1		
	3.5	3.5	3.5		
	3.32	3.32			
	3.31A	3.31A			
	3.31	3.31			
	3.3	3.3			
	3.31	3.31			
	3.22	3.22			
	3.21A	3.21A			
	3.21	3.21			
	3.1	3.1			
EZG Sitter	3AI		3AI		
	OGT142			OGT142	
	8AI		8AI	OGT206	
	9AI		9AI		
	4.41	4.41			
	4.41A	4.41A			
	4.4	4.4			
	10AI		10AI		
	4.3	4.3		OGT027	
	4.91	4.91			
	4.9A	4.9A			
	4.11		4.11		
	4.9	4.9			
	4.7	4.7			
	OGT143			OGT143	
	4.21	4.21			
	4.2A	4.2A			
	4.2	4.2			
	4.1	4.1	4.1		
EZG Goldach	5.9	5.9	5.9		
	5.72	5.72			
	5.71A	5.71A			
	5.71	5.71			
	5.7	5.7			
	5.43	5.43			
	5.42A	5.42A			
	5.42	5.42			
	4.45	4.45			
	4.44A	4.44A			
	5.44	5.44			
	5.1		5.1		
EZG Rheintal	6.1		6.1		
	6.2		6.2		
	6.3		6.3		
	6.4		6.4		
	6.5		6.5		
	6.6		6.6		
	6.7		6.7		

**Tab. 36:** Stellen mit chemischen Probenahmen an den appenzellischen Fließgewässern und zugeordnete Untersuchungsprogramme. (VU=Vorfluteruntersuchung, FG=Fließgewässerüberwachung und AFUSG=Gewässermonitoring zusammen mit Kanton St Gallen. KB=Koordinationsbedarf).

- eine bessere Einordnung der biologischen Befunde erlauben,
- es ermöglichen, die Mittel für die fünfjährigen chemischen Untersuchungen effizienter zu nutzen (keine doppelspurigen Stellen, dafür 5 statt 3 Stichproben).

Die Monitoringprogramme haben unterschiedliche Erhebungsperioden. Die Fließgewässeruntersuchungen (FG) eine solche von fünf Jahren, Die Vorfluteruntersuchungen (VU) erheben monatlich Proben und die Untersuchungen des AFU SG finden in der Glatt und Sitter monatlich statt, bei den übrigen Gewässern alle 6 Jahre, monatlich während 2 Jahren.

Insgesamt werden die appenzellischen Fließgewässer an 47 Stellen chemisch untersucht. Bei 11 Stellen sind mehr als ein Monitoringprogramm beteiligt. Bei diesen ist zu prüfen, ob sich die Programme aufeinander abstimmen lassen und Mittel eingespart werden könnten, die dann anderswo zur Verfügung stünden

### **10.1.2 Prüfung funktionaler Zusammenhänge**

Bei der Mehrzahl der Probenahmestellen sind ausreichende Datenmengen vorhanden um faktorielle Abhängigkeiten (Konzentration/Abfluss-Beziehungen, zeitliche sich wiederholende Belastungsmuster etc.) untersuchen zu können. Zeichnen sich solche ab, dann besteht die Möglichkeit die Überwachung auf die kritischen Situationen zu konzentrieren und die funktionalen stofflichen Zusammenhänge quantitativ zu beschreiben. Dadurch lassen sich die biologischen Befunde besser verstehen.

## **10.2 Glatteinzugsgebiet**

Hauptprobleme im Glatteinzugsgebiet sind die hohe Abwasserfracht aus der ARA Herisau, ein ungewöhnlich hoher Chloridgehalt und die morphologische Beeinträchtigung einzelner Abschnitte der Glatt.

### **10.2.1 Sanierung der ARA Herisau**

Das Abwasser der ARA Herisau belastet die

Glatt nach wie vor zu stark mit Ammonium, Nitrit, Nitrat, Phosphor und sogar Chlorid. Aufgrund der biologischen Befunde (Fischuntersuchungen, Fehlen von Bachflohkrebsen) ist auch mit einem bedeutenden Eintrag von Mikroschadstoffen zu rechnen. Ein wesentlicher Grund für die hohe Belastung ist das ungünstige Verdünnungsverhältnis zwischen ARA-Ausfluss und Glatt (ca. 1:3). Minimal sollte es 1:10 sein. Mit der Realisierung einer Aktivkohle-Reinigungsstufe wird sich die Situation bezüglich der organischen Stoffe (inkl. Mikroschadstoffe) verbessern. Da die Verdünnungsverhältnisse in der Glatt auch andere Siedlungsentwässerungen betreffen, ist längerfristig eine Zusammenfassung des gesamten Abwassers im Glatteinzugsgebiet in einer Grosskläranlage mit Einleitung in die Thur zu überlegen.

### **10.2.2 Quelle des hohen Chloridgehaltes eliminieren**

Die Chloridgehalte einzelner Stichproben unterhalb der ARA Herisau erreichen mit 200 mg/l pflanzentoxische Werte. Zunächst wäre die Quelle des Chlorides zu identifizieren. In Frage kommen Strassensalzung oder industrielle Prozesse. Im ersten Fall ist der Salzeinsatz im Winter zu überdenken und im zweiten Fall müssten die betroffenen Betriebe zu einer Sanierung ihres Abwassers verpflichtet werden.

### **10.2.3 Gewässerentwicklungsplan für die Glatt**

Die Untersuchungen, unter Einbezug der Fische, haben gezeigt, dass die Glatt innerhalb Herisau morphologisch stark beeinträchtigt ist und die Durchgängigkeit in der Gewässerstrecke zwischen Adelswil und Herisau durch Querbauwerke eingeschränkt wird. Da sich die morphologischen Rahmenbedingungen nur langfristig und stückweise verbessern lassen, wird empfohlen als Planungsgrundlage einen Gewässerentwicklungsplan für die genannten Abschnitte zu erstellen und diesen als verbindlich zu erklären. Darin würden die Rahmenbedingungen für die weitere Entwicklung und Nutzung des Gewässers festgehalten.

### 10.3 Einzugsgebiet der Urnäsch

Schwerpunkte bezüglich der Massnahmen liegen bei der Restwassersanierung und der Identifizierung und vertieften Beurteilung der Belastungsquellen in der Restwasserstrecke, im Wissbach und Sonderbach.

#### 10.3.1 Sanierung der Restwasserstrecke

Die Restwasserdotierung des KW Kubel ist zu gering. Dies kommt zwar in der biologischen Indikation der Kieselalgen und des Makrozoobenthos nicht zum Ausdruck, zeigt sich aber aus den fischereilichen Untersuchungen und im Temperaturanstieg zwischen der Wasserfassung und der Sittermündung. Die heutige Restwassermenge führt zu massiven Habitatsveränderungen (Vertümpelung, Stillwasser, Strömungsarmut) und erschwert oder verhindert während der meisten Zeit im Jahr die Durchgängigkeit bei den natürlichen Hindernissen. Dazu kommt, dass die Konstruktion der Wasserfassung selbst ein unüberwindbares Hindernis für die Besiedelung des oberen Tobelabschnitts durch potenziell aufsteigende Fische darstellt. Die Restwasserdotierung der Urnäsch ist im Abschnitt zwischen der Wasserfassung und Kubel dringend zu erhöhen. Die Bemessung sollte nach fischökologischen Kriterien aus Dotierwasserversuchen abgeleitet werden. Beim heutigen Ausleitungswehr des KW Kubel im Hundwiler Tobel sollte sowohl der Fischaufstieg als auch der risikolose Abstieg gewährleistet werden. Dies würde die Fischwanderung in der gesamten Tobelstrecke ermöglichen.

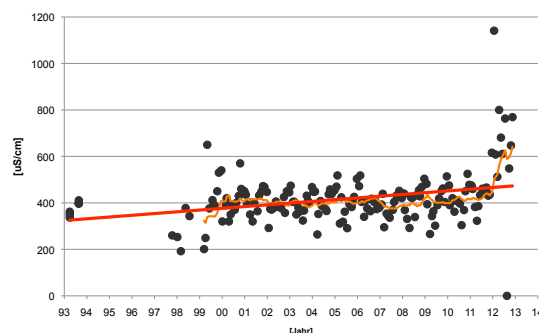
#### 10.3.2 Geschiebeentnahmen stoppen

Der Urnäsch wird im Oberlauf (Rossfall) nach wie vor Geschiebe entnommen, letztmals 2013. Im Durchschnitt waren dies von 1989-2013 jährlich 1500 m<sup>3</sup> oder 45% der natürlichen jährlichen Geschiebefracht (3300 m<sup>3</sup>) aus dem gesamten Einzugsgebiet. Fehlendes Geschiebe beeinträchtigt die Fischlebensräume und die Mikrohabitate des Makrozoobenthos. Ebenso wird Fläche der bakteriellen Beläge verringert, welche für die Selbstreinigung des Gewässers eine entscheidende Rolle spielen. Falls Geschie-

be aus Stauhaltungen der Kraftwerke maschinell entfernt werden muss, sollte es unterhalb des Stauwehrs wieder ins Gewässerbett weitergegeben werden.

#### 10.3.3 Belastung der Restwasserstrecke verringern

Wie die chemisch-physikalischen Untersuchungen zeigen, ist seit ca. 2011 die chemische Belastung in der Restwasserstrecke um ca. 100% gestiegen. Dies wird aus dem Vergleich der Probenahmestellen 3.3 (Urnäsch vor Badtobelbach) und 3.1 Urnäsch Kubel hinsichtlich Leitfähigkeit, Chlorid, Nitrat und Phosphat deutlich. Bedenkt man, dass die Daten aus monatlichen Stichproben stammen, so ist auch wahrscheinlich, dass kurzfristige Spitzenwerte nicht erfasst wurden. Im Verdacht stehen primär die Kläranlagen Waldstatt, Hundwil und Saum. Die Quellen dieser gestiegenen Belastung sind zu klären und zu sanieren.



**Fig. 93:** Verdoppelung der Leitfähigkeit (zusammen mit Nitrat und Phosphat) seit 2011.

#### 10.3.4 Belastung von Schwarz und Wissbach verringern

Wissbach und Schwarz wiesen im äusseren Aspekt, bei den chemischen Parametern und den Kieselalgenbefunden eine Belastung auf, die teilweise die Anforderungen der GSchV nicht mehr erfüllte. Zunächst sind die möglichen Quellen zu identifizieren (Entlastungsbauwerke der Siedlungsentwässerungen, unsachgemässer Umgang mit Düngern durch die Landwirtschaft) und anschliessend geeignete Massnahmen einzuleiten.

### **10.3.5 Belastung des Sonderbaches vertieft überprüfen**

Die biologischen Indikatoren und der äussere Aspekt weisen auf eine ähnliche Situation im Sonderbach hin. Chemische Proben wurden keine genommen. Primär steht hier die ARA Hundwil im Verdacht. Die Situation ist ebenfalls genauer zu analysieren und allenfalls die ARA zu sanieren.

## **10.4 Sitterinzugsgebiet**

Die primären Problembereiche liegen im Einzugsgebiet der Sitter bei der zu hohen Belastung des Klösterlibaches und der organischen Belastung der Sitter in der Restwasserstrecke sowie im Kaubachs.

### **10.4.1 Sanierung der ARA Gmünden**

Der äussere Aspekt (Schaum, heterotropher Bewuchs) und die Kieselalgen (DI-CH, organische Belastung) zeigen klar, dass der Chlösterlibach zu stark belastet ist. Aus den Vorfluteruntersuchungen steht als Quelle die ARA Gmünden fest. Sie ist dringend zu sanieren. Dabei ist eine direkte Einleitung des in der ARA gereinigten Abwassers in die Sitter in Betracht zu ziehen.

### **10.4.2 Belastung des Kaubaches vertieft überprüfen**

Die Kieselalgen zeigen im Kaubach eine organische Belastung an, die den ökologischen Zielen der GSchV nicht mehr entspricht. Chemische Proben wurden keine genommen. Primär ist dieser Befund vertieft zu überprüfen und falls er bestätigt wird, sind die Belastungsquellen zu identifizieren. Bezüglich der Quellen bestehen momentan keine konkreten Verdachtsmomente.

### **10.4.3 Belastung der Restwasserstrecke vertieft überprüfen**

In der Restwasserstrecke der Sitter zwischen der Wasserfassung List und der Rotbachmündung weisen die Kieselalgen auf eine zu hohe organische Belastung hin. Dieser Befund wird jedoch durch die chemischen Untersuchungen im

Rahmen des Vorfluterprogrammes nicht bestätigt. Erhöht ist lediglich der Phosphatgehalt.

Als Quellen kommen die ARA List und bis 2013 die ARA Haslen (wurde inzwischen aufgehoben) sowie organische Ablagerungen (Schlamm, Pflanzenteile) in der zeitweise vertümpelten Restwasseranschnitt bis zum Rotbach in Frage.

Mögliche Massnahmen könnten die Erhöhung des Restwassers (falls auch fischereilich begründet) oder, falls sie als Belastungsquelle identifiziert wird, eine Sanierung der ARA List sein.

## **10.5 Einzugsgebiet des Rotbaches**

Die stoffliche Belastung des Rotbaches erfordert aktuell keine weiteren Massnahmen. Hingegen ist auf morphologischer Ebene die Durchgängigkeit im Raum Bühler-Gais langfristig zu verbessern.

### **10.5.1 Verbesserung der Durchgängigkeit**

Im Rahmen einer Gewässerentwicklungsplanung für den Abschnitt Gais-Bühler sind Massnahmen zur Verbesserung der Gewässermorphologie und zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit festzulegen und zu priorisieren. Wenn möglich sollte sie kantonsübergreifend mit Verbesserungsmassnahmen am Mendle- und Zwislenbach koordiniert werden.

## **10.6 Einzugsgebiet der Goldach**

Kritisch ist im Goldach-Einzugsgebiet lediglich die organische Belastung des Mülibaches. Andere Massnahmen sind momentan nicht notwendig.

### **10.6.1 Belastung des Mülibaches vertieft überprüfen**

Die Kieselalgenindikation zeigt im Mülibach eine organische Belastung an, welche die ökologischen Ziele der GSchV verfehlt. Als Quelle kommt primär die ARA Speicher in Frage.

Die Belastung des Mülibaches mit organischen Stoffen ist vertieft zu beurteilen und gegebenenfalls sind die Quellen zu identifizieren. Falls die Belastung zu hoch ist, müssen die Quellen

saniert werden.

## **10.7 Einzugsgebiet Rheintal**

### **10.7.1 Identifikation der Belastungsquellen am Gstaldenbachs**

Der Gstaldenbach ist wie schon bei früheren Untersuchungen im äusseren Aspekt beeinträchtigt und erfüllt bezüglich der biologischen Indikatoren (Makrozoobenthos und Kieselalgen) die ökologischen Ziele der GSchV nicht. Als mögliche Belastungsquellen kommen die Siedlungsentwässerung (Regenbeckenentlastungen, Hochwasserentlastungen) von Heiden und landwirtschaftliche Abwässer in Frage. Auf letztere weisen Beobachtungen von Anwohnern an den Probenahmestellen hin („stinkt manchmal nach Gülle“). Bevor Massnahmen ergriffen werden können, müssen die Quellen identifiziert werden. Ein Vorgehen wäre die systematische Überprüfung der Funktion von Regenbecken bzw. deren Entlastungen sowie weitere Hochwasserentlastungen. Den Hinweisen aus der Bevölkerung über Belastungsereignisse oberhalb Heiden ist systematisch nachzugehen.

### **10.7.2 Reduktion der Phosphorbelastung**

Abgesehen vom Mattenbach und Klusbach bei der Kantonsgrenze weisen alle anderen Gewässer eine zu hohe Phosphorbelastung auf, dies hauptsächlich bezüglich Orthophosphat. Sie dürfte grösstenteils aus diffusen Quellen stammen (Landwirtschaft). Die teilweise hohen Werte einzelner Stichproben sprechen für eine unsachgemässe Ausbringung von Dünger (Ausbringen bei Regenwetter). Die Düngepraxis ist daher verstärkt zu kontrollieren.

## 11 Literatur

Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Vollzug Nr. 1026: 61 S.

Frutiger A., Sieber U. 2005: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer Makrozoobenthos Stufe F, Flächendeckend, Entwurf. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern, 2005, 51 S.

Binderheim E., Göggel W. (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.

Hofmann, G. (1987): Diatomeengesellschaften saurer Gewässer des Odenwaldes und ihre Veränderungen durch anthropogene Faktoren. Diplomarbeit im Fachbereich Biologie der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Frankfurt am Main, 264 S.

Hürlimann J. (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz (Modul-Stufen-Konzept). Kieselalgen Stufe F. Umwelt-Vollzug. Bundesamt für Umwelt, Bern. 122 S.

Lange-Bertalot, H.; Kramer, K. (1988): In Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H.; Molenhauer, D. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 2/2, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

Lange-Bertalot, H. (1978): Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: ein geeignetes Kriterium der Gewässerbelastung. Arch. Hydrobiol./Suppl. 51, 393-427.

Liechi P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Umwelt-Vollzug Nr. 1005. Bundesamt für Umwelt, Bern 44 S.

Liechi P. (1998): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Modulstufenkonzept. Vollzug Umwelt, Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26. Bundesamt für Umwelt, Bern 41 S.

Reichardt E. (1991): Beiträge zur Diatomeenflo-

ra der Altmühl. 3. Teil: Wasserqualität und Diatomeenbesatz. Algological Studies 62, 107-132.

Amt für Umwelt des Kantons Appenzell Ausserrhoden (2013): Überwachung der Vorfluter im Kanton Appenzell Ausserrhoden. Auswertung der Messdaten 2009 bis 2012. 76 S.

Perret P., (1977): Zustand der schweizerischen Fliessgewässer in den Jahren 1974/1975; Eidg. Amt für Umweltschutz, Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz.

Fischereiverwaltung Appenzell Ausserrhoden: (2008): Untersuchung der appenzellischen Fliessgewässer 2008, Modul Fische Stufe F nach Modulstufenkonzept. Aqua Plus, Zug, Dezember 2008, 45 S.

Amt für Umwelt Appenzell Ausserrhoden: (2008): Untersuchung der appenzellischen-Fliessgewässer 2008 (Kanton Appenzell A.Rh.), Aqua Plus, Zug, Dezember 2008, 113 S.

Amt für Umwelt Appenzell Ausserrhoden: (2003): Untersuchung der appenzellischen-Fliessgewässer 2003 (Kanton Appenzell A.Rh.), Aqua Plus, Zug, Dezember 2003, 142 S.



## Abbildungsverzeichnis

<b>Bild 1:</b>	Im Bachbett ausgelegtes Messband zur Erhebung einer Linienprobe. Bestimmt wurde der Durchmesser der b-Achse aller Steine > 1 cm anhand von 21 Grössenklassen. Der Anteil der feineren Substrate wurde pauschal geschätzt.....	3
<b>Bild 2:</b>	Subsampling von einem Fünftel der Proben zur Bestimmung der kleinen und häufigen Taxa).....	5
<b>Abb. 1:</b>	Zustand 2013 der appenzellischen Gewässer im Äusseren Aspekt bezogen auf die Anforderungen der GSchV (Anhang 2): Bewertet wurde immer der schlechteste Parameter. Der heterotrophe Bewuchs wurde nach der fünfstufigen, alle andern Parameter nach der dreistufigen Skala bewertet. Wo der heterotrophe Bewuchs ausschlaggebend war wurde auch die fünfstufige Skala verwendet. Gezeigt werden auch die Veränderungen seit 2003 (kleine [2003], mittlere [2008] und grosse [2013] Kreise).....	16
<b>Abb. 2:</b>	Zustand der appenzellischen Gewässer 2013 im biologischen Aspekt (Makrozoobenthos und Kieselalgen) bezogen auf die ökologischen Ziele der GSchV (Anhang 1): Bewertet wurde immer der schlechteste Parameter nach der fünfstufigen Skala. Gezeigt werden auch die Veränderungen seit 2003 (kleine [2003], mittlere [2008] und grosse [2013] Kreise).....	17
<b>Abb. 3:</b>	Chemischer Zustand der appenzellischen Gewässer 2013 bezogen auf die Anforderungen der GSchV (Anhang 2): Bewertet wurde immer der schlechteste Parameter nach der fünfstufigen Skala. Gezeigt werden auch die Veränderungen seit 2003 (kleine [2003], mittlere [2008] und grosse [2013] Kreise).....	18
<b>Abb. 4:</b>	Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Glatt gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2, GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.....	19
<b>Abb. 5:</b>	Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Urnäsch gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2, GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.....	28
<b>Abb. 6:</b>	Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Sitter gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2, GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.....	38
<b>Abb. 7:</b>	Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet des Rotbaches gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2, GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.....	49

<b>Abb. 8:</b>	Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Goldach gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2, GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.....	58
<b>Abb. 9:</b>	Zustand der Gewässer an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet des Rheintals gemäß dem Äusserem Aspekt, der Chemie (Anhang 2, GSchV), dem Makrozoobenthos und der Kieselalgen. Ausschlaggebend für die Bewertung war immer der schlechteste Parameter.....	68

## Figurenverzeichnis

<b>Fig. 1:</b>	Bestimmte Parameter zur Schätzung des momentanen Abflusses an einer Probenahmestelle.....	3
<b>Fig. 2:</b>	Gewässersystem, Probenahmestellen und ARA-Einleitungen im Einzugsgebiet der Glatt. Die ARA Herisau leitet das gereinigte Abwasser zwischen den Stellen 2.2 und 2.1 in die Glatt. ....	20
<b>Fig. 3:</b>	Jahresgang der Wassertemperatur 1993-2012 in der Glatt an der Stelle 2.61 Tobelmüli. ....	20
<b>Fig. 4:</b>	Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Glatt. ....	21
<b>Fig. 5:</b>	Verlauf der Ammoniumkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli. ....	22
<b>Fig. 6:</b>	Verlauf der Ammoniakkonzentration (berechnet aus $\text{NH}_4\text{-N}$ und pH) im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli. ....	23
<b>Fig. 7:</b>	Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli. ....	23
<b>Fig. 8:</b>	Verlauf der Nitratkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli. ....	23
<b>Fig. 9:</b>	Verlauf des Gesamtphosphors im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli. ....	23
<b>Fig. 10:</b>	Verlauf der Phosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli. ....	24
<b>Fig. 11:</b>	Verlauf der DOC-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli. ....	24
<b>Fig. 12:</b>	Verlauf des biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB <sub>5</sub> ) im Zeitraum 1998-2013 an der Stelle 2.61 Glatt Tobelmüli. ....	24
<b>Fig. 13:</b>	IBCH (Kreise) und Makroindex (Rauten) 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Glatt. ....	25
<b>Fig. 14:</b>	Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 4 Stellen im Glatteinzugsgebiet. ....	25
<b>Fig. 15:</b>	Biomasse 2013 und Gesamtindividuedichte 2003-2013 des	

	Makrozoobenthos an den 3 Stellen der Glatt und am Wissenbach.....	25		<u>Fig. 32:</u> Biologisch wirksame, organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet der Urnäsch 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.....	36
<u>Fig. 16:</u>	Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den vier Stellen im Glatteinzugsgebiet.....	26	<u>Fig. 33:</u> Gewässersystem, Probenahmestellen und ARA-Einleitungen im Einzugsgebiet des Sitter (ohne EZG Rotbach).....	39	
<u>Fig. 17:</u>	Biologische wirksame Belastung der Gewässer nach DI-CH im Einzugsgebiet der Glatt 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erfüllt, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist (rote Linie). Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen zutreffend.....	26	<u>Fig. 34:</u> Jahresgang der Wassertemperatur (1993-2013) in der Sitter an den Stellen 8A1 (Monatsmittelwerte 2006-2013), 4.3 und 4.1.....	40	
<u>Fig. 18:</u>	Biologisch wirksame, organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet der Glatt 2013 anhand der Kieselalgenindikation. Das ökologische Ziel der GSchV ist erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.....	26	<u>Fig. 35:</u> Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Sitter.....	41	
<u>Fig. 19:</u>	Abflussbedingungen zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den langjährigen Kennwerten $Q_1$ , $Q_m$ , und $Q_{347}$ an der Stelle Urnäsch 3.31 Hundwiler Tobel.....	29	<u>Fig. 36:</u> Verlauf der Ammoniumkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen der Sitter vor dem Zufluss des Rotbachs (4.3) und an nach dem Zufluss des Wattbaches (4.1).....	42	
<u>Fig. 20:</u>	Gewässersystem, Probenahmestellen und ARA-Einleitungen im Einzugsgebiet der Urnäsch.....	29	<u>Fig. 37:</u> Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Sitter 4.1 und 4.3.....	43	
<u>Fig. 21:</u>	Jahresgang der Wassertemperatur 1993-2012 in der Urnäsch an den Stellen 3.8 Sonnenflüeh, 3.3 Hundwiler Tobel und 3.1 Kubel.....	30	<u>Fig. 38:</u> Verlauf der Nitratkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Sitter 4.1 (Zweibruggen) und 4.3 (vor der Rotbachmündung).....	43	
<u>Fig. 22:</u>	Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Urnäsch.....	30	<u>Fig. 39:</u> Verlauf der Gesamphosphor-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 4.1 an der Sitter.....	44	
<u>Fig. 23:</u>	Verlauf der Nitratkonzentration in der Urnäsch im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen 3.8 (Sonnenflue), 3.3 (Hundwiler Tobel) und 3.1 (Kubel).....	33	<u>Fig. 40:</u> Verlauf der Posphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Sitter 4.3 und 4.1.....	44	
<u>Fig. 24:</u>	Verlauf der Gesamphosphor-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel.....	33	<u>Fig. 41:</u> Verlauf des DOC im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Sitter 4.3 und 4.1.....	44	
<u>Fig. 25:</u>	Verlauf der Phosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel.....	33	<u>Fig. 42:</u> Verlauf der Konzentration des biologischen Sauerstoffbedarfes (BSB <sub>5</sub> ) im Zeitraum 1999-2013 an den Stellen Sitter 4.3 und 4.1.....	45	
<u>Fig. 26:</u>	Verlauf der Konzentration des gelösten organischen Kohlenstoffs im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel.....	34	<u>Fig. 43:</u> IBCH und Makroindex 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Sitter.....	45	
<u>Fig. 27:</u>	IBCH (Kreise) und Makroindex (Rauten) 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Urnäsch.....	34	<u>Fig. 44:</u> Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Sitter.....	45	
<u>Fig. 28:</u>	Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Urnäsch.....	34	<u>Fig. 45:</u> Biomasse 2013 und Gesamtindividuendichte 2003-2013 des Makrozoobenthos an den 4 Stellen der Sitter.....	46	
<u>Fig. 29:</u>	Biomasse 2013 und Gesamtindividuendichte 2002-2013 des Makrozoobenthos an den 3 Stellen der Urnäsch und am Wissenbach.....	35	<u>Fig. 46:</u> Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den vier Stellen im Sittereinzugsgebiet.....	46	
<u>Fig. 30:</u>	Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den vier Stellen im Urnäscheinzugsgebiet.....	35	<u>Fig. 47:</u> Gesamtbelastung der Gewässer nach DI-CH im Einzugsgebiet der Sitter 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erreicht, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall.....	47	
<u>Fig. 31:</u>	Gesamtbelastung der Gewässer nach DI-CH im Einzugsgebiet der Urnäsch 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erfüllt, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall.....	36	<u>Fig. 48:</u> Organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet der Sitter 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erreicht, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind.....	47	
			<u>Fig. 49:</u> Gewässersystem, Probenahmestellen und ARA-Einleitungen im Einzugsgebiet des Rotbaches.....	50	

<u>Fig. 50:</u> Jahresgang der Wassertemperatur 1993-2012 im Rotbach an der Stelle 4.7 kurz vor der Mündung in die Sitter. ....	50		
<u>Fig. 51:</u> Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet des Rotbachs. ....	51		
<u>Fig. 52:</u> Verlauf der Ammoniumkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 4.7 Rotbach Gmündentobel. ....	52		
<u>Fig. 53:</u> Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993/98-2013 an der Stelle 4.7 am Rotbach im Gmündentobel. ....	53		
<u>Fig. 54:</u> Verlauf der Nitratkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 4.7 am Rotbach im Gmündentobel. ....	53		
<u>Fig. 55:</u> Verlauf der Gesamtphosphor-Konzentration im Zeitraum 1993-2005 an der Stelle 4.7 am Rotbach im Gmündentobel. ....	53		
<u>Fig. 56:</u> Verlauf der Phosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 4.7 am Rotbach im Gmündentobel. ....	53		
<u>Fig. 57:</u> Verlauf der Konzentration des biologischen Sauerstoffbedarfes (BSB <sub>5</sub> ) im Zeitraum 1999-2013 an der Stelle 4.7 am Rotbach im Gmündentobel. ....	54		
<u>Fig. 58:</u> IBCH (Kreise) und Makroindex (Rauten) 2013 an den 3 Stellen im Einzugsgebiet des Rotbachs. ....	54		
<u>Fig. 59:</u> Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 3 Stellen im Einzugsgebiet des Rotbachs. ....	54		
<u>Fig. 60:</u> Biomasse 2013 und Gesamtindividuedichte 2003-2013 des Makrozoobenthos an den 3 Stellen des Rotbachs. ....	55		
<u>Fig. 61:</u> Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den drei Stellen am Rotbach. ....	55		
<u>Fig. 62:</u> Gesamtbelastung der Gewässer nach DI-CH im Einzugsgebiet Rotbachs 2013. Die ökologischen Ziele der GSchV sind erreicht, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall. ....	56		
<u>Fig. 63:</u> Organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet des Rotbachs 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erreicht, wenn die hellen Säulenanteile grösser als 50% sind. ....	56		
<u>Fig. 64:</u> Gewässersystem, Probenahmestellen und ARA-Einleitungen im Einzugsgebiet des Goldach. ....	59		
<u>Fig. 65:</u> Jahresgang der Wassertemperatur 1993-2013 im der Goldach an den Stellen 5.9, 5.7 und 5.3. ....	60		
<u>Fig. 66:</u> Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet der Goldach. ....	60		
<u>Fig. 67:</u> Verlauf der Ammoniumkonzentration in der Goldach im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen 5.9 und 5.3. ....	62		
<u>Fig. 68:</u> Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Goldach 5.9 (Bach) und 5.3 (Zweibrücken). ....	62		
<u>Fig. 69:</u> Verlauf der Nitratkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Goldach 5.9 und 5.3. ....	63		
<u>Fig. 70:</u> Verlauf der Gesamtphosphor-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Goldach 5.9 und 5.3. (Pfeil: Werte lagen unter der Nachweisgrenze von 0.05 mg P/l). ....	63		
<u>Fig. 71:</u> Verlauf der Orthophosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Goldach 5.9 und 5.3. ....	64		
<u>Fig. 72:</u> Verlauf der DOC-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Stellen Goldach 5.9 und 5.1. ....	64		
<u>Fig. 73:</u> Verlauf des BSB <sub>5</sub> im Zeitraum 1999-2013 an der Stelle Goldach 5.7 nach dem Zufluss des Säglibaches, dem Vorfluter der ARA Trogen. ....	64		
<u>Fig. 74:</u> IBCH und Makroindex 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Goldach. ....	65		
<u>Fig. 75:</u> Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 4 Stellen im Einzugsgebiet der Goldach. ....	65		
<u>Fig. 76:</u> Biomasse 2013 und Gesamtindividuedichte 2003-2013 des Makrozoobenthos an den 4 Stellen der Goldach. ....	65		
<u>Fig. 77:</u> Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den vier Stellen im Einzugsgebiet der Goldach. ....	66		
<u>Fig. 78:</u> Gesamtbelastung der Gewässer nach DI-CH im Einzugsgebiet der Goldach 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erreicht, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall. ....	66		
<u>Fig. 79:</u> Organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet der Goldach 2013. Das ökologische Ziel ist erfüllt, wenn die hellen Säulenanteile über 50% sind. ....	67		
<u>Fig. 80:</u> Gewässersystem, Probenahmestellen, (ARA's gibt es keine) im Einzugsgebiet der appenzellischen Zuflüsse des Alten Rheins und des Binnenkanals. ....	69		
<u>Fig. 81:</u> Beurteilung der Merkmale des Äusseren Aspektes an den Probenahmestellen im Einzugsgebiet des Rheintaler Binnenkanals und Alten Rheins. ....	70		
<u>Fig. 82:</u> Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins. ....	72		
<u>Fig. 83:</u> Verlauf der Nitratkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins. ....	72		
<u>Fig. 84:</u> Verlauf der Gesamtphosphor-Konzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins. ....	72		

**Fig. 85:** Verlauf der Phosphatkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins. .... 73

**Fig. 86:** Verlauf der Konzentration an gelöstem organischem Kohlenstoff im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins. .... 73

**Fig. 87:** IBCH (Kreise) und Makroindex (Rauten) 2013 an den 3 Stellen der Rheintaler Gewässer. .... 73

**Fig. 88:** Abundanz-Diversität auf Stufe Familie (FaA), aller systematischen Einheiten (SEA) sowie die Biomasse-Diversität 2013 an den 3 Stellen im Einzugsgebiet der Rheintaler Gewässer. .... 74

**Fig. 90:** Häufigkeits-Spektrum der Makrozoobenthos-Gruppen 2013 an den drei Gewässern im Einzugsgebiet des Rheintals. .... 74

**Fig. 91:** Gesamtbelastung der Gewässer im Einzugsgebiet des Rheintaler Binnenkanals 2013. Das ökologische Ziel der GSchV ist erfüllt, wenn der DI-CH kleiner als 4.5 ist. Dies ist bei allen blauen und grünen Kreisen der Fall. .... 75

**Fig. 92:** Organische Belastung der Gewässer im Einzugsgebiet des Rheintaler Binnenkanals 2013. Die GSchV-Anforderung ist erfüllt, wenn die hellbraunen Säulenanteile grösser als 50% sind. .... 75

**Fig. 93:** Verdoppelung der Leitfähigkeit (zusammen mit Nitrat und Phosphat) seit 2011. .... 79

**Tabellenverzeichnis**

**Tab. 1:** Zuordnung der Korngrössenklassen einer Linienprobe zu den 6 Fraktionen des Sohlenmaterials. .... 4

**Tab. 2:** Matrix zu Ermittlung und Bewertung des IBCH nach den 5 Zustandsklassen des Modulstufenkonzeptes. .... 6

**Tab. 3:** Matrix zur Ermittlung und Bewertung des Makroindex. .... 6

**Tab. 4:** Spezifische Biomasse der quantitativ wichtigsten Taxagruppen. (interne Auswertung Ambio der Biomassedaten von Untersuchungen der Glatt, Thur, Sitter, Steinach, Urnäsch, Rheintaler Gewässer) ..... 7

**Tab. 5:** Zuordnung der Häufigkeitsschätzungen zu mittleren Abundanzen. .... 7

**Tab. 6:** Bewertung des Kieselalgenindex (DI-CH) anhand von 5 Zustandsklassen des Modulstufenkonzeptes. .... 8

**Tab. 7:** Häufigkeiten der 4 Differentialartengruppen mit der Zuordnung der Gewässergüteklassen (hs = hochsensibel, s = sensibel, t = tolerant, r = resistent). .... 8

**Tab. 8:** Zeitliche Aussagefenster für die verschiedenen Module des Modulstufenkonzeptes vom Probenahmezeitpunkt zurückgerechnet. .... 9

**Tab. 9:** Gesetzlicher Bezug der verschiedenen Qualitätsparameter, deren Bewertung nach

dem Modulstufenkonzept und deren Beurteilung nach den ökologischen Zielen (GSchV, Anhang 1) und den Anforderungen (GSchV, Anhang 2) der Gewässerschutzverordnung. .... 10

**Tab. 10:** Abflussbedingungen zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den langjährigen Kennwerten  $Q_1$ ,  $Q_m$ , und  $Q_{347}$  an der Stelle Glatt 2.1, Zellersmühle (hydrometrische Station HOLH2305 AfU St. Gallen) und 2.7 Wissenbach (hydrometrische Station HO8001 AFU St. Gallen). .... 20

**Tab. 11:** Beurteilung der Phosphor-Belastung im Einzugsgebiet der Glatt. .... 22

**Tab. 12:** Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im Einzugsgebiet der Glatt. .... 22

**Tab. 13:** Beurteilung der Nitrit- und Ammonium-Belastung im Einzugsgebiet der Glatt unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur. .... 22

**Tab. 14:** Beurteilung der Phosphor-Belastung im Einzugsgebiet der Urnäsch. .... 31

**Tab. 15:** Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im Einzugsgebiet der Urnäsch. .... 31

**Tab. 16:** Beurteilung der Nitrit- und Ammonium-Belastung im Einzugsgebiet der Urnäsch unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur. .... 32

**Tab. 17:** Verlauf der Ammoniumkonzentration im Zeitraum 1998-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel. .... 32

**Tab. 18:** Verlauf der Nitrit- (oben) und Chloridkonzentration (unten) im Zeitraum 1993-2013 an der Stelle 3.1 Urnäsch Kubel. . 32

**Tab. 19:** Abflussbedingungen zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den langjährigen Kennwerten  $Q_1$ ,  $Q_m$ , und  $Q_{347}$  an den Stellen Sitter Appenzell (LH 2308) und Sitter Bruggen/Au (LH2468). .... 39

**Tab. 20:** Beurteilung der Phosphor-Belastung im Einzugsgebiet der Sitter. .... 41

**Tab. 21:** Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im Einzugsgebiet der Sitter. .... 42

**Tab. 22:** Beurteilung der Nitrit- und Ammonium-Belastung im Einzugsgebiet der Sitter unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur. .... 42

**Tab. 23:** Abflussbedingungen zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den langjährigen Kennwerten  $Q_1$ ,  $Q_m$ , und  $Q_{347}$  an der Stelle 4.9 Rotbach Au-Bühler (hydrometrische Station HOAR9105, AFU St. Gallen). .... 50

**Tab. 24:** Beurteilung der Phosphor-Belastung im Einzugsgebiet des Rotbachs. .... 51

**Tab. 25:** Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im Einzugsgebiet der Rotbachs. .... 52

**Tab. 26:** Beurteilung der Nitrit- und Ammonium-Belastung im Einzugsgebiet des Rotbachs unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur. .... 52

**Tab. 27:** Abflussbedingungen zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den

	langjährigen Kennwerten $Q_1$ , $Q_m$ , und $Q_{347}$ an der Stelle Goldach Bleiche (LH 2308). ....	59		Binnenkanals und des Alten Rheins (5 Zustandsklassen). ....	71
<u>Tab. 28:</u>	Beurteilung der Phosphor-Belastung im Einzugsgebiet der Goldach.....	61	<u>Tab. 34:</u>	Beurteilung der Nitrit- und Ammonium- Belastung im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur. ....	71
<u>Tab. 29:</u>	Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im Einzugsgebiet der Goldach.....	61	<u>Tab. 35:</u>	Verlauf der Ammoniumkonzentration im Zeitraum 1993-2013 an den Probenahmestellen im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins. ....	71
<u>Tab. 30:</u>	Beurteilung der Nitrit- und Ammonium- Belastung im Einzugsgebiet der Goldach unter Berücksichtigung des Chloridgehaltes, des pH und der Wassertemperatur. ....	61	<u>Tab. 36:</u>	Stellen mit chemischen Probenahmen an den appenzellischen Fließgewässern und zugeordnete Untersuchungsprogramme. (VU=Vorfluteruntersuchung, FG=Fließgewässerüberwachung und AFUSG=Gewässermonitoring zusammen mit Kanton St Gallen. KB=Koordinationsbedarf). ....	77
<u>Tab. 31:</u>	Abflussbedingungen in den appenzellischen Zuflüssen des Alten Rheins zum Zeitpunkt der Probenahmen 2013 im Vergleich zu den Kennwerten $Q_1$ , $Q_m$ , und $Q_{347}$ 2012 an der hydrometrischen Stelle des Freibaches (HO1501 AFU St. Gallen). ....	69			
<u>Tab. 32:</u>	Beurteilung der Phosphor-Belastung im appenzellischen Einzugsgebiet des Binnenkanals und des Alten Rheins (5 Zustandsklassen).....	70			
<u>Tab. 33:</u>	Beurteilung der Nitrat- und DOC-Belastung im appenzellischen Einzugsgebiet des				

---

### **Anhang 1: Gesamtbeurteilung der einzelnen Stellen.**

Die Matrix auf der folgenden Seite gibt einen Gesamtüberblick auf die Bewertung und Beurteilung aller Stellen. Die Daten sind nach dem Äusseren Aspekt, der Biologie und der Chemie sowie nach den einzelnen Einzugsgebieten gegliedert. Bewertet werden die Ergebnisse nach den 5 bzw. 3 Zustandsklassen des Modulstufenkonzeptes. Weiter wird gezeigt, ob die gesetzlich vorgegebenen ökologischen Ziele“ von Anhang 1 und die „Anforderungen“ nach Anhang 2 der GSchV erreicht bzw. erfüllt werden.

Die Bewertung der organischen Belastung anhand der Kieselalgen (Lange-Bertalot) erfolgt nicht nach den fünf Zustandsklassen, sondern auf der Basis von 7 Gütestufen (siehe Kapitel 2.5.5), auf die das Verfahren ursprünglich geeicht wurde. Farblich hebt sich diese Beurteilung von den Farben der Zustandsklassen des Modulstufenkonzeptes ab (siehe Matrix). Hingegen kann beurteilt werden, ob die gesetzlichen Ziele erreicht sind oder nicht.



Anhang 2: Daten des äusseren Aspektes 2013.

Gewässerstellen	Einzugsgebiet Glatt								Einzugsgebiet Rothbach							
	2.4	2.5	2.3	2.2	2.1	2.7	2.62	2.61	4.11	12A1	4.10	4.9	4.12	4.8	4.7	
<b>Gesamtbewertung ohne Feststoffe und Abfälle sowie natürliche Ursachen</b>	Glatt	Egglib.	Glatt	Glatt	Glatt	Glatt	Wissenb.	Wissenb.	Glatt	Rotb.	Mendleb.	Rotb.	Goldb.	Rotb.	Rotb.	
<b>Äusserer Aspekt</b>	Schlamm (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2a)	kein	wenig/mittel	wenig/mittel	wenig/mittel	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	wenig/mittel	kein	
	Trübung (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b)	keine	keine	leicht/mittel*	leicht/mittel	stark	keine	leicht/mittel*	leicht/mittel*	keine	keine	keine	keine	leicht/mittel	keine	
	Verfärbung (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b)	keine	keine	keine	leicht/mittel	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
	Schaum (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b)	kein	kein	kein	wenig/mittel	viel	kein	wenig/mittel	wenig/mittel	wenig/mittel	kein	kein	kein	wenig/mittel	wenig/mittel	
	Geruch (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2c)	kein	kein	wenig/mittel	kein	leicht/mittel	kein	wenig/mittel	wenig/mittel	kein	kein	kein	kein	kein	kein	
	FeS (GschV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 1a)	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	
	Koimontation (GschV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 2b)	keine	leicht/mittel	leicht/mittel	leicht/mittel	leicht/mittel	keine	keine	keine	leicht/mittel	keine	keine	keine	leicht/mittel	leicht/mittel	
	Feststoffe	keine	keine	keine	vereinzelt	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
	Abfälle	keine	keine	keine	vereinzelt	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
	Het. Bewuchs (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	vereinzelt	kein	vereinzelt	kein	kein	kein	kein	kein	mittel	vereinzelt	vereinzelt	vereinzelt	wenig	wenig	
	<b>Pflanzenbewuchs</b>	Algen (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	mittel	kein/wenig	mittel	mittel	wenig	kein	wenig	kein	vereinzelt	vereinzelt	kein	kein	mittel	mittel
		Moose (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig
		Makrophyten (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig
		Algen (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	2.5	1	2	2	3.5	1	2	2	3	2	3.5	2.5	1.5	2.5
		Moose (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	2	1	1	1.5	0.5	0	1	0.5	1.5	0	3	1	0.5	1
<b>Bewuchsdichte (0-5)</b>	Makrophyten (GschV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)					0	0	0	0	0.5	0	0	0	0	0	
	* natürliche Ursachen					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	



Anhang 2: Fortsetzung

Gewässerstellen		Einzugsgebiet Urnäsch															
		3.9	3.91	3.8	3.7	3.6	1A1	3.10	3.5	3.4	3.3	3.31	3.21	3.2	3.1		
Äusserer Aspekt	Gesamtbeurteilung ohne Feststoffe und Abfälle sowie natürliche Ursachen																
	Schlamm (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 2a)	F	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	
	Trübung (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 2b)	H	keine	keine	keine	keine	stark*	keine	keine	keine	keine	keine	keine	leicht/mittel	keine	keine	
	Verfärbung (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 2b)	H	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
	Schaum (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 2b)	H	kein	kein	kein	kein	kein	wenig/mittel	kein	wenig/mittel	kein	kein	wenig/mittel	wenig/mittel	wenig/mittel	kein	
	Geruch (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 2c)	H	kein	kein	kein	kein	kein	wenig/mittel	kein	kein	kein	kein	kein	kein	leicht/mittel	kein	
	FeS (GSchV, Anhang 2, Ziff. 12; Abs. 1a)	H	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	
	Kolimation (GSchV, Anhang 2, Ziff. 12; Abs. 2b)	H	keine	leicht/mittel	keine	keine	leicht/mittel	keine	leicht/mittel	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
	Feststoffe	H	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
	Abfälle	H	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
	Het. Bewuchts (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)	H	kein	kein	kein	kein	kein	wenig	mittel	wenig	kein	vereinzel	vereinzel	mittel	kein	vereinzel	
	Pflanzenbewuchs	Algen (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)	H	kein/wenig	kein/wenig	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	mittel	kein
		Moose (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)	H	mittel	mittel	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig
		Makrophyten (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)	H	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig	kein/wenig
		Algen (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)	F	0.5	0	1	2	2	2	3	2	2.5	2.5	2	2.5	2.5	2.5
		Moose (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)	F	3.5	0	0	0	1.5	0.5	1.5	0	1	1	1	1	1	3
		Makrophyten (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)	F	0.5	0	0.5	0	2	0	2	0	2	0	0	0	0	0
	Bewuchsdichte (0-5)	Algen (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)	H														
		Moose (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)	H														
	* natürliche Ursachen	Algen (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)	H														
Moose (GSchV, Anhang 2, Ziff. 11; Abs. 1a)		H															

Anhang 2: Fortsetzung

Gewässerstellen	Einzugsgebiet Goldach										Einzugsgebiet Rheintal									
	5.9	5.8	5.6	5.5	5.7	5.42	5.41	5.3	5.2	5.1	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	13A1	6.7	11A1	
<b>Gesamtbewertung ohne Feststoffe und Abfälle sowie natürliche Ursachen</b>																				
Schlamm (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 2a)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Trübung (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 2b)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Verfärbung (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 2b)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Schaum (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 2b)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Geruch (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 2b)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
FeS (GSchV, Anhang 2; Zif. 12; Abs. 1a)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Kohlration (GSchV, Anhang 2; Zif. 12; Abs. 2b)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Feststoffe	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Abfälle	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Het. Bewuchs (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 1a)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Algen (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 1a)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Moose (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 1a)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
Makrophyten (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 1a)	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
<b>Bewuchsdichte (0-5)</b>																				
Algen (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 1a)	1.5	1	1	2	2	3	2	2	1.5	2	1	1	1	2	1	1	2.5	2	1	1
Moose (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 1a)	0.5	0.5	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1	0.5	0.5	0	0.5	1.5	0.5	1.5	0	0	0.5	0.5	0.5
Makrophyten (GSchV, Anhang 2; Zif. 11; Abs. 1a)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0	0	0.5	0	0	0
* natürliche Ursachen	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

Anhang 2: Fortsetzung

Gewässerstellen		Einzugsgebiet Sitter															
		3AI	4AI	2AI	5AI	6AI	7AI	8AI	9AI	4.4	10AI	4.3	4.2	4.6	4.1		
Ausserer Aspekt	Gesamtbeurteilung ohne Feststoffe und Abfälle sowie natürliche Ursachen																
	Schlamm (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2a)	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein	kein		
	Tribung (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b)	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*	F leicht/mittel*		
	Verfärbung (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b)	H keine	H leicht/mittel*	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine		
	Schaum (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b)	S kein	S kein	S kein	S kein	S kein	S kein	S kein	S kein	S kein	S kein	S kein	S kein	S kein	S kein		
	Geruch (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 2b)	F kein	F kein	F kein	F kein	F kein	F kein	F kein	F kein	F kein	F kein	F kein	F kein	F kein	F kein		
	FeS (GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 1a)	H kein	H kein	H kein	H kein	H kein	H kein	H kein	H kein	H kein	H kein	H kein	H kein	H kein	H kein		
	Koamation (GSchV, Anhang 2; Ziff. 12; Abs. 2b)	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine	H keine		
	Feststoffe	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine		
	Abfälle	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine	S keine		
	Het. Bewuchs (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F kein	F kein	F vereinzelt	F kein	F kein	F kein	F vereinzelt	F vereinzelt	F vereinzelt	F vereinzelt	F vereinzelt	F vereinzelt	F vereinzelt	F vereinzelt		
	Pflanzenbewuchs	Algen (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	S mittel	S mittel	S kein/wenig	S mittel	S mittel	S mittel	S mittel	S viel	S mittel	S mittel	S viel	S kein/wenig	S mittel		
		Moose (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig		
		Makrophyten (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig	F kein/wenig		
		Bewuchsdichte (0-5)	Algen (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	S 2.5	S 2	S 1.5	S 2	S 2.5	S 2.5	S 3.5	S 2.5	S 1	S 3	S 4	S 0.5	S 3	
			Moose (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	F 0	F 1	F 0	F 2	F 0.5	F 0.5	F 0	F 0	F 0	F 0	F 1	F 1.5	F 1	
			Makrophyten (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	S 0.5	S 0	S 0	S 1	S 0	S 0	S 0.5	S 0	S 0.5	S 0	S 0	S 0	S 0	
			* natürliche Ursachen	Makrophyten (GSchV, Anhang 2; Ziff. 11; Abs. 1a)	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0
					H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0
				H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	
		H 0		H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0		
	H 0	H 0		H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0	H 0			

Anhang 3: Chemische Daten 2013

Nr.	Gewässer	Ort	Datum			Temp. [°C]			PO4-P [mg/l]			Ptot [mg/l]			NO3-N [mg/l]			NO2-N [mg/l]*			NH4-N [mg/l]**			DOC (mg/l)			Ci [mg/l]			Gesamtbewertung Chemie		
			F	S	H	F	S	H	F	S	H	F	S	H	F	S	H	F	S	H	F	S	H	F	S	H	F	S	H	GschV Anhang 1	Modul Chemie	GschV Anhang 2
<b>Einzugsgebiet Glatt</b>																																
2.3	Glatt	Ober Müli	28.03.13	26.06.13	03.09.13	4.0	10.3	10.8	<0.01	0.070	0.010	<0.04	0.080	<0.04	1.04	1.08	0.81	0.011	0.004	0.006	0.010	0.010	0.020	1.60	3.40	1.60	3.2	1.8	1.3	nicht erreicht	unbefriedigend	erfüllt
2.1	Glatt	Zellersmüli	28.03.13	26.06.13	03.09.13	7.5	11.8	16.6	0.39	0.44	0.530	0.220	0.270	4.16	1.98	6.95	0.031	0.005	0.005	0.680	0.030	0.040	8.70	4.50	5.30	236	24	81	nicht erreicht	schlecht	nicht erfüllt	
2.61	Glatt	Tobel Müli	29.03.13	26.06.13	03.09.13	3.6	11.5	13.4	0.140	0.300	0.110	0.160	0.110	1.96	1.75	3.20	0.012	0.008	0.009	0.040	0.040	0.030	2.90	4.00	2.60	50	31	61	nicht erreicht	schlecht	nicht erfüllt	
2.62	Wissenbach	Tobel Müli	29.03.13	26.06.13	03.09.13	2.8	11.0	14.0	0.050	0.120	0.020	<0.04	0.080	<0.04	1.47	1.22	1.27	0.009	0.008	0.011	0.110	0.050	0.030	1.90	3.10	1.60	23	6	9	nicht erreicht	schlecht	erfüllt
<b>Einzugsgebiet Urnäsch</b>																																
3.8	Urnäsch	Sonnenflue	04.04.13	26.06.13	03.09.13	3.1	8.2	10.5	<0.01	0.010	<0.01	<0.04	<0.04	<0.04	0.41	0.30	0.39	0.003	<0.005	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01	0.81	1.10	0.59	6	1	1	erreicht	sehr gut	erfüllt
1A1	Schwarz	Sonder	10.04.13	02.07.13	29.09.13	4.8	12.4	13.8	0.040	0.030	0.050	<0.04	0.050	0.040	1.10	1.29	1.01	0.004	0.006	0.003	0.010	0.010	0.020	3.10	2.10	2.20	2	3	4	nicht erreicht	mässig	erfüllt
3.10	Wissbach	Furt	03.04.13	26.06.13	03.09.13	2.8	11.2	12.8	0.020	0.150	<0.04	0.090	0.120	1.10	0.74	1.20	0.006	0.005	0.046	0.040	0.050	0.190	1.90	4.00	1.90	4	2	4	nicht erreicht	schlecht	nicht erfüllt	
3.5	Urnäsch	Zürchersmühle	03.04.13	27.06.13	05.09.13	4.0	10.5	14.2	0.010	0.060	0.030	<0.04	0.050	0.050	0.62	0.58	0.67	0.003	0.003	0.011	0.020	0.030	0.040	1.40	2.70	1.30	6	2	3	nicht erreicht	unbefriedigend	erfüllt
3.1	Urnäsch	Kübel	04.04.13	26.06.13	03.09.13	3.0	10.1	15.2	0.010	0.040	0.020	<0.04	<0.04	<0.04	1.36	0.74	1.22	0.004	0.002	0.004	<0.01	<0.01	0.020	1.90	2.20	2.00	10	4	7	nicht erreicht	mässig	erfüllt
<b>Einzugsgebiet Roblach</b>																																
4.11	Roblach	Rotenwä	06.04.13	02.07.13	30.09.13	2.2	13.1	11.3	<0.01	0.020	0.010	<0.04	<0.04	<0.04	0.90	0.92	0.87	0.002	0.006	0.003	<0.01	0.090	0.010	1.60	2.00	1.60	2	2	2	erreicht	gut	erfüllt
12A1	Mendlebach	Kantonsgrenze	10.04.13	02.07.13	30.09.13	4.2	14.9	11.7	0.040	0.060	0.030	<0.04	0.110	0.090	0.83	0.94	0.71	0.010	0.014	0.019	0.070	0.190	0.030	3.50	4.80	4.60	6	6	5	nicht erreicht	schlecht	nicht erfüllt
<b>Einzugsgebiet Goldach</b>																																
5.9	Goldach	Bach	13.04.13	03.07.13	02.10.13	7.3	11.1	9.6	0.010	<0.01	0.020	<0.04	<0.04	<0.04	1.20	1.17	1.06	0.002	0.002	0.002	<0.01	0.010	0.020	1.50	0.96	1.10	6	5	5	erreicht	gut	erfüllt
5.1	Goldach	Ahmüli	12.04.13	03.07.13	02.10.13	5.8	12.5	10.3	0.020	0.020	0.050	0.040	<0.04	<0.04	1.47	1.52	1.89	0.004	0.003	0.002	0.020	<0.01	0.020	1.90	1.30	1.40	9	8	11	nicht erreicht	mässig	erfüllt
<b>Einzugsgebiet Rheintal</b>																																
6.1	Mattenbach	Matten	01.04.13	03.07.13	02.10.13	1.4	13.0	10.2	0.020	0.020	0.030	<0.04	0.070	<0.04	1.45	1.31	1.17	0.003	0.002	0.002	<0.01	0.020	0.020	1.50	1.40	1.50	31	12	18	nicht erreicht	mässig	erfüllt
6.2	Galdebach	Büelen	29.03.13	03.07.13	02.10.13	2.6	12.5	9.8	0.090	0.040	0.110	<0.04	0.070	0.060	1.36	1.33	1.01	0.008	0.003	0.002	0.050	0.010	0.020	2.80	1.80	2.80	39	10	12	nicht erreicht	schlecht	erfüllt
6.3	Galdebach	Hinterbüelen	29.03.13	03.07.13	30.09.13	2.9	13.1	13.1	0.040	0.030	0.060	<0.04	0.070	0.050	1.33	1.27	1.20	0.010	0.005	0.011	0.090	0.030	0.060	2.00	1.90	2.30	68	11	12	nicht erreicht	unbefriedigend	erfüllt
6.4	Klusbach	Schönenbüel	01.04.13	07.07.13	02.10.13	5.6	12.2	11.1	0.170	0.050	0.040	0.110	<0.04	<0.04	2.35	1.63	1.40	0.014	0.004	0.002	0.170	0.010	0.020	5.20	2.60	3.60	10	6	6	nicht erreicht	schlecht	nicht erfüllt
6.5	Klusbach	Tobel Müli	01.04.13	03.07.13	30.09.13	3.3	13.5	12.0	0.020	0.020	0.030	<0.04	<0.04	<0.04	1.77	1.47	1.47	0.003	0.005	0.003	0.010	0.020	0.020	1.90	1.80	2.30	18	8	9	erreicht	gut	erfüllt
6.6	Griffbach	Allmendeburg	01.04.13	07.07.13	02.10.13	4.7	14.1	14.8	0.010	0.040	0.040	<0.04	<0.04	<0.04	1.79	1.29	1.27	0.006	0.003	0.002	0.070	0.010	0.020	1.50	1.50	1.40	36	13	13	nicht erreicht	mässig	erfüllt
13A1	Fallbach	Sonderli	11.04.13	07.07.13	02.10.13	5.4	13.6	10.3	0.040	0.060	0.040	<0.04	<0.04	<0.04	1.40	1.24	1.20	0.003	0.002	0.004	0.020	0.010	0.030	2.30	1.50	1.50	7	6	5	nicht erreicht	schlecht	erfüllt
6.7	Fallbach	Tämbel	01.04.13	07.07.13	02.10.13	3.3	13.8	11.0	0.020	0.060	0.040	<0.04	<0.04	<0.04	1.43	1.29	1.24	0.007	0.002	0.002	0.010	0.010	0.020	1.60	1.30	1.40	21	8	8	nicht erreicht	unbefriedigend	erfüllt
<b>Einzugsgebiet Sitter</b>																																
3A1	Schwendlbach	Loosmühle	11.04.13	02.07.13	29.09.13	6.1	9.0	9.5	0.010	0.030	<0.01	<0.04	<0.04	<0.04	0.69	0.39	0.51	0.002	<0.005	<0.005	0.020	<0.01	0.010	0.75	0.45	0.51	1	0	1	erreicht	gut	erfüllt
8A1	Sitter	Lank	11.04.13	02.07.13	29.09.13	0.0	14.5	12.5	0.010	0.020	0.020	<0.04	<0.04	<0.04	0.55	0.64	1.36	<0.005	0.012	0.014	<0.01	0.010	0.030	2.20	1.30	1.10	5	2	5	erreicht	gut	erfüllt
9A1	Sitter	ARA Unterschlat	10.04.13	02.07.13	29.09.13	6.5	12.0	12.2	0.020	0.020	0.020	<0.04	<0.04	<0.04	0.78	0.67	1.24	<0.005	0.011	0.008	0.020	0.020	2.10	0.92	1.00	8	2	4	erreicht	gut	erfüllt	
10A1	Sitter	Schnöpfen	17.04.13	27.06.13	29.09.13	8.9	9.3	13.2	0.010	0.040	0.060	<0.04	<0.04	0.64	0.69	1.52	0.004	0.004	0.006	0.050	0.020	0.030	1.00	1.50	1.40	2	3	6	nicht erreicht	unbefriedigend	erfüllt	
4.1	Sitter	Zweibrücken	05.04.13	27.06.13	29.09.13	4.5	9.9	13.4	0.010	0.040	0.030	<0.04	0.050	<0.04	1.47	0.94	2.12	0.007	0.003	0.002	0.010	0.010	0.020	2.20	2.20	1.80	12	5	12	nicht erreicht	mässig	erfüllt

Anhang 4: Daten des Makrozoobenthos 2013

Ordnung	Familie	Gattung	Art	relevant für IBCH	relevant für Makroindex	spezifische Biomasse [mg F-G/Ind]	EZG Glatt			EZG Umäsch			EZG Sitter-Rotbach AR			EZG Goldach			EZG Rheintal			EZG Sitter AI					
							2.3	2.1	2.61	2.62	3.8	3.5	3.1	3.10	4.1	4.11	4.9	4.7	5.9	5.3	5.3	5.1	6.1	6.3	6.5	A13	A19
Nematoda	PLANARIIDAE	Polycelis	tenuis/nigra	IBCH	MI																						
				IBCH	MI																						
	Nematomorpha	ERPOBDELLIDAE	Erbodella	sp.	IBCH	MI																					
					IBCH	MI																					
	Hirudinea	LUMBRICIDAE	Erbodella	sp.		MI	25																				
						MI	25																				
	Oligochaeta	LUMBRICIDAE	Erbodella	sp.		MI	3																				
						MI	25	75	25	28																	
	Mollusca	TUBIFICIDAE				MI	75																				
						MI	3																				
Bivalvia	SPHAERIIDAE			IBCH	MI																						
				IBCH	MI																						
Acaral	Hydracarina		sp.	IBCH	MI																						
				IBCH	MI																						
Branchiopoda	Hydracarina		Gen. sp.	IBCH	MI	3	1																				
				IBCH	MI																						
Amphipoda	GAMMARIDAE		sp.	IBCH	MI																						
				IBCH	MI																						
Ephemeroptera	GAMMARIDAE	Gammarus	fossarum		MI	2.59	75	3	2	1																	
					MI		75	3	2	1																	
					MI																						
	BAETIDAE	Acentrella	Baetis	sinaica	IBCH	MI	0.77	75	75	82	250	250	275	150	80	256	276	250	282	275	150	75	83	251	258		
						MI		75	75	75	250	250	250	250	75	75	250	250	75	75	250	250	250	250	250	250	
						MI		75	75	75	250	250	250	250	75	75	250	250	75	75	250	250	250	250	250	250	
	EPHEMERELLIDAE	Centropilum	luteolum	sp.	IBCH	MI	0.77																				
						MI																					
						MI																					
	HEPTAGENIIDAE	Ephemerella	sp.	sp.	IBCH	MI	4.31	28	6	25	75	100	100	11	85	25	26	35	3	11	38	15	5	4	75		
						MI		28	6	25	75	100	100	11	85	25	26	35	3	11	38	15	5	4	75	76	
						MI		28	6	25	75	100	100	11	85	25	26	35	3	11	38	15	5	4	75	76	
	LEPTOPHLEBIIDAE	Leuctra	sp.	sp.	IBCH	MI	1.10	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
						MI		3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
						MI		3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Plecoptera	CAPNIIDAE	Capnia	sp.	IBCH	MI	0.31																					
					MI																						
					MI																						
	CHLOROPERLIDAE	Chloroperla	sp.	sp.	IBCH	MI																					
						MI																					
						MI																					
	LEUCTRILEUCTRA	Leuctra	sp.	sp.	IBCH	MI	0.31	3	3	3	75	75	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250		
						MI		3	3	3	75	75	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	
						MI		3	3	3	75	75	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
	NEMOURIDAE	Amphinemura	sp.	sp.	IBCH	MI	0.55	25	14	58	111	33	50	6	77	18	2	3	18	59	86	54	29	11	31		
						MI		25	14	58	111	33	50	6	77	18	2	3	18	59	86	54	29	11	31	32	
						MI		25	14	58	111	33	50	6	77	18	2	3	18	59	86	54	29	11	31	32	
	PERLIDAE	Nemoura	pictetii	sp.	IBCH	MI		25	8	25	25	8	25	3	1	7	1	6	9	8	25	25	8	25	25		
						MI		25	8	25	25	8	25	3	1	7	1	6	9	8	25	25	8	25	25	25	
						MI		25	8	25	25	8	25	3	1	7	1	6	9	8	25	25	8	25	25	25	
PERLIDAE	Nemurella	sp.	sp.	IBCH	MI		3	8	3	8	3	9	1	3	1	3	6	25	3	4	3	3	6	1			
					MI		3	8	3	9	1	3	1	3	6	25	3	4	3	3	6	25	3	4	3	1	
					MI		3	8	3	9	1	3	1	3	6	25	3	4	3	3	6	25	3	4	3	1	
PERLIDAE	Dinocras	sp.	sp.	IBCH	MI	43.67																					
					MI																						
					MI																						
PERLIDAE	Perla	sp.	sp.	IBCH	MI	9.63																					
					MI																						
					MI																						
TAENIOPTERYGIDAE	Isogenus	sp.	nubecula	IBCH	MI	1.21	3	32	32	32	11	7	1	1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25			
					MI		3	32	32	32	11	7	1	1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		
					MI		3	32	32	32	11	7	1	1	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
BRACHYPTERA	Brachyptera	sp.	sp.	IBCH	MI		3	25	250	7	25	3	3	1	1	75	7	1	3	25	1	1	1				
					MI		3	25	250	7	25	3	3	1	1	75	7	1	3	25	1	1	1	1			
					MI		3	25	250	7	25	3	3	1	1	75	7	1	3	25	1	1	1	1	1		

Anhang 4: Fortsetzung

Ordnung	Familie	Gattung	Art	relevant für IBCH		spezifische Biomasse [mg FG/Ind]	EZG Glatt			EZG Umäsch			EZG Sitter-Rotbach AR			EZG Goldach			EZG Rheintal			EZG Sitter AI									
				Glatt	Wissenbach		Umäsch	Umäsch	Wissbach	Sitter	Rotbach	Rotbach	Rotbach	Goldach	Goldach	Goldach	Mattenbach	Gstaldenbach	Klusbach	Schwendibach	Sitter	Sitter									
							2.3	2.1	2.61	2.62	3.8	3.5	3.1	3.10	4.1	4.11	4.9	4.7	5.9	5.3	5.1	6.1	6.3	6.5	AI3	AI9	AI10				
Coleoptera	DRYOPIDAE ELMIDAE	Elmis Esolus Limnius Oulimnius Riolus	sp. sp. sp. sp. sp.	IBCH	MI	0.64	14	6	6	3	3	50	100	75	100	30	255	29	32	256	10	11	35	40	56	34	34				
				IBCH	MI		3	3	25	25	3	4	3	7	6	4	6	25	8	6	6	4	6	25	8	6	25	8			
				IBCH	MI		8	3	25	75	75	25	250	25	250	3	4	7	25	25	25	3	4	7	7	25	25	25	25	1	
				IBCH	MI		3					2	1	1									1								
				IBCH	MI		1		1.50						1	2				1			1		3	2					
				IBCH	MI		1		0.17																						
				IBCH	MI				2.65							2															
				IBCH	MI				1.45	8	3	6	7	3	4	7	6	6	6	6	6	25	3	2	4	1	7	6	2	2	
				IBCH	MI				5.44	8	3	6	7	3	4	7	6	6	6	6	6	25	3	2	4	1	7	6	2	2	
				IBCH	MI				5.44	8	3	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	1	7	2	10	2	1	1	
				IBCH	MI				5.44	3	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	2	1	7	2	8	2	1	1	
				IBCH	MI				5.44	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	25	2	2	1	1	1	1	1	
				IBCH	MI				5.44	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	25	2	2	1	1	1	1	1	
				IBCH	MI				5.44	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	25	2	2	1	1	1	1	1	
Diptera	ATHERICIDAE CERATOPOGONIDAE CHAOBORIDAE CHIRONOMIDAE EMPIDIDAE LIMONIDAE PEDICIDAE PSYCHODIDAE SIMULIIDAE TIPULIDAE	Tipula Antocha Diaranota	sp. albicorne sp. sp. sp. ciliaris sp.	IBCH	MI	38.00	75	8	3	3	25	20	1	3	25	8	1					3	1	2			75				
				IBCH	MI	0.08	250	250	250	75	75	750	760	250	250	250	250	250	250	250	250	250	750	250	2500	75	250	2500	75	250	
				IBCH	MI	0.22	8																								
				IBCH	MI	0.50	3																								
				IBCH	MI	1.33	3																								
				IBCH	MI	1.33	3																								
				IBCH	MI	0.29	75	75	2500	75	250	563	250	563	250	250	250	75	250	250	75	250	250	75	25	25	25	25	250	25	
				IBCH	MI	108.00	3	3	1	2	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
				IBCH	MI	1.33	7	2	5	3	4	3																			
				IBCH	MI	30.00	19	16	17	18	21	19	13	20	17	19	14	17	14	17	14	22	20	19	18	16	21	22	16	15	20
				IBCH	MI		6	5	5	6	7	6	5	6	6	6	7	5	7	5	7	6	6	6	6	5	6	5	5	6	
				IBCH	MI		9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
				IBCH	MI		14	11	13	14	15	14	13	14	14	14	14	15	13	15	13	15	14	14	14	13	12	14	14	14	14
				Makroindex							3	6	3	2	1	2	1	3	1	3	4	5	2	1	2	5	6	2	1	4	
							18	11	17	22	28	24	18	22	25	24	21	18	24	22	25	23	17	18	22	20	23				
							6	1.8	5.7	11	28	12	18	7.3	13	8	21	6	4.4	13	23	8.5	3.6	3.8	11	20	5.8				
							2	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	3	2	1	1				
							4.8	2	1.7	4.1	11	6.1	5.2	6.5	8.3	5.9	3.3	6.2	14	9	6.6	3.1	2.1	1.9	7.3	4.5	4.3				

## Anhang 5: Daten der Kieselalgen 2013

	1A1 Schwarz(AI)	2A1 Wissbach(AI)	3A1 Schwe-b.(AI)	2.1 Glatt (AR)	2.2 Glatt (AR)	2.3 Glatt (AR)	2.4 Glatt (AR)	2.5 Egglbach (AR)	2.61 Glatt (AR)	2.62 Wissenb. (AR)	2.7 Wissenb. (AR)	3.1 Umäsch (AR)	3.2 Umäsch (AR)	3.21 Sonderb. (AR)	3.3 Umäsch (AR)	3.31 Umäsch (AR)
<b>Achnanthes</b>																
atomus sensu DI-CH 2006		37	8				8			2						
biasolettiana GRUNOW var. biasolettiana	17	88	190	14	14	121	55	46	9	46	199	88	31	13	70	79
biasolettiana var. subatomus LANGE-B.					4			2								
biasolettiana var. thienemannii (HUSTEDT) LANGE-B.																
eutrophila LANGE-B.	2			23	8	10	52	37	23	15				4	2	
lanceolata (BREBISSON) GRUNOW ssp. lanceolata	2															
lanceolata ssp. frequentissima LANGE-B.																
lanceolata ssp. rostrata (OESTRUP) LANGE-B.																2
lauenburgiana HUSTEDT																
minutissima KUETZING var. minutissima	146	31	13	6	10	144	125	100	15	26	80	36	94	135	64	136
lineare W.SMITH		8	29							2	30		7	4	6	
minutissima var. affinis (GRUNOW) LANGE-B.		2														
minutissima var. inconspicua OESTRUP																2
minutissima var. jackii (RABENHORST) LANGE-B. inkl. DI-CH-G	4				2	10		2			2					
minutissima var. saprophila Kobayasi & Mayama									7	17						
straubiana LANGE-B.		4	2			2	2	4		2			5			
<b>Amphora</b>																
inariensis KRAMMER	5				4		6	8	7	6				4		2
indistincta LEVKOV					2					4						
libyca EHRENBERG sensu K&LB-86		2														
pediculus (KUETZING) GRUNOW	17	10		52	24	10	20	18	53	45	4	5	15	27		
<b>Caloneis</b>																
bacillum (GRUNOW) CLEVE sensu DI-CH	2				16		8		8			2	2			
<b>Cocconeis</b>																
neothumensis KRAMMER										2				4		
pediculus EHRENBERG																
placentula EHRENBERG var. placentula																
placentula var. euglypta (EHRENBERG) GRUNOW		1					4		1	4		1	6	6		2
placentula var. lineata (EHRENBERG) VAN HEURCK																
<b>Cymbella</b>																
affinis auct. non KUTZING				2												2
affinis auct. non KUTZING																
helvetica KUTZING		21										4	2			
minuta HILSE	6	37	25	7	6	3	6	2		5	6	4	13		8	16
minuta f. semicircularis	13		2								5	6	4		2	2
silesiaca BLEISCH		4	3											5		2
silesiaca BLEISCH		1	8									2				
sinuata GREGORY	2	14		1		4	4		2	10	8	2	6	8	5	1
<b>Denticula</b>																
tenuis KUTZING				1												
<b>Diatoma</b>																
ehrenbergii KUTZING		75	84									14	16		2	29
mesodon (EHRENBERG) KUTZING		1	2							2			2			
moniliformis KUTZING	8	15		23	31				16	29	29	26	25	64	12	9
moniliformis KUTZING																
problematica LANGE-BERTALOT																
vulgaris BORY	2	6		27	2		2	2	22	6	2	16	21	25	9	9
<b>Eunotia</b>																
arcus (EHRENBERG) CLEVE	2	63														
<b>Fragilaria</b>																
capucina var. austriaca (GRUNOW) LANGE-B.				18												
capucina var. capitellata (GRUNOW) LANGE-B.					1											
capucina var. gracilis (OESTRUP) HUSTEDT																
capucina var. vaucheriae (KUTZING) LANGE-B.	60	19	16	19	11	7	14	10	10	21	6	8	5	16	4	7
ulna (NITZSCH) LANGE-B.	1								2							
<b>Frustulia</b>																
vulgaris (THWAITES) DE TONI																
<b>Gomphonema</b>																
angustivalva REICHARDT											40		4	3	8	
micropumilum REICHARDT	4		9				4						8	7	32	10
micropus KUETZING (ehem. angustatum)	2			4	6	6	6	14	2	7		8	4	2		2
minutum (AGARDH) AGARDH																
olivaceum (HORNEMANN) BREBISSON	20	55	1	26	36	51	11	20	60	15	104	32	74	73	122	49
parallelistriatum LANGE-B. & REICHARDT																
parvulum (KUETZING) KUETZING var. parvulum f. parvulum																
parvulum LANGE-B. & REICHARDT var. parvulum f. saprophilum																
aff. pumilum			15													

	1A1 Schwarz(AI)	2A1 Wissbach(AI)	3A1 Schwe-b.(AI)	2.1 Glatt (AR)	2.2 Glatt (AR)	2.3 Glatt (AR)	2.4 Glatt (AR)	2.5 Egglbach (AR)	2.61 Glatt (AF)	2.62 Wissenb. (AR)	2.7 Wissenb. (AR)	3.1 Umäsch (AR)	3.2 Umäsch (AF)	3.21 Sonderb. (AR)	3.3 Umäsch (AF)	3.31 Umäsch (AR)
pumilum (GRUNOW) REICHARDT & LANGE-B. var. pumilum	20					10										
pumilum var. elegans REICHARDT & LANGE-B.			12													
pumilum var. rigidum REICHARDT & LANGE-B.			2				5									
tergestinum FRICKE	4			2			6		4	2		4			13	10
truncatum EHRENBERG		1														
utae LANGE-B. & REICHARDT																
<b>Gyrosigma</b>																
accuminatum (KUETZING) RABENHORST																
<b>Meridion</b>																
circulare (GREVILLE) C.AGARDH var. circulare	132			2	4	5	8	12	2	4	2	8	7	14	8	6
<b>Navicula</b>																
accomoda HUSTEDT																
atomus (KUTZING) GRUNOW var. atomus						2	2	10					4			
atomus var. permitis (HUSTEDT) LANGE-B.							9	2	7			2		8		
cryptotenella LANGE-B.	21		2	42	65	3	16	6	18	65	2	12	2	8	5	6
goeppertiana BLEISCH (H.L.SMITH)																
gregaria DONKIN	9			50	35	2	10	6	57	20		4	2	13		
jouboudii GERMAIN													2			
lanceolata (C.AGARDH) EHRENBERG				36	42	70	58	36	22	19	2	2	14	35	4	2
lenzii HUSTEDT																
menisculus var. grunowii LANGE-B.	4															
minima GRUNOW	2			2												
minuscula GRUNOW var. minuscula GRUNOW	3					2	10	2							2	4
mutica KUTZING var. mutica																
pelliculosa (BREBISSON ex KUETZ.) HILSE						4	2						4			
reichardiana LANGE-B.	4			2	20	4	2	3	4	8	8	3	4			6
saprophila LANGE-BERTALOT																
seminulum GRUNOW																
subhamulata GRUNOW																
sublucidula HUSTEDT																
subminuscula MANGUIN																
tripunctata (O.F.MUELLER) BORY	19			6	19	1	4	5	7	13		4		8	4	2
veneta KUETZING																
<b>Nitzschia</b>																
abbreviata HUSTEDT																
amphibia GRUNOW				2												
archibaldii LANGE-B.	8	2														
dissipata (KUETZING) GRUNOW ssp. dissipata	43	11	14	36	23	26	12	44	87	84	19	55	54	39	15	34
fonticola GRUNOW	8		26	100		2		4		16	1	2		4	8	
frustulum (KUETZING) GRUNOW var. frustulum												2				
heufferiana GRUNOW																
linearis (C.AGARDH) W.SMITH																
ovalis ARNETT																
palea var. debilis (KUETZING) GRUNOW	2															
paleacea GRUNOW	10								4							
pura HUSTEDT			15									194	80		136	86
pusilla GRUNOW emend. LANGE-B.						6	11		3					2		
recta HANTZSCH	11			27	55	2	13	7	41	72	5	4	15	6		7
sociabilis HUSTEDT				49	93	14	6	115	24	2		8	5			
sublinearis HUSTEDT																
minutulus (KUETZING) CLEVE & MUELLER														2		2
<b>Surirella</b>																
brebissonii KRAMMER & LANGE-B. var. brebissonii				1								3				
brebissonii var. kuetzingii KRAMMER & LANGE-B.																
lacrimula ENGLISH				2	5							11	2		1	
minuta BREBISSON ex KUETZING						12	3	10		2						
<b>Total</b>	591	532	499	561	538	533	504	523	521	577	566	572	548	534	540	528
<b>Anzahl Arten</b>	33	26	24	26	26	26	32	25	29	32	21	32	35	28	25	27
<b>DI-CH</b>	3.38	1.98	1.69	3.78	3.48	2.70	3.39	3.41	3.95	3.70	1.84	2.00	2.32	3.11	1.91	2.18



	3.4 Murbach (AR)	3.5 Umäsch (AR)	3.6 Umäsch (AR)	3.7 Umäsch (AR)	3.8 Umäsch (AR)	3.9 Umäsch (AR)	3.91 Umäsch (AR)	3.10 Wissbach (AR)	4.1 Stier (AR)	4.2 Kösterlib. (AR)	4.3 Stier (AR)	4.4 Stier (AR)	4.6 Wettbach (AR)	4.7 Robbach (AR)	4.8 Robbach (AR)	4.9 Robbach (AR)
<b>Achnanthes</b>																
átomus sensu DI-CH 2006	4	15	2	11	2	2		2					20	2	4	
biasoletiana GRUNOW var. biasoletiana	64	81	49	220	221	393	92	8	32	4	7	28	102	78	24	34
biasoletiana var. subatomus LANGE-B.	2				2							8				
biasoletiana var. thienemannii (HUSTEDT) LANGE-B.																
eutrophila LANGE-B.										10						
lanceolata (BREBISSON) GRUNOW ssp. lanceolata		2						4		2						
lanceolata ssp. frequentissima LANGE-B.										14				1		
lanceolata ssp. rostrata (OESTRUP) LANGE-B.																
lauenburgiana HUSTEDT										2						
minutissima KUETZING var. minutissima	135	93	39	49	60	6	154	68	26	43	8	28	35	53	83	72
lineare W.SMITH	2		4		16	76	239	4			8					
minutissima var. affinis (GRUNOW) LANGE-B.					3											
minutissima var. inconspicua OESTRUP																
minutissima var. jackii (RABENHORST) LANGE-B. inkl. DI-CH-Gruppe				12	20	8			2			2		6	4	
minutissima var. saprophila Kobayasi & Mayama																
straubiana LANGE-B.	4	10	4													
<b>Amphora</b>																
inariensis KRAMMER								4	10	2			2		3	2
indistincta LEVKOV																
libyca EHRENBERG sensu K&L8-86																
pediculus (KUETZING) GRUNOW	23	17			9	2		45	26	47		10	18	14	32	9
<b>Caloneis</b>																
bacillum (GRUNOW) CLEVE sensu DI-CH		2											6	2	4	
<b>Cocconeis</b>																
neothumensis KRAMMER	2															
pediculus EHRENBERG																
placentula EHRENBERG var. placentula							2				2					
placentula var. euglypta (EHRENBERG) GRUNOW	5	1				2	2	7	4	2	7	11		4	1	
placentula var. lineata (EHRENBERG) VAN HEURCK																
<b>Cymbella</b>																
affinis auct. non KUTZING				2		8	1									
affinis auct. non KUTZING																
helvetica KUTZING		3	4		12	2			6		3	6				
minuta HILSE	7	22	18	41	8		2	7	24		10	7	47	21		8
minuta f. semicircularis	1	6	14	26	11	2	10	9	2		4	14	43	3		4
silesiaca BLEISCH	4		3								2	2				
silesiaca BLEISCH		4	2													
sinuata GREGORY	14		7	1	1			7		4	2	8		2	3	5
<b>Denticula</b>																
tenuis KUTZING			1		1	2	3									
<b>Diatoma</b>																
ehrenbergii KUTZING	4	37	8	43				30	12		137	100				
mesodon (EHRENBERG) KUTZING			2	1		3	8	3								
moniliformis KUTZING	14	37	26	16				18	22		36	11	19	97	113	67
moniliformis KUTZING									5					30	77	17
problematica LANGE-BERTALOT									3							
vulgaris BORY	3	6	14						11		153	43	1	3	27	35
<b>Eunotia</b>																
arcus (EHRENBERG) CLEVE		2						2								
<b>Fragilaria</b>																
capucina var. austriaca (GRUNOW) LANGE-B.					1	2					1					
capucina var. capitellata (GRUNOW) LANGE-B.							2			3						
capucina var. gracilis (OESTRUP) HUSTEDT							2									
capucina var. vaucherae (KUTZING) LANGE-B.	20	6	14	3	2	11	5	16	7	63	6	5	13	18	13	23
ulna (NITZSCH) LANGE-B.					1			2								
<b>Frustulia</b>																
vulgaris (THWAITES) DE TONI																1
<b>Gomphonema</b>																
angustivalva REICHARDT	35	6	8	8	7						14	24	2	4		
micropumilum REICHARDT	4	9		14				2	4		2	6				
micropus KUETZING (ehem. angustatum)	3	1	1	1				4			1	2	6		4	
minutum (AGARDH) AGARDH																
olivaceum (HORNEMANN) BREBISSON	27	29	19	47	49			21	24	36	65	88	17	88	45	28
parallelistriatum LANGE-B. & REICHARDT																
parvulum (KUETZING) KUETZING var. parvulum f. parvulum											15					
parvulum LANGE-B. & REICHARD var. parvulum f. saprophilum											14					
aff. pumilum																

	3.4 Murbach (AR)	3.5 Urmäsch (AR)	3.6 Urmäsch (AR)	3.7 Urmäsch (AR)	3.8 Urmäsch (AR)	3.9 Urmäsch (AR)	3.91 Urmäsch (AR)	3.10 Wisbach (AR)	4.1 Sitter (AR)	4.2 Kösterib. (AR)	4.3 Sitter (AR)	4.4 Sitter (AR)	4.6 Waitzbach (AR)	4.7 Robbach (AR)	4.8 Robbach (AR)	4.9 Robbach (AR)
pumilum (GRUNOW) REICHARDT & LANGE-B. var. pumilum				10				2	1			16				
pumilum var. elegans REICHARDT & LANGE-B.		2	6	36	6		4		2						4	
pumilum var. rigidum REICHARDT & LANGE-B.	23	6														
tergestinum FRICKE			3	11	2				2		3	6	13	18	3	3
truncatum EHRENBERG																
utae LANGE-B. & REICHARDT																
<b>Gyrosigma</b>																
accuminatum (KUETZING) RABENHORST																1
<b>Meridion</b>																
circulare (GREVILLE) C.AGARDH var. circulare	14	6	27		2	6	2	21		2	1	1	2			11
<b>Navicula</b>																
accomoda HUSTEDT										1						
atomus (KUTZING) GRUNOW var. atomus	2									2		4				
atomus var. permissus (HUSTEDT) LANGE-B.								8		10					4	
cryptotenella LANGE-B.	14	5		4	1	21		18	137	16	1	17	33	11	8	31
goeppertiana BLEISCH (H.L.SMITH)										9						
gregaria DONKIN	19					1		5	4	184	4	1	4	2		2
jouboudii GERMAIN																
lanceolata (C.AGARDH) EHRENBERG	74						23		3	10	3	3	1	19	16	
lenzii HUSTEDT																
menisculus var. grunowii LANGE-B.											5		2	2		
minima GRUNOW										10						2
minuscula GRUNOW var. minuscula GRUNOW	4							2					6		6	
mutica KUTZING var. mutica																
pelliculosa (BREBISSON ex KUETZ.) HILSE								18								
reichardtiana LANGE-B.	2	4						3	7		7	5	2	2	8	12
saprophila LANGE-BERTALOT																
seminulum GRUNOW										4						
subhamulata GRUNOW																1
sublucidula HUSTEDT							2									
subminuscula MANGUIN																2
tripunctata (O.F.MUELLER) BORY		3				11	3	11	28	5	13	8	12	5	2	24
veneta KUETZING										4						
<b>Nitzschia</b>																
abbreviata HUSTEDT										2						
amphibia GRUNOW																
archibaldii LANGE-B.	4									6			4	4	1	
dissipata (KUETZING) GRUNOW ssp. dissipata	30	40				11	5	57	75	14	5	54	48	39	26	65
fonticola GRUNOW		16	10	10		3		5	2	4		11		2	7	17
frustulum (KUETZING) GRUNOW var. frustulum		2														
heufferiana GRUNOW	1										3					4
linearis (C.AGARDH) W.SMITH																
ovalis ARNETT										2						
palea var. debilis (KUETZING) GRUNOW											2	1				
paleacea GRUNOW																
pura HUSTEDT		122	221	4	34		23	3	2	18	5			2		
pusilla GRUNOW emend. LANGE-B.								85		4	2		7		2	4
recta HANTZSCH	4		2			2		83	53	8	2	11	20	22	24	53
sociabilis HUSTEDT								2	24	5		1	38	2	2	3
sublinearis HUSTEDT		2														
minutulus (KUETZING) CLEVE & MUELLER																
<b>Surirella</b>																
brebissonii KRAMMER & LANGE-B. var. brebissonii	6										1	2				
brebissonii var. kuetzingii KRAMMER & LANGE-B.													2			
lacrimula ENGLISH	8							3	2	6		2	6			
minuta BREBISSON ex KUETZING																
<b>Total</b>	564	541	548	545	530	574	584	589	562	569	538	553	531	556	546	544
<b>Anzahl Arten</b>	33	32	26	22	25	21	20	36	31	36	34	37	30	30	28	30
<b>DI-CH</b>	2.93	2.04	1.84	1.97	1.62	1.35	1.20	3.37	3.18	5.88	2.91	2.80	2.90	2.51	2.62	3.16

	4.10 Robach (AR)	4.11 Robach (AR)	4.12 Goldib. (AR)	5.1 Goldach (AR)	5.2 Landgraben (AR)	5.3 Goldach (AR)	5.41 Hold-b. (AR)	5.42 Mühlb. (AR)	5.5 Goldach (ARA)	5.6 Moosbach (ARA)	5.7 Goldach (AR)	5.8 Goldach (AR)	5.9 Goldach (AR)	6.1 Mattenbach (AR)	6.2 Staldenbach (AR)
<b>Achnanthes</b>															
atomus sensu DI-CH 2006		2	56	2		8	10			8	4	4	17		2
biasoletiana GRUNOW var. biasoletiana	6	80	87	32	44	36	9	15	69	35	71	162	338	15	14
biasoletiana var. subatomus LANGE-B.					2										
biasoletiana var. thienemannii (HUSTEDT) LANGE-B.												8	13		
eutrophila LANGE-B.						5		2							
lanceolata (BREBISSON) GRUNOW ssp. lanceolata		1						2						2	
lanceolata ssp. frequentissima LANGE-B.						2	9	2							
lanceolata ssp. rostrata (OESTRUP) LANGE-B.															
lauenburgiana HUSTEDT															
minutissima KUETZING var. minutissima	110	113	34	123	137	50	40	40	95	117	126	127	100	56	153
lineare W.SMITH		9							2	14	1	22	2		2
minutissima var. affinis (GRUNOW) LANGE-B.						2									
minutissima var. inconspicua OESTRUP															2
minutissima var. jackii (RABENHORST) LANGE-B. inkl. DI-CH-Gruppe		17		6			2					6			
minutissima var. saphrophila Kobayasi & Mayama															
straubiana LANGE-B.					2										1
<b>Amphora</b>															
inariensis KRAMMER								2							4
indistincta LEVKOV														2	
libyca EHRENBERG sensu K&LB-86															
pediculus (KUETZING) GRUNOW		7	28	5	4	17	16	64	13	21	20	8	13	6	35
<b>Caloneis</b>															
bacillum (GRUNOW) CLEVE sensu DI-CH			4		2	4	2	2		4	4	4	4	8	1
<b>Cocconeis</b>															
neothumensis KRAMMER															
pediculus EHRENBERG								6							
placentula EHRENBERG var. placentula															
placentula var. euglypta (EHRENBERG) GRUNOW	2		1				8	8	1		2		1		2
placentula var. lineata (EHRENBERG) VAN HEURCK															
<b>Cymbella</b>															
affinis auct. non KUTZING															
affinis auct. non KUTZING															
helvetica KUTZING		7		5		2								2	
minuta HILSE	12	8		32	48	39	22	22	34	54	30	61	27	1	6
minuta f. semicircularis		13		8	4	17	8	8	16	29	16	19	10		1
silesiaca BLEISCH															
silesiaca BLEISCH															
sinuata GREGORY	2	13	9					4		6			5		10
<b>Denticula</b>															
tenuis KUTZING															
<b>Diatoma</b>															
ehrenbergii KUTZING															
mesodon (EHRENBERG) KUTZING															
moniliformis KUTZING	188	63	5	40	7	46	27		24	47	35	5	8	1	4
moniliformis KUTZING	106	25		3		2				5					
problematica LANGE-BERTALOT				2		8	2								
vulgaris BORY	35	20	6	2		6					4	1	2		3
<b>Eunotia</b>															
arcus (EHRENBERG) CLEVE															
<b>Fragilaria</b>															
capucina var. austriaca (GRUNOW) LANGE-B.															
capucina var. capitellata (GRUNOW) LANGE-B.															
capucina var. gracilis (OESTRUP) HUSTEDT															
capucina var. vaucheriae (KUTZING) LANGE-B.	31	21	12	16	12	13	37	102	5	24	13		3		2
ulna (NITZSCH) LANGE-B.															
<b>Frustulia</b>															
vulgaris (THWAITES) DE TONI							1	1							
<b>Gomphonema</b>															
angustivalva REICHARDT		7	2						2						
micropumilum REICHARDT		4	1			2	2	2		2	4	2			
micropus KUETZING (ehem. angustatum)	2			2	14				9			4			1
minutum (AGARDH) AGARDH															
olivaceum (HORNEMANN) BREBISSON	38	45	34	81	54	133	28	46	103	25	101	42	15	42	41
parallelistriatum LANGE-B. & REICHARDT															
parvulum (KUETZING) KUETZING var. parvulum f. parvulum															
parvulum LANGE-B. & REICHARD var. parvulum f. saphrophilum															
aff. pumilum															

	4.10 Rotbach (AF)	4.11 Rotbach (AF)	4.12 Goldib. (AR)	5.1 Goldach (AR)	5.2 Landgraben (AR)	5.3 Goldach (AF)	5.41 Holb-b. (AR)	5.42 Mühlib. (AR)	5.5 Goldach (ARA)	5.6 Moosbach (ARA)	5.7 Goldach (AR)	5.8 Goldach (AR)	5.9 Goldach (AR)	6.1 Mattenbach (AF)	6.2 Gstaalenbach (AR)
pumilum (GRUNOW) REICHARDT & LANGE-B. var. pumilum													2		
pumilum var. elegans REICHARDT & LANGE-B.			2												
pumilum var. rigidum REICHARDT & LANGE-B.															
tergestinum FRICKE						16			6	1	5				
truncatum EHRENBERG															
utae LANGE-B. & REICHARDT														4	
<b>Gyrosigma</b>															
accuminatum (KUETZING) RABENHORST															
<b>Meridion</b>															
circulare (GREVILLE) C.AGARDH var. circulare	39	23	1	4	2	2				2		2		2	
<b>Navicula</b>															
accomoda HUSTEDT				4	4	4	16				2			20	35
atomus (KUTZING) GRUNOW var. atomus				2	2	4	12	7					2		33
atomus var. permissus (HUSTEDT) LANGE-B.															
cryptotenella LANGE-B.	4	3	51	41	78	23	21	4	62	51	18	34	20	57	10
goepfertiana BLEISCH (H.L.SMITH)															
gregaria DONKIN	1	2	9	3	5	11	58	90	1	3	1			6	3
jouboudii GERMAIN															
lanceolata (C.AGARDH) EHRENBERG	2		118	5		11	12	4		9	5				22
lenzii HUSTEDT															
menisculus var. grunowii LANGE-B.															2
minima GRUNOW			4				6								2
minuscula GRUNOW var. minuscula GRUNOW				7	4	4	3	4			2			4	1
mutica KUTZING var. mutica												1			
pelliculosa (BREBISSON ex KUETZ.) HILSE				2	3										
reichardtiana LANGE-B.		6	3	3	4	9	2	2	4	2	8	5		15	2
saprophila LANGE-BERTALOT				3				4							334
seminulum GRUNOW															
subhamulata GRUNOW									2						
sublucidula HUSTEDT															
subminuscula MANGUIN								6							
tripunctata (O.F.MUELLER) BORY	6	2	9	2	13	11	5	2	8	18	4	5	5	4	4
veneta KUETZING															
<b>Nitzschia</b>															
abbreviata HUSTEDT							50	4	1		1				3
amphibia GRUNOW															
archibaldii LANGE-B.	2	4		2			8	1		4	2				
dissipata (KUETZING) GRUNOW ssp. dissipata	15	31	57	45	61	30	48	38	71	40	30	13	23	133	68
fonticola GRUNOW						11	2	37			8	16			
frustulum (KUETZING) GRUNOW var. frustulum							1							2	
heufferiana GRUNOW	1				2			1							
linearis (C.AGARDH) W.SMITH								8							
ovalis ARNETT															
palea var. debilis (KUETZING) GRUNOW					2										
paleacea GRUNOW							4			1					
pura HUSTEDT															
pusilla GRUNOW emend. LANGE-B.		2			2	1	1	12						5	
recta HANTZSCH	7	28	25	34	3	20	22		14	19	12	7		31	16
sociabilis HUSTEDT			21	58	35	13	7		22	20	25	18	2	91	37
sublinearis HUSTEDT															
minutulus (KUETZING) CLEVE & MUELLER															
<b>Surirella</b>															
brebissonii KRAMMER & LANGE-B. var. brebissonii							2	1							
brebissonii var. kuetzingii KRAMMER & LANGE-B.							1	4							
lacrimula ENGLISH				3	5	2	12	11		2				7	2
minuta BREBISSON ex KUETZING					2	1									
<b>Total</b>	609	556	579	577	557	565	516	568	564	563	554	576	614	514	858
<b>Anzahl Arten</b>	20	27	24	31	28	34	37	36	22	27	28	24	22	23	34
<b>DI-CH</b>	2.54	2.29	3.37	2.98	3.15	3.05	3.92	4.41	2.83	2.64	2.82	2.10	2.13	3.58	5.59

	6.3 Gstaldbach (AR)	6.4 Klusbach (AR)	6.5 Klusbach (AR)	6.6 Grifflbach (AR)	6.7 Fallbach (AR)	4AI Brühlbach (AI)	5AI Mülleribach (AI)	6AI Sitter	7AI Kaubach	8AI Sitter	9AI Sitter	10AI Sitter	11AI Aubach (AI)	12AI Mendelbach (AI)	13AI Fallbach (AI)
<b>Achnanthes</b>															
atomus sensu DI-CH 2006			31		8	49	6	2	2	4		17	1		53
biasolettiana GRUNOW var. biasolettiana	14	10	31	4	21	30	36	78	7	28	29	40	4	4	14
biasolettiana var. subatomus LANGE-B.								5							
biasolettiana var. thienemannii (HUSTEDT) LANGE-B.															
eutrophila LANGE-B.						6	44	4	1		3	8	11	6	
lanceolata (BREBISSON) GRUNOW ssp. lanceolata		2		2		2	3		3				4	13	
lanceolata ssp. frequentissima LANGE-B.		8	2	2	1			2					4	1	2
lanceolata ssp. rostrata (OESTRUP) LANGE-B.															
lauenburgiana HUSTEDT															
minutissima KUETZING var. minutissima	160	170	126	366	152	122	138	22	16	6	15	47	141	177	46
lineare W.SMITH			6		10	17		4			2	8			
minutissima var. affinis (GRUNOW) LANGE-B.															
minutissima var. inconspicua OESTRUP															
minutissima var. jackii (RABENHORST) LANGE-B. inkl. DI-CH-Gruppe						4							4		
minutissima var. saprophylla Kobayasi & Mayama															
straubiana LANGE-B.			2				26								
<b>Amphora</b>															
inariensis KRAMMER		10							3						9
indistincta LEVKOV		4		4											
libyca EHRENBERG sensu K&LB-86															
pediculus (KUETZING) GRUNOW	26	114	48	18	70	10	12	2	8	2	2	6	24	33	43
<b>Caloneis</b>															
bacillum (GRUNOW) CLEVE sensu DI-CH	8	2			18		2					2	4		
<b>Cocconeis</b>															
neothumensis KRAMMER												8			
pediculus EHRENBERG			1												
placentula EHRENBERG var. placentula															
placentula var. euglypta (EHRENBERG) GRUNOW		3	3	2	1					3		8		1	7
placentula var. lineata (EHRENBERG) VAN HEURCK												1			
<b>Cymbella</b>															
affinis auct. non KUTZING															
affinis auct. non KUTZING															
helvetica KUTZING						2		6		6	5				
minuta HILSE	19	4	12	49	27	6	21	32	26	14	22	20	8	4	13
minuta f. semicircularis					2	10	2	13	7	4	5	11	6	2	
silesiaca BLEISCH					5	5				3	2	6	2	2	
silesiaca BLEISCH												2			
sinuata GREGORY	4		3			2	2				9	10	5	4	2
<b>Denticula</b>															
tenuis KUTZING		1					2								
<b>Diatoma</b>															
ehrenbergii KUTZING						69		155	8	209	204	57			
mesodon (EHRENBERG) KUTZING					1				3	2			2		
moniliformis KUTZING	26		4	6	27	3		8	2	15	29	5	18		70
moniliformis KUTZING												2			2
problematica LANGE-BERTALOT															
vulgaris BORY			4		3				143	54	44	7			17
<b>Eunotia</b>															
arcus (EHRENBERG) CLEVE								10		1	2				
<b>Fragilaria</b>															
capucina var. austriaca (GRUNOW) LANGE-B.								14		1		6			
capucina var. capitellata (GRUNOW) LANGE-B.			2												
capucina var. gracilis (OESTRUP) HUSTEDT															
capucina var. vaucheriae (KUTZING) LANGE-B.	22	95	23	27	9	2	67	8	34	27	8	7	35	39	7
ulna (NITZSCH) LANGE-B.															
<b>Frustulia</b>															
vulgaris (THWAITES) DE TONI		2													
<b>Gomphonema</b>															
angustivalva REICHARDT						15			17	15	14	20			
micropumilum REICHARDT					1	36		6	8	6		51			2
micropus KUETZING (ehem. angustatum)		4		17			15		2		1		29	14	4
minutum (AGARDH) AGARDH												3			
olivaceum (HORNEMANN) BREBISSON	66	3	15		33	31		70	48	50	64	46	55	17	9
parallelstriatum LANGE-B. & REICHARDT													4		
parvulum (KUETZING) KUETZING var. parvulum f. parvulum															
parvulum LANGE-B. & REICHARD var. parvulum f. saprophyllum															
aff. pumilum															

	6.3 Gstaaldenbach (AR)	6.4 Klusbach (AR)	6.5 Klusbach (AR)	6.6. Grifflbach (AR)	6.7 Fallbach (AR)	4A1 Brühlbach (AI)	5A1 Mülleribach (AI)	6A1 Sitter	7A1 Kaubach	8A1 Sitter	9A1 Sitter	10A1 Sitter	11A1 Aubach (AI)	12A1 Mendlebach (AI)	13A1 Fallbach (AI)
pumilum (GRUNOW) REICHARDT & LANGE-B. var. pumilum					2		2	10	11	2	25	10			
pumilum var. elegans REICHARDT & LANGE-B.								14				20			
pumilum var. rigidum REICHARDT & LANGE-B.					5	93		16	27	34	3	57	5		
tergestinum FRICKE	11		9		1	13		6	2		6	7			
truncatum EHRENBERG															
utae LANGE-B. & REICHARDT															
<b>Gyrosigma</b>															
accuminatum (KUETZING) RABENHORST															
<b>Meridion</b>															
circulare (GREVILLE) C.AGARDH var. circulare		5		4		1	71		4	7	3			89	4
<b>Navicula</b>															
accomoda HUSTEDT												4	17		
atomus (KUTZING) GRUNOW var. atomus	21		6		2										
atomus var. permissus (HUSTEDT) LANGE-B.	8	12	12	8	12		23			2	2		4	12	2
cryptotenella LANGE-B.	49	25	87	13	63		6		5	7	4	5	12	8	11
goepfertiana BLEISCH (H.L.SMITH)															
gregaria DONKIN	3	17	12	2	18				4	1	2	2	3		24
joboudii GERMAIN															
lanceolata (C.AGARDH) EHRENBERG	4	33	43	7	1					12		2	51		35
lenzii HUSTEDT				2											
menisculus var. grunowii LANGE-B.									2						2
minima GRUNOW		8							2						4
minuscula GRUNOW var. minuscula GRUNOW	9	2	1	8		1	14	1	2	4			3	4	6
mutica KUTZING var. mutica				7											
pelliculosa (BREBISSON ex KUETZ.) HILSE			5				27								
reichardtiana LANGE-B.	8		2	2	3	2	2		6	1	3	6	2		6
saprophila LANGE-BERTALOT	75			2			18						1		
seminulum GRUNOW															
subhamulata GRUNOW															
sublucidula HUSTEDT															
subminuscula MANGUIN															
tripunctata (O.F.MUELLER) BORY	4	6	4	2	1	1		8	11	5	7	6		6	7
veneta KUETZING															
<b>Nitzschia</b>															
abbreviata HUSTEDT	9	5		2	2										
amphibia GRUNOW															
archibaldii LANGE-B.	2		2							2					5
dissipata (KUETZING) GRUNOW ssp. dissipata	54	36	53	26	27		19	20	42	7	25	39	70	93	55
fonticola GRUNOW	23		6	12	9	2	8	3	10	2	7	4			
frustulum (KUETZING) GRUNOW var. frustulum															
heufferiana GRUNOW					1	1				4				2	3
linearis (C.AGARDH) W.SMITH							1								
ovalis ARNETT															1
palea var. debilis (KUETZING) GRUNOW															
paleacea GRUNOW															4
pura HUSTEDT						3		6			4	3			
pusilla GRUNOW emend. LANGE-B.	5	9			1	1	6				4	3	11		2
recta HANTZSCH			21	3	19				41	9	5	2	4	29	7
sociabilis HUSTEDT	38		12	17	9								6		27
sublinearis HUSTEDT										2					
minutulus (KUETZING) CLEVE & MUELLER												2			
<b>Surirella</b>															
brebissonii KRAMMER & LANGE-B. var. brebissonii					1					1	1				8
brebissonii var. kuetzingii KRAMMER & LANGE-B.						1	1		2					1	3
lacrimula ENGLISH		1		1	2	1	6		7	2	2		6	2	1
minuta BREBISSON ex KUETZING															
<b>Total</b>	668	591	588	615	563	541	585	525	516	556	561	567	560	575	501
<b>Anzahl Arten</b>	25	27	31	28	35	31	29	27	34	38	34	40	34	28	32
<b>DI-CH</b>	4.21	4.27	3.37	3.30	2.95	2.12	3.63	2.05	3.18	2.72	2.60	2.25	3.40	3.63	3.29