



Fotos vom April, Mai, Juni und September 2008

Untersuchung der appenzellischen Fließgewässer 2008

(Kanton Appenzell A.Rh.)

AquaPlus

Elber Hürlimann Niederberger

Bundesstrasse 6 · CH-6300 Zug
Fon +41 41 729 30 00 · Fax +41 41 729 30 01
admin@aquaplus.ch

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Inhaltsverzeichnis	2
Zusammenfassung	4
1 Einleitung	14
1.1 Ziele	14
1.2 Gesetzliche Grundlagen	14
1.3 Vorgehen	15
2 Untersuchungsgebiet	18
3 Untersuchungsmethoden	22
3.1 Hydrologie	22
3.2 Morphometrie	22
3.3 Äusserer Aspekt	23
3.4 Quantitative und qualitative Erfassung der Flora der Gewässersohle (Algen, Moose und Makrophyten)	26
3.5 Kieselalgen-Analyse und Bestimmung des Kieselalgen-Indexes DI-CH	28
3.6 Quantitative und qualitative Erfassung der Fauna der Gewässersohle (Makrozoobenthos) und Bestimmung der Gewässergüte	31
3.7 Beurteilung des biologischen Gewässerzustandes	34
3.8 Chemische Analysen	36
4 Ergebnisse der Untersuchung 2008	40
4.1 Flusseinzugsgebiet Glatt	42
4.2 Flusseinzugsgebiet Urnäsch	56
4.3 Flusseinzugsgebiet Sitter	70
4.4 Flusseinzugsgebiet Goldach	84
4.6 Flusseinzugsgebiet Rheintal	98
5 Folgerungen und Massnahmen	110
6 Literaturverzeichnis	112

7

Anhang

Anhang 1	<i>Rohdaten</i> Pflanzlicher Bewuchs Diatomeen Makrozoobenthos	Registerblatt 1
Anhang 2	<i>Rohdaten</i> Chemie Physik Beschattung, Abfluss, Kolmation	Registerblatt 2
Anhang 3	<i>Karten</i> Gesamtbeurteilung Biologie	Registerblatt 3
Anhang 4	<i>Stellendokumentationen Biologie</i>	Registerblatt 4 bis 25

Zusammenfassung

Die Untersuchungen der Fliessgewässer im Kanton Appenzell A.Rh. haben zum Ziel, den regionalen Gewässerzustand in regelmässigen Abständen (Fünfjahresrhythmus) anhand gleichbleibender repräsentativer Untersuchungsstellen zu erheben und zu beurteilen. Veränderungen und Beeinträchtigungen sollen so rechtzeitig erkannt werden.

Die Beurteilung der verschiedenen Parameter erfolgte gemäss den BAFU Modulen Äusserer Aspekt (2007), Diatomeen (2007), Makrozoobenthos (Stand 2005) und Chemie (Stand 2006). Seit den Aufnahmen im Jahr 2003 haben sich einzelne Module des Modul-Stufen-Konzepts des BAFU verändert. Der vorliegende Bericht basiert auf der im Oktober 2008 aktuellsten Version der Module. Für einen direkten Vergleich der Daten mit jenen aus dem Jahr 2003 müssten die alten Daten bezüglich Kieselalgen, Äusserem Aspekt und Chemie mit dem aktuellen Methodenstand neu ausgewertet werden (siehe Kapitel 3).

Die Dichte an Untersuchungsstellen unterschied sich in den einzelnen Einzugsgebieten stark. Je dichter die Untersuchungsstellen im Einzugsgebiet beprobt wurden, desto fundierter und sicherer ist die daraus resultierende Bewertung der Gewässer.

Im folgenden werden der Äussere Aspekt, die biologischen und die chemischen Ergebnisse für jedes Flusseinzugsgebiet einzeln kurz zusammengefasst (siehe auch Tab. Zus1 für Gesamtbewertung Äusserer Aspekt, Tab. Zus2 für biologische Gesamtbewertung und Tab. Zus3 für chemische Gesamtbewertung).

Im Jahr 2003 wurde zum ersten Mal auch der heterotrophe Bewuchs in die Beurteilung des Äusseren Aspekts miteinbezogen, was damals dazu führte, dass sich das Gesamtbild der appenzellischen Fliessgewässer hinsichtlich der Wasserqualität im Vergleich zu den Resultaten der Untersuchungen 1993 und 1997/98 massgeblich verschlechterte. In der aktuellen Untersuchung wurden der heterotrophe Bewuchs und alle übrigen Parameter des Äusseren Aspektes gemäss dem BAFU Modul Äusserer Aspekt (2007) beurteilt. Dies führt zu einer mildereren Bewertung dieser Parameter und resultiert in einer besseren Bewertung der Gewässer, die zumindest teilweise auf rein methodische Gründe zurückzuführen ist.

Die hauptsächlichen Belastungen der Fliessgewässer des Kantons Appenzell A.Rh. werden (mit Ausnahme des Einzugsgebietes Rheintal) durch die **Einleitungen von geklärtem Abwasser** entlang der untersuchten Fliessgewässer verursacht. In den Vorflutern ist das **schlechte Mischungsverhältnis von Bachwasser zu gereinigtem Abwasser** ein grundsätzliches und bereits bekanntes Problem. Die Verdünnung des gereinigten Abwassers durch das Flusswasser kann nur bei den grossen Flüssen (und ausserhalb der Restwasserstrecken) in einem ausreichenden Verhältnis von mehr als 1:10 er-

reicht werden. Bei einem Grossteil der Kläranlagen wird dieser Wert überschritten. In Bächen verschlechtert sich dieses Verhältnis bei geringer Wasserführung zudem dramatisch. Es ist augenscheinlich, dass der heterotrophe Bewuchs im Frühling (Probenahme April) deutlich häufiger auftrat als bei den beiden Sommerprobenahmen (Juni und September). Dieser Befund kann einerseits mit den (im Vergleich zur warmen Jahreszeit) im Winterhalbjahr günstigeren Bedingungen für das Wachstum von heterotrophem Bewuchs erklärt werden (Eichenberger 1972). Beeinträchtigungen äussern sich im Sommer daher nicht in erster Linie in der Ausbildung von heterotrophem Bewuchs. Andererseits erhöht der frühjährliche **Eintrag von organischen Stoffen durch die Landwirtschaft** (Jaucheaustrag) die Belastung der Fliessgewässer und kann somit an besonders exponierten Probenahmestellen zusätzlich zur Ausbildung von heterotrophem Bewuchs beigetragen haben.

Flusseinzugsgebiet Glatt

Der pflanzliche Bewuchs, und wenn vorhanden der Kieselalgenindex und der Makroindex, indizierten den biologischen Zustand der **Glatt** mehrheitlich als gut. Einzig die Untersuchungsstelle direkt nach der Einleitung des geklärten Abwassers aus der ARA Bachwis (Herisau) erreichte nur einen mässigen Zustand. Ausschlaggebend für diese Bewertung war die Zusammensetzung der Wirbellosen (Makroindex).

Aufgrund der Beeinträchtigungen des Äusseren Aspekts (ausser an der obersten Stelle trat überall im Frühling heterotropher Bewuchs auf, und Schaum war weit verbreitet) muss die Glatt aber als belastetes Gewässer eingestuft werden.

Im Oberlauf der Glatt dürfte die Landwirtschaft bezüglich Nährstoffeintrag eine wesentliche Rolle spielen. Der Einfluss der ARA Bachwis auf das Glattwasser im Unterlauf zeigte sich durch die stark erhöhte Konzentration des Gesamtphosphors sowie die ebenfalls erhöhten Werte bei Ammonium und gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC). Es ist anzunehmen, dass der Einfluss der Landwirtschaft etwa gleich gross ist wie im Oberlauf, von der ARA aber überlagert wird. Besonders auffällig war die aussergewöhnlich hohe Chloridkonzentration in der Glatt unterhalb von Herisau. Die hohen Chloridwerte stammen hauptsächlich aus der Regeneration von Wasserenthärtungsanlagen mehrerer Industriebetriebe in Herisau. Das stark chloridhaltige Wasser darf in Absprache mit dem AfU AR dosiert direkt in die Glatt eingeleitet werden, da das ansonsten saubere Wasser die ARA zwar belasten, das Chlorid jedoch die ARA unverändert passieren würde. Insgesamt erreichte die Glatt die ökologischen Ziele für Fliessgewässer sowie die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV vor allem im Mittellauf nicht.

Aufgrund der Biologie wurden die Gewässerqualität der beiden Glatt-Zuflüsse **Eggelibach** und **Wissenbach** als gut eingestuft. Die ökologischen Ziele für Fliessgewässer gemäss GSchV Anhang 1 konnten alle erfüllt werden. Aufgrund des Auftretens von Schaum in beiden Bächen, welcher im Wissenbach an allen drei Untersuchungsdaten bestätigt werden konnte, wird jedoch eine Belastung der beiden Zuflüsse sichtbar. Im Wissenbach wurden zudem leicht erhöhte DOC-, Nitrat- und Ammoniumwer-

te gemessen und die Zielvorgabe für Nitrit wurde im Juni gar überschritten. Diese Belastung wird sowohl durch die landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet als auch durch die Einleitung des geklärten Abwassers der ARA Sägenbach (Schwellbrunn) verursacht.

Vergleich der Resultate mit den Messkampagnen aus vergangenen Jahren.

Bei den aktuellen Untersuchungen wurde deutlich weniger heterotropher Bewuchs in der **Glatt** gefunden als im Jahr 2003. Diese Tatsache kombiniert mit der milderen Bewertung des Äusseren Aspekt aufgrund des BAFU Moduls Äusserer Aspekt (2007) ergab eine wesentlich bessere Bewertung des Äusseren Aspekt als im Jahr 2003. Die starke Beeinträchtigung durch die ARA Bachwis (und zu einem geringeren Ausmass auch die ARA Schwänberg) wurde jedoch schon früher erkannt und hat sich seither nicht verbessert: Erneut wurden unterhalb der Einleitung die gesetzlichen Grenzwerte bzw. Zielvorgaben nach BAFU Modul Chemie überschreitende Nährstoffkonzentrationen (Gesamtphosphor, Ammonium und DOC) gemessen.

Der 1997/98 und 2003 im **Wissenbach** gemessene leicht erhöhte DOC-Gehalt konnte in der vorliegenden Messkampagne bestätigt werden. Wie bereits im Jahr 2003 wurde auch in der aktuellen Untersuchung die Zielvorgabe für die Nitritkonzentration nicht eingehalten.

Flusseinzugsgebiet Urnäsch

Die biologische Gesamtbewertung ergab in der gesamten Urnäsch einen guten Gewässerzustand. Bei der Einmündung in die Sitter wurde aufgrund von Selbstreinigung in der Urnäsch sogar ein sehr guter Zustand erreicht. Im Oberlauf der **Urnäsch** (oberhalb der Nürigbach-Mündung) konnten keinerlei Beeinträchtigungen des Äusseren Aspektes festgestellt werden. Aufgrund der Einleitung von geklärtem Abwasser diverser kleinerer ARAs entlang des Gewässers, der relativ intensiven landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet und der beiden Zuflüsse Wissbach (Vorfluter ARA Jakobsbad) und Sonderbach konnte diese gute Qualität der Urnäsch jedoch nicht aufrecht erhalten werden. Im Urnäsch-Unterlauf war die Einhaltung der Anforderung gemäss GSchV aufgrund des Äusseren Aspekts fraglich. Die chemischen Grenzwerte und Zielsetzungen gemäss GSchV Anhang 2 wurden alle eingehalten. Unterhalb des Zuflusses des Wissbachs und der Einleitung der ARA Furt (Urnäsch) waren die Konzentrationen der beiden Stickstoffkomponenten (Nitrit und Ammonium) und des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC) erhöht. Bis zur Mündung der Urnäsch in die Sitter war aber nur noch die DOC-Konzentration erhöht. Es ist anzunehmen, dass die Stickstoffbelastung durch Selbstreinigung eliminiert wurde.

Der **Murbach** erreichte einen guten Gewässerzustand. Vor allem der Äussere Aspekt erwies sich als unbeeinträchtigt.

Der **Sonderbach** wies hingegen eine sehr starke Belastung auf, die vorwiegend auf die ARA Schmitte (Hundwil) zurückzuführen war. Neben dem starken pflanzlichen Bewuchs traten vereinzelt heterotro-

pher Bewuchs und Eisensulfidflecken auf. Aus diesen Gründen erreichte der Sonderbach nur die Zustandsklasse "mässig".

Der **Wissbach** wies bei den biologischen Parametern eine gute Beurteilung auf. Eine Belastung äusserte sich vor allem im Äusseren Aspekt (Verschlammung) und dem vereinzelt Auftreten von heterotrophem Bewuchs. Auch wurde die Zielvorgabe für das Fischgift Nitrit im Juni nicht eingehalten. Es wird angenommen, dass diese schlechte Wasserqualität vor allem durch die sanierungsbedürftige ARA Jakobsbad verursacht wird.

Vergleich der Resultate mit den Messkampagnen aus vergangenen Jahren.

Der Gewässerzustand im Oberlauf der Urnäsch (oberhalb der Nürigbach-Mündung) wurde erneut als gut bis sehr gut ausgewiesen, womit die Untersuchungsergebnisse bezüglich des Oberlaufs aus den Jahren 1993, 1997/98 und 2003 bestätigt werden konnten. Die durch die diversen ARA respektive ihre Vorfluter und die Zuflüsse im Unterlauf der Urnäsch hervorgerufenen Beeinträchtigungen wurde schon in den Untersuchungsjahren 1997/98 festgestellt. Bei den aktuellen Untersuchungen wurde in der Urnäsch kein heterotropher Bewuchs mehr gefunden, während er im Jahr 2003 an mehreren Stellen häufig auftrat. Diese Tatsache kombiniert mit der mildereren Bewertung des Äusseren Aspekt aufgrund des BAFU Moduls Äusserer Aspekt (2007) ergab eine wesentlich bessere Bewertung des Äusseren Aspekt als im Jahr 2003.

Der **Sonderbaches** wies wie schon in den früheren Untersuchungen starke Beeinträchtigungen aufgrund der biologischen Parameter und des Äusseren Aspekts auf und hat sich seit 1997/98 nicht wesentlich verbessert.

Im **Wissbach** wurde nur noch vereinzelt heterotropher Bewuchs gefunden, was eine Verbesserung des Äusseren Aspektes bedeutet. Die Nitritkonzentration im Juni war wiederum hoch, diese wurde zumindest teilweise durch die sanierungsbedürftige ARA Jakobsbad verursacht.

Flusseinzugsgebiet Sitter

Die biologische Gesamtbeurteilung ergab in der **Sitter** durchwegs eine gute Bewertung. Beim Äusseren Aspekt waren aber Beeinträchtigungen feststellbar, die sich vor allem im Auftreten von Schaum und heterotrophem Bewuchs äusserten. Die Erfüllung der Anforderungen der GSchV war an allen Stellen fraglich. Der Grund für diese Beeinträchtigungen liegt massgeblich bei den Kläranlagen und den beiden Zuflüssen Rotbach und Klösterlibach. Die Sitter wies im untersten Abschnitt in fast allen chemischen Parametern erhöhte Konzentrationen auf, einzig die Ammoniumwerte waren unauffällig.

Der **Rotbach** wies an fast allen Stellen heterotrophen Bewuchs auf. Auch das Grünalgenwachstum war überdurchschnittlich stark. Im Oberlauf des Rotbachs befindet sich ein weitgehend melioriertes und landwirtschaftlich genutztes Moorgebiet. Ein Teil der organischen Belastung dürfte aus dieser Quelle stammen, weitere Belastungsquellen stellen die beiden ARAs Au (Bühler/Gais) und die wesentlich kleinere ARA Göbis (Al) dar. Im Untersuchungszeitraum fanden Bauarbeiten für ein Wasser-

bauprojekt unterhalb von Stelle 4.10 (Gais) statt, welche die Probenahmen beeinflusst haben.

Die ARA Gmünden (Teufen) belastete den Sitterzufluss **Klösterlibach** nach wie vor stark. Die Belastung zeigte sich sehr deutlich durch einen starken Algenbewuchs, einen hohen Kieselalgenindex und durch heterotrophen Bewuchs. Zudem trat auch Schaum auf, und es roch stark nach Abwasser. Der Klösterlibach weist ein sehr ungünstiges Mischungsverhältnis zwischen Bachwasser und gereinigtem Abwasser auf.

Der **Wattbach** wies einen guten Gewässerzustand auf.

Vergleich der Resultate mit den Messkampagnen aus vergangenen Jahren.

Bei den aktuellen Untersuchungen wurde in der Sitter viel weniger heterotropher Bewuchs gefunden als im Jahr 2003. Diese Tatsache kombiniert mit der milderen Bewertung des Äusseren Aspekt aufgrund des BAFU Moduls Äusserer Aspekt (2007) ergab eine wesentlich bessere Bewertung des Äusseren Aspekt als im Jahr 2003. Die chemische Belastung im Unterlauf der Sitter wurde wiederum festgestellt, hingegen normalisierte sich die Wasserwirbellosenfauna.

Auch im **Rotbach** wurde bei den aktuellen Aufnahmen weniger heterotropher Bewuchs beobachtet als im Jahr 2003. Dies führte, zusammen mit der oben erwähnten methodischen Veränderung, zu einer wesentlich besseren Bewertung des Äusseren Aspektes im Rotbach. Die aktuelle Probenahme wurde durch Bauarbeiten für ein Wasserbauprojekt beeinflusst.

Der **Klösterlibach** ist nach wie vor starken Belastungen durch die ARA Gmünden ausgesetzt. Es ist aber bereits bekannt, dass das Mischungsverhältnis im Vorfluter ungünstig ist.

Flusseinzugsgebiet Goldach

Aufgrund der biologischen Gesamtbewertung erreichten sämtlich Untersuchungsstellen in der **Goldach** einen guten Gewässerzustand. Beim Äusseren Aspekt waren jedoch Beeinträchtigungen feststellbar. Das Auftreten von heterotrophem Bewuchs und Schaum kann wahrscheinlich auf die Landwirtschaft und/oder auf die Einleitung von geklärtem Abwasser durch diverse ARAs zurückgeführt werden. Die von Auge aufgrund des heterotrophen Bewuchses konstatierte Belastung nahm im Unterlauf durch die Einleitungen von geklärtem Abwasser zu. Die Auswertungen der Chemie- und der Kieselalgen-Proben zeigten ein ähnliches Bild: Die Nährstoffkonzentrationen (Stickstoffparameter und Gesamt-Phosphor) und der DOC-Gehalt nahmen im Fliessverlauf zu, die Grenzwerte gemäss GSchV respektive die Zielvorgaben wurden aber immer eingehalten.

Im **Moosbach** wurden vereinzelt heterotropher Bewuchs und Schaum beobachtet. Der pflanzliche Bewuchs und der Kieselalgenindex fielen in die Zustandsklasse gut.

Der **Mühlbach** wies beim Äusseren Aspekt Beeinträchtigungen auf (Schaum, heterotropher Bewuchs, Eisensulfidflecken). Die Beurteilung mit den biologischen Parametern ergab nur die Zustandsklasse mässig. Es ist anzunehmen, dass dies eine Folge der Einleitung von geklärtem Abwasser

durch die ARA Mühleli (Speicher) ist.

Auch der **Holderenbach** erreichte bei den biologischen Parametern die Bewertung gut. Beim Äusseren Aspekt waren aber Beeinträchtigungen beobachtbar, die wahrscheinlich auf seine Funktion als Vorfluter der ARA Wiesli (Rehetobel) zurückzuführen sind.

Der **Landgraben** wies ebenfalls einen guten biologischen Zustand auf, obwohl im Äusseren Aspekt einzelne Beeinträchtigungen feststellbar waren.

Vergleich der Resultate mit den Messkampagnen aus vergangenen Jahren.

In der **Goldach** wurde in der aktuellen Untersuchung wie im Jahr 2003 heterotropher Bewuchs festgestellt, die Bewuchsdichten waren sehr ähnlich zu den früheren Aufnahmen. Die mildere Bewertung des Äusseren Aspekt aufgrund des BAFU Moduls Äusserer Aspekt (2007) ergab dennoch eine bessere Bewertung dieses Parameters des Äusseren Aspekts als im Jahr 2003. Bei den aktuellen Untersuchungen konnte eine markante Verbesserung beim DI-CH beobachtet werden, die nur teilweise mit einer methodischen Veränderung begründet werden kann, sämtliche Stellen in der Goldach befanden sich in der Zustandsklasse sehr gut.

Der **Moosbach** dient heute nicht mehr als Vorfluter der ARA Lobenschwendi, da diese im Jahr 2003 aufgehoben wurde. Veränderungen waren bei einem geringeren Auftreten von heterotrophem Bewuchs und bei einem tieferen DI-CH festzustellen

Der **Mühlbach** wurde wie bereits 1997/98 und 2003 als stark belastetes Gewässer beurteilt. Auch in der aktuellen Untersuchung erreichte er nur die Zustandsklasse mässig.

Flusseinzugsgebiet Rheintal

Da das Abwasser aus dem Vorderland nach Altenrhein fliesst, werden die Bäche im Einzugsgebiet Rheintal nicht durch Kläranlagen belastet, was deren tendenziell besseren Zustand im Vergleich zum Mittel- und Hinterland erklärt. Der **Griffelbach** wies ausser einem geringen Auftreten von Schaum im Frühjahr keinerlei Beeinträchtigungen auf, vor allem der biologische Zustand wurde als sehr gut bewertet. Leicht erhöhte Gesamtphosphor- und DOC-Konzentrationen wiesen aber auf eine geringe Belastung hin.

Der **Fallbach** und der **Mattenbach** wiesen ausser einer geringen bis mittleren Verschlammung einen unbelasteten Äusseren Aspekt auf und die biologische Gesamtbewertung ergab einen guten Zustand. Während der Mattenbach eine tadellose Chemie aufwies, war die Gesamtphosphorkonzentration im Fallbach leicht erhöht.

Der **Klusbach** wies geringe Beeinträchtigungen im Äusseren Aspekt auf, die biologische Gesamtbewertung ergab jedoch eine gute Bewertung. Im Unterlauf wurden aber Gesamtphosphorkonzentrationen gemessen, die über dem Zielwert nach BAFU Modul Chemie lagen. Letzteres ist ein Hinweis auf den Eintrag von Nährstoffen durch die Landwirtschaft.

Im **Gstaldenbach** trat vor allem im Frühling und Sommer eine massive Verschlammung auf, welche dazu führte, dass die Anforderungen der GSchV klar nicht eingehalten wurden. Zur Herkunft dieser Verschlammung sind weitere Abklärungen nötig. Auch das Auftreten von heterotrophem Bewuchs wies auf eine Belastungssituation hin. Hingegen war der biologische Zustand gut. Im Oberlauf traten Gesamtposphorwerte auf, welche über der Zielvorgabe lagen. Wahrscheinlich ist dies ein Hinweis auf den Eintrag von Nährstoffen durch die Landwirtschaft.

Vergleich der Resultate mit den Messkampagnen aus vergangenen Jahren.

Im Vergleich zu der Untersuchung 2003 verbesserte sich das Bild des Äusseren Aspekts in der vorliegenden Messkampagne etwas, was einerseits auf den an einer Stelle (Klusbach) nicht mehr auftretenden heterotrophen Bewuchs und andererseits auf die methodischen Veränderungen zurückzuführen ist.

Wie bereits im Jahr 2003 wurde im **Mattenbach** und **Klusbach** eine Belastung festgestellt.

Dem **Gstaldenbach** wurde bereits 1997/98 und 2003 aufgrund seiner organischen Belastung ein schlechtes Zeugnis ausgestellt. Dieser Befund wurde erneut bestätigt.

Die sehr gute Qualität des **Griffelbaches** wurde in der aktuellen Untersuchung nicht mehr bestätigt. Eine leicht erhöhte Gesamtposphorkonzentration und wenig Schaum wiesen auf eine geringe Beeinträchtigung hin.

Methodische Anmerkungen zu den Ergebnissen

An vielen Untersuchungsstellen wurden die biologischen und chemischen Parameter besser bewertet als der Äussere Aspekt. Dies liegt darin begründet, dass die BAFU Module "Äusserer Aspekt", "Chemie" und die biologischen Module "Kieselalgen" und "Makrozoobenthos" unterschiedliche Aspekte eines Fließgewässers untersuchen. Zusammen ergeben sie eine gute Datengrundlage, um den Zustand eines Gewässers zu bewerten. Das Modul "Äusserer Aspekt" dient vor allem dazu, einen Überblick über den Zustand eines Gewässers zu bekommen und die untersuchten Parameter reagieren zum Teil schneller auf eine Beeinträchtigung, als dies bei den biologischen Modulen der Fall ist. So wird im Äusseren Aspekt zum Beispiel das Vorkommen von Abfällen erfasst, welche meist keine direkte Beeinträchtigung für Makrozoobenthos und Kieselalgen darstellen, jedoch einen Hinweis auf ein Defizit im Gewässer geben. Dies führt dazu, dass die Bewertung eines Gewässers durch die einzelnen Module voneinander abweichen kann. Um eine generelle Aussage über den Zustand eines Gewässers machen zu können, werden die Ergebnisse aller Module benötigt.

Aus dem Modul "Kieselalgen" wird vor allem der Kieselalgenindex DI-CH betrachtet, der das Gewässer meist positiver bewertet als die anderen Module. Dabei muss beachtet werden, dass der DI-CH nur eine Aussage zur Wasserqualität über einen längeren Zeitraum macht, aber nichts darüber aussagt, ob die Kieselalgencommunity standortgerecht ist.

Tab. Zus1. Gesamtbewertung des äusseren Aspekts der untersuchten Fließgewässer. Für die jeweilige Gesamtbewertung war jeweils der am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

Die Bewertung des Äusserer Aspekts erfolgte in Anlehnung an das BAFU Modul Äusserer Aspekt, 2007. Für die Gesamtbewertung war jeweils die schlechteste Zustandsklasse ausschlaggebend. Die Prüfung der Anforderungen an die Wasserqualität von Fließgewässern erfolgte gemäss Anhang 2 GSchV, 1998.

Legende

Zustandsklasse	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Anforderungen an die Wasserqualität von Fließgewässern gemäss Anhang 2 GSchV, 1998	Anforderungen GSchV erfüllt	Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich	Anforderungen GSchV nicht erfüllt

- Die Untersuchungsstellen sind in der Fließrichtung angeordnet.
- Weisse Felder: keine Probenahme

EZG	Untersuchungsstelle Gewässer, Stellennr.	Äusserer Aspekt Zustandsklasse			Gesamtbewertung Zustandsklasse	Anforderungen an die Wasserqualität GSchV Anhang 1
		April/ Mai 08	Juni 08	Sept 08		
Glatt	1	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Glatt, 2.3	2	2	1	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Glatt, 2.2	3			Klasse 3	nicht erfüllt
	Glatt, 2.1	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Glatt, 2.61	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Eggelibach, 2.5	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Wissenbach, 2.7	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Wissenbach, 2.62	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
Urnäsch	Urnäsch, 3.9 vor ARA	1			Klasse 1	erfüllt
	Urnäsch, 3.91 nach ARA	1			Klasse 1	erfüllt
	Urnäsch, 3.8	1	1	1	Klasse 1	erfüllt
	Urnäsch, 3.7	1			Klasse 1	erfüllt
	Urnäsch, 3.6	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Urnäsch, 3.5	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Urnäsch, 3.3 vor ARA	1			Klasse 1	erfüllt
	Urnäsch, 3.31 nach ARA	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Urnäsch, 3.2	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Urnäsch, 3.1	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Wissbach, 3.10	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Murbach, 3.4	1			Klasse 1	erfüllt
	Sonderbach, 3.21	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
Sitter	Sitter, 4.4	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Sitter, 4.3	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Sitter, 4.1	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Rotbach, 4.11	3	2	2	Klasse 3	nicht erfüllt
	Rotbach, 4.10	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Rotbach, 4.9	3			Klasse 3	nicht erfüllt
	Rotbach, 4.8	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Rotbach, 4.7	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Goldibach, 4.12	3			Klasse 3	nicht erfüllt
	Klösterlibach, 4.2	3			Klasse 3	nicht erfüllt
	Wattbach, 4.6	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
Goldach	Goldach, 5.9	2	2	1	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Goldach, 5.8	1			Klasse 1	erfüllt
	Goldach, 5.5	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Goldach, 5.7	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Goldach, 5.3	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Goldach, 5.1	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Moosbach, 5.6	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Mühlbach, 5.42	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Holderenbach, 5.41	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Landgraben, 5.2	2			Klasse 2	Erfüllung fraglich
Rheintal	Mattenbach, 6.1	1	1	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Gstaldenbach, 6.2	3	3	2	Klasse 3	nicht erfüllt
	Gstaldenbach, 6.3	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Klusbach, 6.4	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Klusbach, 6.5	2	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich
	Griffelbach, 6.6	1	1	1	Klasse 1	erfüllt
	Fallbach, 6.7	1	2	2	Klasse 2	Erfüllung fraglich

Tab. Zus2. Gesamtbewertung des biologischen Gewässerzustandes der untersuchten Fließgewässer. Für die jeweilige Gesamtbewertung war jeweils der am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

Pflanzlicher Bewuchs (in Anlehnung an Chaix et al., 1995), DI-CH (gem. BAFU Modul Kieselalgen, 2007), Makroindex (gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos, Stand 2005) sowie Gesamtbewertung und gesetzlicher Zielerfüllungsgrad und Einhaltung der Anforderungen an die Wasserqualität (Prüfung des Anhang 1 resp. Anhang 2 GSchV, 1998).

Zustandsklasse	sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Ökologisch-biologische Zielsetzungen gemäss Anhang 1 GSchV, 1998)	sehr gut erfüllt	gut erfüllt	knapp nicht erfüllt	nicht erfüllt	klar nicht erfüllt

- Die Untersuchungsstellen sind in der Fließrichtung angeordnet.
- Weisse Felder: keine Probenahme

EZG	Untersuchungsstelle Gewässer, Stellennr.	Pflanzlicher Bewuchs Bewuchsstufen			Kieselalgenindex DI-CH April/ Mai 08	Makrozoobenthos Makroindex April/ Mai 08	biologische Gesamtbewertung Zustandsklasse	Gesetzlicher Zielerfüllungsgrad GSchV Anhang 1 und 2
		April/ Mai 08	Juni 08	Sept 08				
Glatt	Glatt, 2.4	3			3.7		gut	gut erfüllt
	Glatt, 2.3	3	3	3	3.3	1	gut	gut erfüllt
	Glatt, 2.2	3			2.8		gut	gut erfüllt
	Glatt, 2.1	3	3	1	3.9	4	mässig	knapp nicht erfüllt
	Glatt, 2.61	3	3	2	2.5	2	gut	gut erfüllt
	Eggelibach, 2.5	1			3.7		gut	gut erfüllt
	Wissenbach, 2.7	3			2.3		gut	gut erfüllt
	Wissenbach, 2.62	1	3	3	2.6	2	gut	gut erfüllt
Urnäsch	Urnäsch, 3.9 vor ARA	2			1.8		gut	gut erfüllt
	Urnäsch, 3.91 nach ARA	4			1.8		gut	gut erfüllt
	Urnäsch, 3.8	3	3	1	2.3	1	gut	gut erfüllt
	Urnäsch, 3.7	3			2.0		gut	gut erfüllt
	Urnäsch, 3.6	3			2.0		gut	gut erfüllt
	Urnäsch, 3.5	3	3	3	2.8	1	gut	gut erfüllt
	Urnäsch, 3.3 vor ARA	3			2.4		gut	gut erfüllt
	Urnäsch, 3.31 nach ARA	3			3.5		gut	gut erfüllt
	Urnäsch, 3.2	3			2.9		gut	gut erfüllt
	Urnäsch, 3.1	1	1	1	2.5	2	sehr gut	sehr gut erfüllt
	Wissbach, 3.10	3	3	1	2.9	2	gut	gut erfüllt
	Murbach, 3.4	3			2.4		gut	gut erfüllt
	Sonderbach, 3.21	4			3.4		mässig	knapp nicht erfüllt
Sitter	Sitter, 4.4	3			2.3		gut	gut erfüllt
	Sitter, 4.3	3			2.6		gut	gut erfüllt
	Sitter, 4.1	3	3	3	2.6	1	gut	gut erfüllt
	Rotbach, 4.11	3-4	1	1	3.0	1	mässig	knapp nicht erfüllt
	Rotbach, 4.10	3			3.0		gut	gut erfüllt
	Rotbach, 4.9	4			3.1	3	mässig	knapp nicht erfüllt
	Rotbach, 4.8	4			3.8		mässig	knapp nicht erfüllt
	Rotbach, 4.7	3			3.1	3	gut	gut erfüllt
	Goldbach, 4.12	1			3.5		sehr gut	sehr gut erfüllt
	Klösterlibach, 4.2	4-5			4.7		unbefriedigend	nicht erfüllt
Wattbach, 4.6	2			2.7		gut	gut erfüllt	
Goldach	Goldach, 5.9	3	3	2	2.8	2	gut	gut erfüllt
	Goldach, 5.8	3			2.4		gut	gut erfüllt
	Goldach, 5.5	3			2.8		gut	gut erfüllt
	Goldach, 5.7	3			2.9	2	gut	gut erfüllt
	Goldach, 5.3	3			2.9	3	gut	gut erfüllt
	Goldach, 5.1	2	2	3	3.3	1	gut	gut erfüllt
	Moosbach, 5.6	3			3.4		gut	gut erfüllt
	Mühlbach, 5.42	4			3.9		mässig	knapp nicht erfüllt
	Holderenbach, 5.41	3			4.0		gut	gut erfüllt
	Landgraben, 5.2	2			2.9		gut	gut erfüllt
Rheintal	Mattenbach, 6.1	2	1	0	3.6	2	gut	gut erfüllt
	Gstaldenbach, 6.2	3	3	3	3.3		gut	gut erfüllt
	Gstaldenbach, 6.3	3	3	3	3.3	2	gut	gut erfüllt
	Klusbach, 6.4	3	3	1	3.7		gut	gut erfüllt
	Klusbach, 6.5	1	3	3	3.8	2	gut	gut erfüllt
	Griffelbach, 6.6	1	1	1	3.1		sehr gut	sehr gut erfüllt
	Fallbach, 6.7	2	3	1	3.8		gut	gut erfüllt

Tab. Zus3. Chemische Gesamtbewertung. Zusammenstellung der mittels chemischer Analysen erhaltenen Klassierungen der Untersuchungsstellen nach BAFU Modul Chemie (2006). Für die Gesamtbewertung war jeweils der am schlechteste klassierten Parameter ausschlaggebend.

Zustandsklasse	sehr gut	gut	mässig	unbefriedigend	schlecht
Anforderungen gemäss Anhang 2 GSchV	erfüllt	erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt	nicht erfüllt

- Die Untersuchungsstellen sind in der Fliessrichtung angeordnet.
- Verfahren und Methodenbeschrieb siehe Kapitel 3.
- Die mit * bezeichneten Parameter Nitrit-N und Gesamtphosphor sind in den Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV Anhang 2 nicht in dieser Form enthalten. Es handelt sich dabei um Zielvorgaben gemäss BAFU Modul Chemie, 2006.
- Da der Klusbach (mit ** gekennzeichnet) ein ehemaliges Riedgebiet entwässert, weist sein Wasser natürlicherweise erhöhte DOC-Gehalte auf. Auf eine Klassierung wird deshalb verzichtet.
- (!): Im BAFU Modul Chemie (2006) wird keine Klassierung für Chlorid vorgenommen. Dennoch ist dieser Wert massivst erhöht.

	Untersuchungsstelle	Nitrat-N	Nitrit-N*	Chlorid	Ammonium-N	Gesamt-Phosphor*	DOC	Gesamtbewertung	Gesetz
EZG	Gewässer, Stel-lennr.	mg/l N	mg/l N	mg/l N	mg/l N	mg/l N	mg/l C	Zustandsklasse	GSchV Anhang 2
Glatt	Glatt, 2.3	1.30	0.006	9.1	0.04	0.017	1.4	gut	erfüllt
	Glatt, 2.1	4.89	0.041	48.6 (!)	0.23	0.162	4.4	schlecht	nicht erfüllt
	Glatt, 2.61	3.28	0.045	27.8	0.08	0.069	2.4	gut	erfüllt
	Wissenbach, 2.62	1.51	0.025	7.1	0.07	0.031	2.0	mässig	erfüllt
Urnäsch	Urnäsch, 3.8	0.40	<0.002	2.0	0.01	0.005	1.0	sehr gut	erfüllt
	Urnäsch, 3.5	1.04	0.018	3.8	0.05	0.031	1.6	gut	erfüllt
	Urnäsch, 3.1	1.34	0.008	7.5	0.03	0.023	2.4	gut	erfüllt
	Wissbach, 3.10	1.21	0.045	3	0.06	0.079	2.4	schlecht	erfüllt
Sitter	Sitter, 4.1	2.93	0.026	19.4	0.03	0.048	2.2	gut	erfüllt
	Rotbach, 4.11	0.9	0.007	2.3	0.04	0.026	2.2	gut	erfüllt
Goldach	Goldach, 5.9	1.20	0.004	5.1	0.02	0.018	1.6	sehr gut	erfüllt
	Goldach, 5.1	1.5	0.007	15.1	0.02	0.026	1.9	gut	erfüllt
Rheintal	Mattenbach, 6.1	1.48	0.003	19.1	0.03	0.022	1.6	sehr gut	erfüllt
	Gstaldenbach, 6.2	1.35	0.005	17.4	0.02	0.093	2.0	mässig	erfüllt
	Gstaldenbach, 6.3	1.30	0.015	25.8	0.04	0.051	2.7	gut	erfüllt
	Klusbach, 6.4	2.02	0.009	7.4	0.04	0.041	3**	gut	erfüllt
	Klusbach, 6.5	1.6	0.005	16.6	0.02	0.076	3.3**	mässig	erfüllt
	Griffelbach, 6.6	1.42	0.002	15.8	0.02	0.053	2.2	gut	erfüllt
	Fallbach, 6.7	1.44	0.003	11.7	0.02	0.042	1.6	gut	erfüllt

1 Einleitung

1.1 Ziele

Die Untersuchungen der Fliessgewässer im Kanton Appenzell A.Rh. haben zum Ziel, den regionalen Gewässerzustand in regelmässigen Abständen (Fünfjahresrhythmus) anhand repräsentativer Untersuchungsstellen zu erheben und zu beurteilen. Veränderungen und Beeinträchtigungen sollen so rechtzeitig erkannt werden. Gemäss den Ausschreibungsunterlagen der beiden Ämter für Umweltschutz der Kantone Appenzell A.Rh. und Appenzell I.Rh. vom Dezember 2007 lauteten die Zielsetzungen folgendermassen:

- Ermittlung des Zustandes der einzelnen Fliessgewässer und Überprüfung der Einhaltung der «ökologischen Ziele für Gewässer» bzw. der «Anforderungen an die Wasserqualität» gemäss Anhang 1 bzw. Anhang 2 der Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998.
- Aufzeigen von Veränderungen bezüglich der Ergebnisse der Untersuchungen von 2003, 1998 und 1993 und Erfolgskontrolle bereits realisierter Gewässerschutzmassnahmen.
- Bereitstellung von Grundlagen für die Gewichtung/Priorisierung von zukünftigen Gewässerschutzmassnahmen.

1.2 Gesetzliche Grundlage

Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 14. Januar 1991 hat zum Ziel, die Gewässer umfassend vor schädlichen Einwirkungen in qualitativer und quantitativer Hinsicht zu schützen. Nach Art. 50 und 58 GSchG führen Bund und Kantone die Erhebungen durch, welche zum Vollzug des Gesetzes erforderlich sind und informieren die Bevölkerung über den Zustand der Gewässer.

Die Mindestanforderungen an den Gewässerzustand werden in Anhang 1 und 2 der Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 formuliert (Tab. Ein1).

1.3 Vorgehen

Die Beurteilung des Gewässerzustandes erfolgte anhand biologischer und chemischer Parameter. Die aquatische Lebensgemeinschaft widerspiegelt den Gesamtzustand eines Gewässers sowohl hinsichtlich der Wasserqualität als auch der Wasserführung und der Gewässermorphologie. Ihr kommt bei der Untersuchung eine zentrale Stellung zu. Die Wasserchemie ergänzt die biologischen Befunde. Der vorliegende Bericht befasst sich mit dem biologischen und mit dem chemischen Gewässerzustand.

Die Auswertung und Interpretation der Daten erfolgte soweit wie möglich gemäss dem Modulstufen-Konzept (Stufe F) des BAFU (Bundesamt für Umwelt). Es wurden die vier Module "Äusserer Aspekt", "Kieselalgen", "Makrozoobenthos" und "Chemie" angewendet. Der pflanzliche Bewuchs wurde in Anlehnung an Chaix et al. (1995) beurteilt.

Tab. Ein1. Aussagekraft der Untersuchungsparameter bezüglich der ökologischen Ziele für Gewässer und der Anforderungen an die Wasserqualität (GSchV Anhang 1 und 2).

		Ökologische Ziele für Gewässer (Anhang 1 GSchV)		Anforderungen an die Wasserqualität (Anhang 2 GSchV)					
		Die Lebensgemeinschaft von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen oberirdischer Gewässer sollen (1 Abs. 1)	Die Wasserqualität soll so beschaffen sein, dass andere Stoffe, die Gewässer verunreinigen können und die durch menschliche Tätigkeiten ins Wasser gelangen können (1 Abs. 3)	Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass (11 Abs. 1)	Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass (12 Abs. 1)	Durch Abwasserleitungen darf sich im Gewässer nach weitgehender Durchmischung (11 Abs. 2)	Nummerische Anforderungen (12 Abs. 5)		
Äusserer Aspekt		naturnahe und standortgerecht sein sowie sich selbst reproduzieren und regenerieren (Bst. a)	eine Vielfalt und Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps (Bst. b)	keine nachteiligen Einwirkungen auf die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen und auf die Nutzung der Gewässer haben (Bst. c)	keine unnatürlich hohe Produktion von Biomasse verursachen (Bst. c)	sich im Gewässer keine mit blossem Auge sichtbaren Kolonien von Bakterien, Pilzen oder Protozoen und keine unnatürlichen Wucherungen von Algen oder höheren Wasserpflanzen bilden (Bst. a)	sich in der Gewässersohle keine von blosserem Auge sichtbaren Eisensulfidflecken bilden; besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten (Bst. a)	kein Schlamm bilden, keine Trübung, keine Verfärbung und kein Schaum bilden, ausgenommen bei starken Regenfällen; der Geruch des Wassers gegenüber dem natürlichen Zustand nicht störend verändern (Bst. a, b, c)	
Algenbewuchsdichte									
Algentaxa		●	●		●	●			
Kieselalgen		●	●			●			
Moosdichte		●	●			●			
Makrophytendichte		●	●			●			
Wasserwirbellose		●	●						
Chemie									●

2 Untersuchungsgebiet

Wahl der Gewässer und der Untersuchungsstellen

Die Auswahl der Fliessgewässer und der Untersuchungsstellen erfolgte durch die kantonalen Amtsstellen im Rahmen des Projektes «Untersuchung der appenzellischen Fliessgewässer». Es wurden, bis auf eine Ausnahme, alle grösseren Flusseinzugsgebiete berücksichtigt (Tab. Unt2):

- **Flusseinzugsgebiet Glatt** mit den 3 Fliessgewässern Eggelibach (1 Stelle), Glatt (5 Stellen) und Wissenbach (2 Stellen).
- **Flusseinzugsgebiet Urnäsch** mit den 4 Fliessgewässern Murbach (1 Stelle), Sonderbach (1 Stelle), Urnäsch (10 Stellen) und Wissbach (1 Stelle).
- **Flusseinzugsgebiet Sitter** mit den 5 Fliessgewässern Goldibach (1 Stelle), Klösterlibach (1 Stelle), Rotbach (5 Stellen), Sitter (3 Stellen) und Wattbach (1 Stelle).
- **Flusseinzugsgebiet Goldach** mit den 5 Fliessgewässern Holderenbach (1 Stelle), Goldach (6 Stellen), Landgraben (1 Stelle), Moosbach (1 Stelle) und Mühlbach (1 Stelle).
- **Flusseinzugsgebiet Rheintal** mit den 5 Fliessgewässern Fallbach (1 Stelle), Griffelbach (1 Stelle), Gstaldenbach (2 Stellen), Klusbach (2 Stellen) und Mattenbach (1 Stelle).

In den Resultaten wurden die jeweils im Einzugsgebiet liegenden und für die Interpretation der Ergebnisse relevanten Untersuchungsstellen aus dem Kanton Appenzell I.Rh. aufgeführt (Tab. Unt1).

Tab. Unt1. Im vorliegenden Bericht bei den Resultaten aufgeführte zusätzliche Stellen aus dem Kanton Appenzell I.Rh., die innerhalb des Einzugsgebietes (EZG) liegen.

EZG	Zusätzliche Stelle AI	Lage
Glatt	-	-
Urnäsch	Schwarz, Nr. 1	Die Schwarz mündet oberhalb der Stelle 3.10 in den Wissbach.
Sitter	Sitter, Nr. 9	Oberhalb der Stelle 4.4
	Mendlebach, Nr. 12	Der Mendlebach mündet zwischen den Stellen 4.11 und 4.10 in den Rotbach.
Goldach	-	-
Rheintal	Fallbach, Nr. 13	Oberhalb der Stelle 6.7

Tab. Unt2. Untersuchungsstellen geordnet nach Einzugsgebiet (EZG) mit jeweiliger Probenahmetätigkeit in den Kantonen Appenzell A.Rh. und den angrenzende Stellen im Kanton Appenzell I.Rh. (fett).

Aufnahmemodule: **H** = Hydrologie; **ÄA** = Äusserer Aspekt; **PB** = Pflanzlicher Bewuchs (Algen und Makrophyten/Moose); **KA** = Kieselalgen-Probenahme; **ZB** = Makrozoobenthos-Probenahme; **CH** = Chemie-Probenahme

EZG	Gewässer	Mess-stelle	Beschreibung	Koordinaten	Kt.	April/ Mai 08						Juni 08						September 08						
						H	ÄA	PB	KA	ZB	CH	H	ÄA	PB	KA	ZB	CH	H	ÄA	PB	KA	ZB	CH	
Glatt	Glatt	2.1	nach ARA Bachwis (Herisau)	737280/251110	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Glatt	2.2	vor ARA Bachwis (Herisau)	737950/250740	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Glatt	2.3	nach Zufluss Eggelibach	737546/247930	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Glatt	2.4	vor Zufluss Eggelibach	737575/247750	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Glatt	2.61	nach Zufluss Wissenbach	735425/251275	SG	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Eggelibach	2.5	vor Mündung in Glatt	737550/247900	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Wissenbach	2.62	bei Mündung in Glatt	735360/251160	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Wissenbach	2.7	vor Kantonsgrenze	734650/248000	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Urnäsch	Urnäsch	3.1	vor Mündung in Sitter	742500/251590	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Urnäsch	3.2	nach Zufluss Sonderbach	742400/248875	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Urnäsch	3.31 nach ARA	nach ARA Aueli (Waldstatt)	740440/247100	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Urnäsch	3.3 vor ARA	vor ARA Aueli (Waldstatt)	740410/247100	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Urnäsch	3.5	nach Zufluss Wissb. + ARA Furt	740310/243630	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Urnäsch	3.6	nach Zufluss Nürigbach	739110/241340	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Urnäsch	3.7	nach Zufluss Dürrenbach	738660/240590	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Urnäsch	3.8	nach Zufluss Tossbach	739820/237700	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Urnäsch	3.91 nach ARA	nach ARA Schwägälp (Hundwil)	741510/235660	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Urnäsch	3.9 vor ARA	vor ARA Schwägälp (Hundwil)	741475/235600	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sonderbach	3.21	nach ARA Schmitte (Hundwil)	742334/248425	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Murbach	3.4	Murbachrank	739860/245500	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Wissbach	3.10	vor Mündung in Urnäsch	740400/243140	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Schwarz	Nr. 1	vor Mündung in Wissbach	743056/242863	AI	●	●	●	●	-	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
Sitter	Sitter	4.1	nach Zufluss Wattbach	743350/251650	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Sitter	4.3	vor Zufluss Rotbach	744400/249670	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sitter	4.4	nach ARA List-Au	745300/247450	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Goldibach	4.12	vor Mündung in Rotbach	747660/249780	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Klösterlibach	4.2	nach ARA Gmünden (Teufen)	744510/250390	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Wattbach	4.6	vor Mündung in Sitter	743530/251620	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rotbach	4.7	vor Mündung in Sitter	744420/249810	AR	●	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rotbach	4.8	nach Zufluss Goldibach	747510/249480	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rotbach	4.9	nach ARA Au (Bühler/Gais)	748270/248970	AR	●	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rotbach	4.10	nach Zufluss Zwiislen-/Mendleb.	751100/247500	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Rotbach	4.11	oberhalb Gais	753120/248083	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Sitter	Nr. 9	nach ARA Schlatt AI	746510/246010	AI	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Mendlebach	Nr. 12	vor Kantonsgrenze (AR)	751487/247100	AI	●	●	●	●	-	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
Goldach	Goldach	5.1	vor Kantonsgrenze	751790/255290	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Goldach	5.3	nach Zufluss Holderenbach	752360/254550	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Goldach	5.5	nach Zufluss Moosbach	752870/253790	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Goldach	5.7	nach Zufluss Säglibach	752670/253840	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Goldach	5.8	nach Zufluss Bruederbach	753240/253210	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Goldach	5.9	nach Zufluss Sägibach	754610/252530	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Landgraben	5.2	vor Mündung in Goldach	751890/255310	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Holderenbach	5.41	vor Mündung in Glatt	752390/254500	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Mühlbach	5.42	nach ARA Mühleli (Speicher)	751650/253930	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Moosbach	5.6	vor Mündung in Glatt	752920/253770	AR	●	●	●	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rheintal	Mattenbach	6.1	Matten	757950/258330	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Gstaldenbach	6.2	oberhalb Heiden	757880/255950	AR	●	●	●	●	-	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Gstaldenbach	6.3	vor Kantonsgrenze	759180/259100	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Klusbach	6.4	unterhalb Neienriet	760340/256340	AR	●	●	●	●	-	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Klusbach	6.5	vor Kantonsgrenze	760140/259120	AR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Griffelbach	6.6	vor Kantonsgrenze	760140/259120	AR	●	●	●	●	-	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Fallbach	6.7	vor Kantonsgrenze	762020/254370	AR	●	●	●	●	-	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
	Fallbach	Nr. 13	unterhalb Oberegg	760622/254206	AI	●	●	●	●	-	●	●	●	●	-	-	●	●	●	●	-	-	●	
Anzahl Stellen Kanton Appenzell AR						49						19						19						

Bemerkungen zu den drei Messkampagnen 2008

Die drei Messkampagnen erfolgten zwischen April und September 2008. Der April 2008 war nass und sonnenarm, weshalb der 2. Teil der Frühlingsprobenahme auf den Mai verschoben werden musste. Der Mai war dann sonnig und trocken. Der Juni war deutlich wärmer als normal und niederschlagsarm. Die Witterung im September präsentierte sich überwiegend kühl, nass und sonnenarm, wobei die erste Monatshälfte teils grosse Niederschläge brachte. (Quelle: Meteo Schweiz).

In der Tabelle Unt3 wird eine Übersicht über die Probenahmen und die äusseren Bedingungen gegeben.

Tab. Unt3. Übersicht über die Probenahmen und die äusseren Bedingungen.

Messkampagne	Datum der Probenahme	Äussere Bedingungen	Art der Probenahme
1	16./17. April und 6.-10. Mai 2008	<ul style="list-style-type: none">• Frühlingshochwasser (Schneeschmelze)• Hoher Abfluss (April)• Jaucheaustrag der Landwirtschaft• Sonnig und trocken (Mai)	An allen Stellen: Äusserer Aspekt, pflanzlicher Bewuchs und Kieselalgen An ausgewählten Stellen: Chemie und Makrozoobenthos
2	24.-26. Juni 2008	<ul style="list-style-type: none">• Mittlerer bis tiefer Wasserstand• Hohe Temperaturen• Sonniges Wetter	An ausgewählten Stellen: Äusserer Aspekt, pflanzlicher Bewuchs, Chemie
3	9.-11. September 2008	<ul style="list-style-type: none">• Erhöhter Wasserstand• Tiefe Temperaturen• Regnerisch	An ausgewählten Stellen: Äusserer Aspekt, pflanzlicher Bewuchs, Chemie

3 Untersuchungsverfahren

Die Untersuchungs- und Auswertungsmethoden der Biologie und der Chemie orientieren sich am Modul-Stufen-Konzept (Stufe F) des BAFU. Die BAFU Module Kieselalgen (2006), Makrozoobenthos (Stand 2005) und Chemie (Stand 2006) wurden für die vorliegende Untersuchung direkt übernommen und umgesetzt (Kapitel 3.5, 3.6 und 3.8).

Die Beurteilung und die Auswahl der Parameter des Äusseren Aspekts erfolgte gemäss BAFU Modul Äusserer Aspekt (2007), jedoch zusätzlich mit einer verfeinerten Aufnahme des Zustandes in vier statt drei Stufen. In der vorliegenden Untersuchung wurde zudem eine Gesamtbewertung des Zustands der Fliessgewässer anhand des schlechtesten Parameters des Äusseren Aspekts vorgenommen (Kapitel 3.3).

Der im BAFU Modul Äusserer Aspekt (2007) als einer der Parameter aufgeführte pflanzliche Bewuchs der Gewässersohle wurde separat abgehandelt. Die Beurteilung des pflanzlichen Bewuchses der Gewässersohle erfolgte in Anlehnung an das BAFU Modul Äusserer Aspekt (2007) und an Chaix et al. (1995) (Kapitel 3.4).

Unsicherheiten der Methoden werden in Kapitel 3.7 besprochen.

3.1 Hydrologie

Gewässertyp:	Beurteilung vor Ort
Nutzung:	Angaben Kanton
Abflussschätzung:	Aufnahme eines Querprofils mit Tiefen- und Geschwindigkeitsmessungen in 60% der Wassertiefe und anschliessende Berechnung des Abflusses.

3.2 Morphometrie

Korngrössenverteilung:

Schätzung gemäss sechsstufiger Skala (Perret 1977):

- Stufe 1: Anstehender Fels und grösseres Gerölle
- Stufe 2: Kopfgrosses Gerölle (>100 mm Durchmesser)
- Stufe 3: Grobkies (faust- bis nussgross; 100-20 mm)
- Stufe 4: Feinkies (nuss- bis erbsengross; 20-2 mm)
- Stufe 5: Sand (hirsekorngross; 2-1 mm)
- Stufe 6: Feinsand und Silt (<1 mm)

Vorhandene Choriotope: Entsprechend der Angaben im Modul Makrozoobenthos, BAFU (Stand 2005).

3.3 Äusserer Aspekt

Unter dem Begriff "Äusserer Aspekt" werden diejenigen Parameter zusammengefasst, welche der Beurteilung der in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) unter Anhang 2 aufgeführten Anforderungen dienen. D.h. mit Hilfe des Äusseren Aspekts sollen grundsätzlich die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Anhang 2 der GSchV überprüft werden.

Beurteilung im Feld

Zur Beschreibung des makroskopischen Gewässereindrucks wurde die Methodik des BAFU Moduls Äusserer Aspekt (2007) angewandt. Es werden folgende Parameter untersucht:

- Schlamm
- Trübung
- Verfärbung
- Schaum
- Geruch
- Eisensulfid
- Kolmation
- Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung
- Abfälle
- Pflanzenbewuchs

Die Parameter des Äusseren Aspekts wurden abweichend zum BAFU Modul in vier statt drei Klassen erhoben und zur Bewertung den drei Zustandsklassen gemäss BAFU Modul zugeordnet. Eine Ausnahme bildet der heterotrophe Bewuchs, der auch gemäss BAFU Modul optional in fünf Klassen erhoben werden kann. Als Interpretationshilfe für die Bewertung werden zusätzlich Angaben zu natürlicher und anthropogen verursachter Veränderungen im Äusseren Aspekt gemacht.

Das Modul ist sowohl bei alpinen als auch bei Mittellandgewässern anwendbar. Die Protokolle gemäss BAFU (2007) finden sich im Anhang im Anschluss an die einzelnen Stellendokumentationen.

Gesamtbeurteilung der Gewässer anhand des Äusseren Aspekts

Generell gilt für alle Parameter, dass bei einer Beurteilung nach der Zustandsklasse 1 die Anforderungen an die Wasserqualität erfüllt sind, dasselbe gilt, wenn eine Veränderung im Äusseren Aspekt natürlichen Ursprungs ist (Tab. Met1). Für die Gesamtbewertung nach dem Äusseren Aspekt war die Zustandsklasse des jeweils schlechtesten Parameters ausschlaggebend.

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich um Einzelaufnahmen, weshalb die Ergebnis-

Tab. Met1. Bewertung der Fliessgewässer anhand des Äusseren Aspekts gemäss BAFU (2007).

natürlich			unbekannt/ anthropogen		
Beurteilung	Bewertung	Abklärungen	Beurteilung	Bewertung	Abklärung
Klasse 1	Anforderungen GSchV erfüllt	keine	Klasse 1	Anforderungen GSchV erfüllt	keine
Klasse 2			Erfüllung der GSchV fraglich	Vorgehen nach GSchV Art.47	
Klasse 3			Anforderungen GSchV nicht erfüllt		

se zwangsläufig mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind. Bei einzelnen Parametern des Äusseren Aspekts, welche allenfalls temporär, z.B. als Folge einer Betriebsstörung in einer Kläranlage, das Qualitätsziel für Fliessgewässer nicht erreichen, ist eine Einzelbeurteilung nicht aussagekräftig. Dies kann insbesondere beim Parameter "Auftreten von Schaum" der Fall sein. Der als Bioindikator genutzte heterotrophe Bewuchs ist den Umweltbedingungen über eine längere Zeit ausgesetzt und widerspiegelt den Gewässerzustand über den Zeitraum von mehreren Tagen bis Wochen oder länger.

Darstellung in den Stellendokumentationen

Zur leichteren Les- und Interpretierbarkeit wurden die Daten des Äusseren Aspektes in den Stellendokumentationen grafisch dargestellt (Tab. Met2); dies geschah in Anlehnung an die vierstufigen Skalen von *Chaix et al.* (1995). Dabei wurde die Klasse 2 differenzierter dargestellt; dies dient der einfacheren Vergleichbarkeit der Daten mit den Ergebnissen aus dem Jahre 2003 (Tab. Met3).

Methodische Veränderungen zum Jahr 2003

Bei den Aufnahmen im Jahre 2003 wurde für den Äusseren Aspekt eine abweichende Bewertungsskala verwendet (Tab. Met3), da das Modul Äusserer Aspekt nach BAFU (2007) erst im Entwurf publiziert war. Damals fand die Datenaufnahme im Feld mittels einer vierstufigen Skala in Anlehnung an CHAIX et al. (1995) statt.

Die grösste Konsequenz aus dieser Methodenänderung ist die unterschiedliche Bewertung der Daten, welche eine mittlere Beeinträchtigung im Äusseren Aspekt anzeigen. Diese wurden 2003 der Klasse 3 (Anforderungen GSchV nicht erfüllt) zugeordnet, mit der aktuellen Methode der Klasse 2 (Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich). Eine generelle Verbesserung im Äusseren Aspekt im Vergleich der Daten 2008 und 2003 beruht zumindest teilweise auf dieser methodischen Anpassung.

Eine weitere relevante Methodenänderung ist die neue Einteilung des heterotrophen Bewuchses in fünf Zustandsklassen. Insbesondere ist dies relevant, da ein "vereinzelt" Auftreten von heterotrophen Bewuchs nicht wie 2003 in die Zustandsklasse 2 sondern neu in die beste Zustandsklasse 1 fällt.

Kleinere Änderungen bestehen auch bei der Klasseneinteilung für Eisensulfid-Flecken. Die Abgrenzung der 3. und 4. Stufe liess neu bei 25% und nicht wie früher bei 30% Fundhäufigkeit.

Tab. Met2. Darstellung des Äusseren Aspekts in den Stellendokumentationen und Einteilung in 3 Bewertungsklassen.

- Klasse 1 Anforderungen GSchV erfüllt
- Klasse 2 Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich
- Klasse 3 Anforderungen GSchV nicht erfüllt

Äusserer Aspekt						
Trübung	keine		geringe	mittlere	starke	
Verfärbung	keine		leichte	mittlere	starke	
Geruch (Abwasser , Gülle)	kein		gering	mittel	stark	
Schaum (stabil)	kein		wenig	mittel	viel	
Verschlämmung	keine		leichte	mittlere	starke	
Makroskopisch sichtbare Pilze / Bakterien / Protozoen	keine	vereinzelt	wenig		mittel	viel
Eisensulfid-Flecken (Fundhäufigkeit)	0.0%		1-10%	10-25%	>25%	
Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung	keine		wenige	mittel	viel	

Tab. Met3. Bewertungsschema für den Äusseren Aspekt im Jahre 2003

Weiss entspricht der Klasse 1, grau der Klasse 2 und schwarz der Klasse 3.

Äusserer Aspekt						
Trübung	[natürlich / unnatürlich]	keine	geringe	mittlere	starke	
Verfärbung	[natürlich / unnatürlich]	keine	leichte	mittlere	starke	
Geruch (Abwasser , Gülle)	[natürlich / unnatürlich]	kein	gering	mittel	stark	
Schaum (stabil)	[natürlich / unnatürlich]	kein	wenig	mittel	viel	
Verschlämmung	[natürlich / unnatürlich]	keine	leichte	mittlere	starke	
Makroskopisch sichtbare Pilze / Bakterien / Protozoen		keine	vereinzelt	wenig (von 10 Steinen 1-5 mit Kolonien)	häufig (von 10 Steinen >5 mit Kolonien)	
Eisensulfid-Flecken (Fundhäufigkeit)		0.0%	1-10%	10-30%	>30%	
Feststoffe aus Siedlungsentwässerung		keine	wenige	mittel	viel	

3.4 Quantitative und qualitative Erfassung der Flora der Gewässersohle (Algen, Moose und Makrophyten)

Der Pflanzenbewuchs wird im BAFU Modul Äusserer Aspekt (2007) erfasst, jedoch nicht bewertet. Da das BAFU Modul Makrophyten noch nicht publiziert ist, wurde in Anlehnung an Chaix et al. (1995) eine Bewertung vorgenommen.

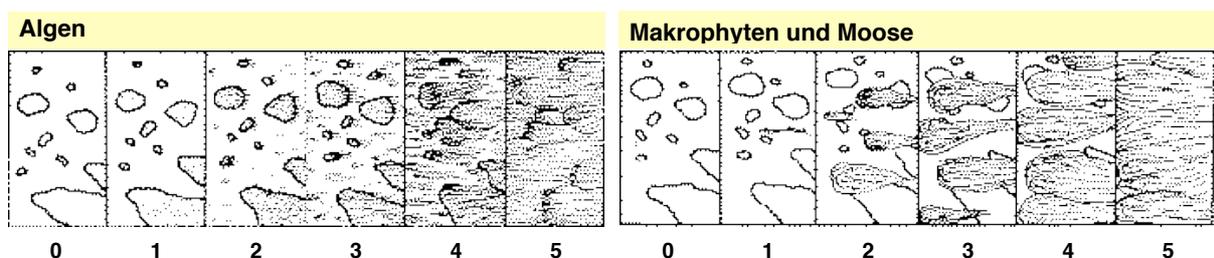
Makroskopische Beurteilung im Feld

- Bewuchsdichte-Schätzung gemäss der sechsstufigen Bildskala von Thomas & Schanz (1976, siehe Tab. Met4, Änderung: Stufen 0 - 5 anstatt 1 - 6). Diese Dichte-Schätzung wurde aufgrund des allgemeinen Eindrucks unabhängig von der Korngrößenverteilung vorgenommen.
- Unterscheidung zwischen fädigen, haut- und krustenbildenden Algen und Schätzung ihrer Deckung bezüglich der gesamten Gewässersohle in Prozent sowie Schätzung ihrer Deckung auf den einzelnen Substratklassen (Korngrößenstufen 1 bis 6) in Prozent der entsprechenden Teilflächen.
- Unterscheidung von im Feld leicht erkennbaren Arten (z.B. *Cladophora sp.*; *Hydrurus foetidus*) oder Artgruppen (z.B. Kieselalgen oder Grünalgen) und Schätzung ihrer Deckung bezüglich der gesamten Gewässersohle sowie Schätzung ihrer Deckung auf den einzelnen Substratklassen (Korngrößenstufen 1 bis 6) in Prozent der entsprechenden Teilflächen.
- Schätzung der Deckung für Moose und Makrophyten entsprechend dem Vorgehen bei den Algen.

Probenahme

- Von auffälligen Algenlagern wurden Proben zur späteren mikroskopischen Bestimmung entnommen.
- Makrophyten und Moose bestimmten wir soweit möglich im Feld.

Tab. Met4. Bewuchsdichtestufen zur Einschätzung des pflanzlichen Bewuchses, abgeändert nach Thomas & Schanz (1976).



0 = kein Bewuchs; 1 = Krustenalgen, deutliche Überzüge ohne Zotten; 2 = Ansätze von Fäden und Zotten; 3 = gut ausgebildete Fäden und Zotten; 4 = Gewässersohle zum grössten Teil mit Algen bedeckt, alle Steine überzogen; 5 = ganzer Gewässergrund mit Algen bedeckt, Konturen der Steine nicht mehr sichtbar.

Abgeändert nach THOMAS & SCHANZ (T&S) (1976).

0 = frei von Bewuchs; 1 = 1-10% der Gewässersohle bedeckt; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = 76-100%.
Abgeändert nach T&S.

Tab. Met5. Pflanzlicher Bewuchs (Algen, Makrophyten und Moose) und deren Einteilung in 5 Zustandsklassen.

Beurteilung des pflanzlichen Bewuchses gemäss Chaix et al. (1995)	0	1	2	3	4	4-5	5
Zustandsklassen	sehr gut		gut		mässig	unbefriedigend	schlecht
GSchV Anhang 1	erfüllt				knapp nicht erfüllt	klar nicht erfüllt	
Stufe gemäss Modul Äusserer Aspekt (2007)	Stufe 1		Stufe 2		Stufe 3		

Auswertung

Bildung von 5 Zustandsklassen anhand der 6 Bewuchsstufen gemäss den ökologischen Zielvorgaben in der Gewässerschutzverordnung (GSchV), Anhang 1 (Tab. Met5).

Im Frühjahr auftretende Algenwucherungen (Bewuchsstufe > 3) sind in den meisten Fällen der Zell-schläuche bildenden Goldalge *Hydrurus foetidus* zuzuschreiben, die schnell viel Biomasse produziert. Aufgrund dieser raschen Biomassebildung wird *Hydrurus* gemäss Chaix et al. (1995) nicht in die Bewertung miteinbezogen. Liegt an einer Untersuchungsstelle also eine vorwiegend durch *Hydrurus foetidus* gegebene hohe Bewuchsstufe vor, weicht die Bewertung von den in der Tabelle Met5 aufgeführten Einteilung ab. Der pflanzliche Bewuchs wird in so einem Fall in die nächstkleinere Zustandsklasse eingeordnet.

Als weitere Ausnahme gibt es Fliessgewässertypen (z.B Giessen, Seeausfluss, Quellbäche ...), deren Biozönose natürlicherweise von Makrophyten oder Moos dominiert wird.

3.5 Kieselalgenanalyse und Bestimmung des Kieselalgenindex DI-CH

Die Kieselalgenanalyse erfolgte entsprechend der im BAFU Modul Kieselalgen Stufe F (2007) beschriebenen Methode. Nachfolgend werden die bedeutendsten Arbeitsschritte kurz umrissen.

Probenahme, Feldarbeit

An den Untersuchungsstellen wurde für die Kieselalgenuntersuchung von mehreren Steinen (in der Regel 3-5) je eine gleich grosse Aufwuchsfläche abgekratzt und in einem Gefäss gemischt (abgeändert nach Douglas 1958; Abkratzfläche je 9.6 cm²) und mit Formaldehyd fixiert. Diese Mischproben gelangten schliesslich zur Auswertung.

Laborarbeit, Zählung der Kieselalgen und Berechnung der relativen Häufigkeit

Für die Bestimmung und Zählung der Kieselalgen wird eine Säure-Präparation durchgeführt (Salz- und Schwefelsäure sowie anschliessende Endoxidation mit Kaliumnitrat; Straub, 1981). Anschliessend erfolgt die Einbettung der gereinigten Schalen in Kunstharz (Naphrax). Für die Zählung der ca. 500 Schalen (jede Kieselalgenart besteht aus zwei Schalenhälften, Summe der gezählten Schalen = 100%) bedient man sich eines Mikroskopes mit 1000-facher Vergrösserung. Die Zählresultate werden in relative Häufigkeiten (rH) der einzelnen Arten umgerechnet:

$$rH_{ij} (\%) = (N_{ij} / N_j) * 100\%$$

rH_{ij} = Relative Häufigkeit der Art i in der Probe j
 N_{ij} = Anzahl gezählte Schalen der Art i in der Probe j
 N_j = Gesamtzahl der gezählten Schalen der Probe j.

Auswertung

Die Auswertungen beruhen alle auf den relativen Häufigkeiten, welche an jeder Stelle für jede gefundene Kieselalgenart aufgrund der Zählung eruiert wurden. Zur biologischen Indikation der Wasserqualität wurde der schweizerische Index DI-CH (BAFU Modul Kieselalgen Stufe F, 2007) sowie zwei weitere, hier nicht näher besprochene Indizes berechnet (Rott et al., 1997; Schmedtje et al., 1999).

- Kieselalgenindex DI-CH gemäss BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F)

Der Kieselalgenindex DI-CH weist einen bekannten Bezug zu chemischen Parametern auf, die anthropogene Stoffbelastungen anzeigen. Im speziellen geht es um die Überprüfung der ökologischen Zielsetzung gemäss der Gewässerschutzverordnung (Anhang 1, Art. 1 Abs. 1 GSchV). Diese Zielsetzung lautet:

Tab. Met6. Kieselalgenindex DI-CH und Einteilung in fünf Zustandsklassen des BAFU Moduls Kieselalgen Stufe F (2007).

Kieselalgenindex	1.0 - 1.49	1.5 - 2.49	2.5 - 3.49	3.5 - 4.49	4.5 - 5.49	5.5 - 6.49	6.5 - 7.49	7.5 - 8.0
Zustandsklassen	sehr gut			gut	mässig	unbefriedigend	schlecht	

Tab. Met7. Kieselalgenindex DI-CH und Einteilung in 4 Zustandsklassen gemäss BUWAL Modul Kieselalgen Stufe F (2000), verwendet im Bericht 2003.

DI-CH	1.0 - 1.49	1.5 - 2.49	2.5 - 3.49	3.5 - 4.49	4.5 - 5.49	5.5 - 6.49	6.5 - 7.49	7.5 - 8.0
Zustandsklassen	unbelastet bis gering belastet			schwach belastet	deutlich belastet	stark bis sehr stark belastet		

Die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen oberirdischer Gewässer und der von ihnen beeinflussten Umgebung sollen:

- a) *naturnah und standortgerecht sein sowie sich selbst reproduzieren und regulieren;*
- b) *eine Vielfalt und eine Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps.*

Mit dem DI-CH kann insbesondere das Ziel b), also das Vorhandensein einer höchstens schwachen Belastung, geprüft werden. Das Ziel a), die Standortgerechtigkeit, müsste z.B. mittels Paarvergleich oder anderen Referenzverfahren geprüft werden und wird im vorliegenden Bericht nicht beurteilt.

- Zustandsklassen und Bezug zur indizierten Wasserqualität

Gemäss Modul-Stufen-Konzept erfolgt eine Zusammenfassung des rechnerisch ermittelten Kieselalgenindex DI-CH, welcher von 1 bis 8 reicht, in fünf Zustandsklassen (Tab. Met6).

Die Zustandsklassen können bezüglich der Belastungssituation wie folgt charakterisiert werden:

Sehr gut: Die ökologischen Ziele (GSchV, Anhang 1) sind hinsichtlich Kieselalgen klar erreicht; dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Anforderungen an die Wasserqualität für Fließgewässer (GSchV, Anhang 2) eingehalten sind.

Gut: Die ökologischen Ziele (GSchV, Anhang 1) hinsichtlich Kieselalgen sind erfüllt; dies ist ein Hinweis darauf, dass die Anforderungen an die Wasserqualität für Fließgewässer (GSchV, Anhang 2) wahrscheinlich eingehalten sind.

Mässig: Die ökologischen Ziele (GSchV, Anhang 1) können teilweise nicht eingehalten werden. Dies ist ein Hinweis darauf, dass die Anforderungen an die Wasserqualität für Fließgewässer (GSchV, Anhang 2) vermutlich ebenfalls nicht eingehalten sind.

Unbefriedigend: Die ökologischen Ziele (GSchV, Anhang 1) können meist nicht eingehalten werden. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die Anforderungen an die Wasserqualität für Fließgewässer (GSchV, Anhang 2) wahrscheinlich ebenfalls nicht eingehalten sind.

Schlecht: Die ökologischen Ziele (GSchV, Anhang 1) können nicht eingehalten werden. Dies ist ein eindeutiger Hinweis darauf, dass die Anforderungen an die Wasserqualität für Fließgewässer (GSchV, Anhang 2) ebenfalls nicht eingehalten sind.

- Weitere Indizes

Der deutsche Trophieindex nach Schmedtje et al. (1998) sowie der österreichische Saprobieindex nach Rott et al. (1997) werden als Ergänzung und zum Vergleich in der Stellendokumentation aufgeführt, im Text aber nicht besprochen. Die Berechnung der beiden Indizes erfolgte nach der Formel von Zelinka & Marvan (1961), wobei die artspezifischen Saprobiewerte Rott et al. (1997) und die Trophiewerte und Gewichtungen der Liste des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft (1999, unveröffentlicht) entnommen wurden.

Methodische Veränderungen zum Jahr 2003

Bei den Aufnahmen aus dem Jahre 2003 wurde gemäss dem BAFU Modul Kieselalgen (2000) eine vierstufige Skala verwendet (Tab. Met7). Neu wird nach dem BAFU Modul Kieselalgen (2007) mit einer fünfstufigen Skala gearbeitet. Zudem fand eine Neueichung (Zweiteichung) des Kieselalgenindex DI-CH statt.

Die im Jahr 2003 berechneten DI-CH- Werte erfolgten somit mit den Basiswerten gemäss der Ersteichung (BAFU 2000). Die Berechnung der DI-CH- Werte der Proben aus dem Jahr 2003 mit den Basiswerten gemäss der Zweiteichung (BAFU 2007) würden erfahrungsgemäss leicht andere Indexwerte und darauf allenfalls sogar andere Zustandsklassen ergeben. Im vorliegenden Bericht sind somit bei Vergleichen mit Resultaten des Jahres 2003 allfällige kleine Abweichungen vermutlich auf die Ersteichung (2003) und Zweiteichung (2008) zurückzuführen. Für einen direkten Vergleich der Daten aus dem Jahr 2003 mit den aktuellen Daten müsste der DI-CH aus den alten Daten mit der Zweiteichung neu berechnet werden.

3.6 Quantitative und qualitative Erfassung der Fauna der Gewässersohle (Makrozoobenthos) und Bestimmung der Gewässergüte

Feldarbeit/Probenahme

Die Probenahme wurde entsprechend der Angaben im Entwurf zum BAFU Modul Makroinvertebraten (Stufe F) (BAFU, Stand März 2005) durchgeführt. Wenn immer möglich wurde jedoch mit dem Surber Sampler (Maschenweite des Netzes 280 μm) gearbeitet, um allenfalls zu einem späteren Zeitpunkt (halb)quantitative Auswertungen durchführen und Stellen besser miteinander vergleichen zu können. In der Regel wurden hierzu an drei Stellen über den Gewässerquerschnitt und auf einem der Gewässergrösse entsprechenden Abschnitt verteilt Subsamples (beprobte Fläche je Subsample 30 cm x 30 cm) von den dominanten und häufigen Choriotope entnommen und gepoolt. Die innerhalb der Probe- fläche auf grösseren Steinen lebenden Tiere wurden speziell mit einem Pinsel von der Oberfläche gelöst und der Probe zugeführt. Seltene Choriotope wurden separat erfasst, z.B. mittels Kick-sampling (bei Wasserpflanzen) oder Ablesen von Tieren z.B. von Holz oder grossen Steinen. In der Stellendokumentation finden sich die für die Untersuchungsstelle relevanten Angaben zur Choriotop-Zusammensetzung sowie zur Probenahme.

Laborarbeit

- Bestimmen der Wasserwirbellosen.
- Dichteschätzung der unterschiedenen Taxa gemäss Skala in Tabelle Met8.
- Die Taxalisten der 'dominanten und häufigen' Choriotope sowie der 'seltenen' Choriotope wurden für die Auswertung vereint.

Auswertung

- Berechnung der **Gesamtindividuedichte** und Normierung auf 0.1 m^2 . Dichtebezeichnung gemäss der in Tabelle Met6 aufgeführten Terminologie.
- Berechnung der **Taxazahlen**.
- Berechnung der **relativen Häufigkeit der Makrozoobenthos-Grossgruppen**.

Die Makrozoobenthos-Gesellschaften wurden in die in Anhang 1 aufgeführten systematischen Grossgruppen eingeteilt und deren relative Häufigkeiten berechnet.

- Berechnung des **Diversitäts-Index H'** nach Shannon und Weaver (1949).

Der Diversitäts-Index H' basiert auf der Informationstheorie und wird nach untenstehender Formel berechnet:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \cdot \log_2 p_i$$

p_i = relative Häufigkeit der Art i
 s = Anzahl Arten

Der Diversitäts-Index H' gibt die durchschnittliche Information pro Individuum in einer Gesellschaft an. Bei einer Gesellschaft mit vielen verschiedenen Arten mit ähnlicher Häufigkeit ist der Diversitäts-Index gross, in einer Gesellschaft mit derselben Anzahl Arten, von denen jedoch eine dominiert, ist der Diversitäts-Index klein.

- Berechnung des **Makroindex** gemäss Perret (1977).

Der Makroindex basiert auf einer gesamtschweizerischen Untersuchung von Fliessgewässern aller Grössen und aus allen Höhenlagen (Projekt Mapos), welche in den siebziger Jahren von der EAWAG durchgeführt wurde. Ein hoher Makroindex deutet auf eine schlechte Wasserqualität hin. Die Zuordnung des Makroindex zu den Belastungsstufen findet sich in Tabelle Met8 (Perret 1977).

Untersuchungen des AWEL im Kanton Zürich zeigten, dass der Makroindex nebst der Wasserqualität auch durch die Ökomorphologie und die Wasserführung beeinflusst wird. Hohe Makroindexwerte von Wasserwirbellosen-Gemeinschaften wurden nämlich auch bei geringer organischer Belastung - belegt durch chemische Untersuchungen sowie Kieselalgenanalysen - vorgefunden. Die Einteilung in Beeinträchtigungskategorien gemäss AWEL (1998) ist in Tabelle Met8 aufgeführt.

- **Beurteilung des Gewässerzustandes** anhand des Makrozoobenthos gemäss dem BAFU Modul Makrozoobenthos (Stufe F).

Im BAFU Modul Makrozoobenthos (Stufe F) (Stand März 2005) ist zur Beurteilung des Gewässer-

Tab. Met8. Links: Stufen des Makroindex und Grad der organischen Belastung (Perret 1977 und Bezeichnung der organischen Belastung) sowie **rechts:** Makroindex und Grad der Beeinträchtigung der Lebensgemeinschaft der Wasserwirbellosen (AWEL 1998) respektive die Einteilung in die Zustandsklassen gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (Stufe F, Stand 2005).

Stufe	Grad der organischen Belastung	Stufe	Grad der Beeinträchtigung des Makrozoobenthos	Zustandsklasse	Ökologischer Zustand
1:	unbelastet	1:	intakte Gemeinschaft	I	sehr gut
2:	wenig belastet	2:	leicht bis deutlich verarmte Gemeinschaft	II	gut
3:	tolerierbar belastet	3:	stark verarmte Gemeinschaft	III	mässig
4:	nicht mehr tolerierbar belastet	4:	stark geschädigte Gemeinschaft	IV	unbefriedigend
5:	deutlich belastet	5:		V	schlecht
6:	stark belastet	6:			
7:	sehr stark belastet	7:			
8:	übermässig belastet	8:			

serzustandes eine fünfstufige Skala angegeben. Die Beurteilung basiert auf dem Makroindex (Tab. Met8).

Weitere Indizes

Der IBGN (BAFU, Stand 2005), der deutsche Saprobienindex D (gemäss DIN 38410) sowie der österreichische Saprobienindex A (gemäss Angaben in Moog, 1995) werden als Ergänzung zum Vergleich in der Stellendokumentation aufgeführt, im Text aber nicht besprochen.

3.7 Beurteilung des biologischen Gewässerzustandes

Mit Hilfe der biologischen Parameter 'Pflanzlicher Bewuchs', 'Kieselalgen-Index DI-CH' sowie dem 'Makroindex des Makrozoobenthos' sollen grundsätzlich die ökologischen Zielsetzungen gemäss Anhang 1 und die Einhaltung der Wasserqualität für Fließgewässer gemäss Anhang 2 der GSchV überprüft werden.

Das Vorgehen für die Beurteilung des Gewässerzustandes aus biologischer Sicht orientiert sich an den Angaben in Chaix et al. (1995) und den einzelnen Modulen des Modulstufenkonzepts. Es werden 5 Zustandsklassen des Gewässerzustandes unterschieden, welche wie folgt definiert sind:

- 1: sehr gut
- 2: gut
- 3: mässig
- 4: unbefriedigend
- 5: schlecht

Für die fünfstufige Gesamtbewertung (*sehr gut, gut, mässig, unbefriedigend, schlecht*) ist derjenige Parameter massgebend, welcher die schlechteste Zustandsklasse indiziert (Tab. Met9). Bei mehr als einer Probenahme pro Untersuchungsstelle (maximal 3), wird der jeweils schlechteste Zustand in die Gesamtbewertung miteinbezogen. Dieses Vorgehen, basierend auf der Betrachtung diverser Parameter (Tab. Met10), bietet einigermaßen Gewähr, dass Beeinträchtigungen, welche nicht immer alle Teile der Fließgewässerlebensgemeinschaft (bestehend u.a. aus Bakterien, Wimpertieren, Algen, Wasserwirbellosen, Fischen) betreffen müssen, erkannt werden. Es entspricht jenem der chemischen Beurteilung der Wasserqualität, welche ebenso zahlreiche Parameter einbezieht. Kurzfristig wirkende Störungen können jedoch mit den gewählten Indikatoren nicht erfasst werden.

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich um Einzelaufnahmen, weshalb die Ergebnisse zwangsläufig mit gewissen Unsicherheiten behaftet sind. Die als Bioindikatoren genutzten Organis-

Tab. Met9. Stellung der klassierten Parameter in der Gesamtklassierung.

Pflanzlicher Bewuchs	Kieselalgen-Index DI-CH	Makrozoobenthos-Index Makroindex	Gesamtbewertung	GSchV Anhang 1
0	1.0-3.49	1-2	sehr gut	sehr gut erreicht
1				
2	3.5-4.49	3	gut	gut erreicht
3				
4	4.5-5.49	4	mässig	knapp nicht erreicht
4 bis 5	5.5-6.49	5-6	unbefriedigend	nicht erreicht
5	6.5-8.0	7-8	schlecht	klar nicht erreicht

Tab.Met10. Schematische Darstellung des Vorgehens zur Überprüfung der Zielsetzung gemäss GSchV, Anhang 1.

Biologische Parameter	Aufnahmen im Feld / Bestimmungen	Klassierung Zustandsklasse	Bewertung
Pflanzlicher Bewuchs	6-stufige Aufnahme der Bewuchsstufen Algen, Makrophyten und Moose im Feld	Bildung von 5 Zustandsklassen in Anlehnung an <i>Chaix et. al</i> (1995).	Erfüllen der ökologischen Ziele für Fließgewässer und Einhalten der Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 1 und 2
Kieselalgen-Index DI-CH	Bestimmung/Zählung Labor	Bildung von 5 Zustandsklassen nach BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F).	
Index Makrozoobenthos Makroindex	Bestimmung/Zählung Labor	Bildung von 5 Zustandsklassen nach BAFU Modul Makrozoobenthos (Stufe F).	

men (pflanzlicher Bewuchs sowie Wasserwirbellose), welche während längerer Zeit im Wasser leben, sind den Umweltbedingungen über diese Zeit ausgesetzt und widerspiegeln den Gewässerzustand über einen längeren Zeitraum (Wochen bis Jahre).

3.8 Chemische Analysen

Aufnahmen im Feld und Laboranalysen

Folgende Parameter wurden im Feld gemessen:

Temperatur

pH-Wert WTW Multi 340i

Leitfähigkeit

Folgende Parameter wurden im Labor analysiert:

Chlorid

Gesamt-Phosphor roh (unfiltriert)

Ammonium-Stickstoff Analyse durch das Amt für Lebensmittelkontrolle, Steinhausen (ZG).

Nitrat-Stickstoff Akkreditiert nach ES 45004 SIS 077.

Nitrit-Stickstoff

DOC

Probenahme

Für die Wasserproben wurden vom Labor zur Verfügung gestellte 1-Liter-Polyethylen-Flaschen benutzt. Die Behältnisse wurden bei der Probenahme in Fließrichtung unter die Wasseroberfläche getaucht und so gefüllt. Die Proben wurden während des Transportes ins Analyzelabor angemessen gekühlt aufbewahrt.

Auswertung

Die Beurteilung der chemisch-physikalischen Parameter erfolgte gemäss dem BAFU Modul Chemie (Stufe F) (Stand 2006). Mit Hilfe dieser Parameter sollen grundsätzlich die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss der GSchV, Anhang 2, überprüft werden.

In den beiden Tabellen Met11 und Met13 sind die Beurteilungskriterien für die chemischen Parameter gemäss dem BAFU Modul-Stufen-Konzept Stufe F, Chemie (Stand 2006) angegeben.

Beurteilung des chemisch-physikalischen Gewässerzustandes

Die chemisch-physikalische Zustandsbeurteilung der Fließgewässer erfolgte in fünf Klassen. Gemäss dem BAFU Modul Chemie (Stufe F) sollten für die Beurteilung mindestens 5 gemessene Werte pro Untersuchungsstelle beigezogen werden. Die Zielvorgabe der entsprechenden Klasse gilt als eingehalten,

«falls mindestens 80% aller gemessenen Werte die Vorgaben» gemäss Tabelle Met11 «nicht überschreiten (...). Die Anzahl möglicher Überschreitungen (Abweichungen) ist somit abhängig von der Anzahl Messwerte, die zur Beurteilung beigezogen werden.»

Da im Rahmen dieses Auftrages lediglich drei Messwerte pro Parameter und Untersuchungsstelle vorliegen, weicht die Handhabung für die chemisch-physikalische Zustandsbeurteilung der untersuchten Fließgewässer leicht von diesen Richtlinien ab:

Die Zustandsbeurteilung erfolgte gemäss den vom BAFU definierten 5 Zustandsklassen (**sehr gut, gut, mässig, unbefriedigend, schlecht**), wobei der schlechteste Wert ausschlaggebend ist und somit die Einteilung einer Untersuchungsstelle in die Beurteilungsklasse bestimmt. Die Zustandsklassen I und II erfüllen die Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV Anhang 2 die Zustandsklassen III, IV und V genügen diesen Anforderungen nicht.

Methodische Veränderungen zum Jahr 2003

Im Jahr 2003 wurde ebenfalls das BAFU Modul Chemie Stufe F verwendet, jedoch mit dem Entwurfsstand aus dem Jahr 2000 (Tab. Met 12). In der alten Fassung wurden nur vier Zustandsklassen gebildet, dementsprechend hat sich die Zuordnung der Konzentrationen der einzelnen Parameter zu den Zustandsklassen verändert.

Tab. Met11. Beurteilungskriterien für die chemischen Parameter gemäss aktuell gültigem BAFU Modul Chemie (Stufe F).

	Zustandklasse gem. BAFU Modul Chemie (Stufe F)				
Parameter	I sehr gut	II gut	III mässig	IV unbefriedigend	V schlecht
Gesamt-Phosphor roh [mg/l P]	< 0.035	0.035 < 0.07	0.07 < 0.105	0.105 < 0.14	≥ 0.14
Nitrit ¹⁾ [mg/l N]	< 0.025	0.025 < 0.05	0.05 < 0.075	0.075 < 0.1	≥ 0.1
Nitrat [mg/l N]	< 1.5	1.5 < 5.6	5.6 < 8.4	8.4 < 11.2	≥ 11.2
Ammonium ²⁾ [mg/l N] (> 10°C oder > pH 9)	< 0.04	0.04 < 0.2	0.2 < 0.3	0.3 < 0.4	≥ 0.4
Ammonium ²⁾ [mg/l N] (< 10°C)	< 0.08	0.08 < 0.4	0.4 < 0.6	0.6 < 0.8	≥ 0.8
DOC ³⁾ [mg/l C]	< 2.0	2.0 < 4.0	4.0 < 6.0	6.0 < 0.8	≥ 0.8
GSchV, Anhang 2	Anforderungen erfüllt		Anforderungen nicht erfüllt		

1) Die angegebenen Klassen für **Nitrit** gelten bei Chloridgehalten von 10 bis 20 mg/l Cl⁻. Für andere Konzentrationsbereiche gelten als Übergang von "schwach belastet" zu "deutlich belastet" die Werte aus **Tab. Met13**.

2) Bei Temperaturen > 10°C oder bei pH-Werten > 9 werden wegen der Protolyse von NH₄-N und der Erhöhung des **Ammoniak**-Anteils verschärfte Kriterien angewendet (siehe Tab. Met13).

3) In Abflüssen von Mooren und Seen finden sich erhöhte DOC-Konzentrationen natürlichen Ursprungs. Im Herbst kann der **DOC**-Gehalt auch durch den Abbau des in das Gewässer gelangten Laubes erhöht sein. Die GSchV trägt dem durch einen Anforderungsbereich von 1 bis 4 mg/l DOC Rechnung. Bei günstigen Randbedingungen sind deshalb entsprechend kleinere Werte einzusetzen.
Bei Bächen mit natürlicherweise erhöhten DOC-Gehalten wurde im vorliegenden Bericht auf die Klassierung verzichtet, da Vergleichswerte fehlen und die Einteilung in eine Zustandsklasse nicht möglich ist.

Tab. Met12. Beurteilungskriterien für die chemischen Parameter gemäss früherem BAFU Modul Chemie (Stufe F) mit Stand 2000. Fussnoten siehe Tab. Met11.

	Zustandklasse gem. BUWAL Modul Chemie (Stufe F)			
Parameter	I unbelastet	II schwach belastet	III deutlich belastet	IV stark belastet
Gesamt-Phosphor roh [mg/l P]	< 0.04	0.04 bis 0.07	0.07 bis 0.15	> 0.15
Nitrit ¹⁾ [mg/l N]	< 0.02	0.02 bis 0.05	0.05 bis 0.1	> 0.1
Nitrat [mg/l N]	< 1.5	1.5 bis 5.6	5.6 bis 11.0	> 11.0
Ammonium ²⁾ [mg/l N] (> 10°C oder > pH 9)	< 0.04	0.04 bis 0.2	0.2 bis 0.4	> 0.4
Ammonium ²⁾ [mg/l N] (< 10°C)	< 0.08	0.08 bis 0.4	0.4 bis 0.8	> 0.8
DOC ³⁾ [mg/l C]	< 2.0	2.0 bis 4.0	4.0 bis 6.0	> 6.0
GSchV, Anhang 2	Anforderungen erfüllt		Anforderungen nicht erfüllt	

Tab. Met13. Zielvorgaben für die Wasserqualität der GSchV, Anhang 2, für die untersuchten chemischen und physikalischen Parameter.

Parameter	Zielvorgaben	Erläuterungen
Gesamt-Phosphor	Konzentration möglichst niedrig, damit keine Veralgung und/oder Verkrautung der Sohle hervorgerufen wird. <i>Zielvorgabe</i> gem. BAFU Modul Chemie: < 0.07 mg/l P (☞ In den Anforderungen an die Wasserqualität gem. Anhang 2 GSchV in dieser Form nicht enthalten)	Phosphor gelangt diffus aus der Landwirtschaft und punktuell über Abwassereinleitungen und Regenüberläufe in die Gewässer. Phosphor ist essentieller Nährstoff für die Wasserflora. Da er natürlicherweise nur in geringen Mengen in die Gewässersysteme gelangt, ist die Zufuhr aus anthropogenen Quellen bestimmend für das Ausmass des aquatischen Pflanzenwachstums.
Nitrat	< 5.6 mg/l N	Erhöhte Nitrat-Gehalte (> 1.5 mg/l N) lassen meist auf die Einleitung von kommunalen Abwässern sowie auf Abschwemmung und Auswaschungen von landwirtschaftlich genutzten Flächen schliessen.
Nitrit	Zielvorgaben für Nitrit in Salmoniden- oder Laichgewässern gemäss BAFU Modul Chemie (2006): 0.02 mg/l NO₂-N (< 10 mg/l Cl⁻) 0.05 mg/l NO₂-N (10-20 mg/l Cl⁻) 0.1 mg/l NO₂-N (> 20 mg/l Cl⁻) (☞ In den Anforderungen an die Wasserqualität gem. Anhang 2 GSchV in dieser Form nicht enthalten.)	Nitrite sind stark fischgiftig, insbesondere für Salmoniden. Die im vorliegenden Bericht untersuchten Flüsse und Bäche liegen alle in der Forellenregion mit der Bachforelle (<i>Salmo trutta fario</i>) als Leitart.
pH-Wert	Als Folge von Abwassereinleitungen soll sich der natürliche pH-Wert nicht nachteilig verändern.	In kalkreichen Einzugsgebieten ist die Pufferkapazität des Wassers hoch und der pH liegt bei ca. 8.3. Als Folge von Wassereinleitungen ergeben sich, vor allem auf der Alpennordseite mit genügend grossen Wasserhärten, i.d.R. keine nachteiligen pH-Werte. Die pH-Werte sollten im Bereich von 6.5 bis 8.5 liegen.
DOC	1 bis 4 mg/l	Bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der tiefere Wert. Natürlich erhöhte DOC-Konzentrationen finden sich in Abflüssen von Mooren oder Seen.
Chlorid	keine Anforderungen	Chlorid kommt in Konzentrationen von 2 - 4 mg/l Cl⁻ natürlicherweise in Gewässern vor. Erhöhte Gehalte sind zivilisatorischen Ursprungs.

4 Ergebnisse der Untersuchungen 2008

Die Untersuchungsergebnisse der im Frühling (16./17. April 2008 resp. 6.-10. Mai 2008), Sommer (24.-26. Juni 2008) und Herbst (9.-11. September 2008) durchgeführten Probenahmen sind nach Einzugsgebieten geordnet im Folgenden grafisch und tabellarisch dargestellt. Aufgrund des Probenahmedesigns wurden mit Ausnahme des Äusseren Aspekts und des pflanzlichen Bewuchses nicht immer alle Untersuchungsparameter an jeder Untersuchungsstelle bewertet (siehe dazu Tab.Unt1). Dies ist bei der Bewertung der Gewässer zu berücksichtigen. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass schwerwiegende Beeinträchtigungen der Wasserqualität mit den Parametern Äusserer Aspekt und pflanzlicher Bewuchs festgestellt werden. Die Untersuchungsdaten der einzelnen Stellen können im Anhang unter den Stellendokumentationen sowie bei den Rohdaten eingesehen werden. Die Rohdaten der ebenfalls in den Abbildungen und Tabellen aufgeführten angrenzenden ausserkantonalen Stellen können im Bericht «Überwachung der Fliessgewässer im Kanton Appenzell I.Rh.» nachgeschlagen werden.

Die Interpretation und Beschreibung der biologischen und chemisch-physikalischen Ergebnisse, wird wie in den vorangegangenen Untersuchungsjahren, für jedes Flusseinzugsgebiet separat abgehandelt. Bei der folgenden Besprechung wurde die Fliessrichtung des Wassers berücksichtigt.

4.1 Flusseinzugsgebiet Glatt

Das Flusseinzugsgebiet Glatt ist in Abbildung EZG Glatt1 schematisch dargestellt. Die Untersuchungsdaten sind in den Abbildungen EZG Glatt2 bis 10 wiedergegeben. Am Ende dieses Kapitels sind schematische Übersichtskarten der Beurteilung des Äusseren Aspekts (Abb. EZG Glatt11), der biologischen Gesamtbeurteilung (Abb. EZG Glatt12) und der chemischen Beurteilung (Abb. EZG Glatt13) des Zustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Glatt angefügt.

4.1.1 Äusserer Aspekt (Tab. EZG Glatt1, Abb. EZG Glatt11)

Die **Glatt** wies bei der Probenahme im Mai mit Ausnahme der Stelle 2.4 an allen Untersuchungsstellen heterotrophen Bewuchs auf. Eine Verstärkung im Fließverlauf ist bis zur ARA Bachwis (Herisau) beobachtbar, nach der ARA ist eine Abnahme feststellbar. Es ist anzunehmen, dass die maximale Ausbreitung des heterotrophen Bewuchses mit dieser Frühjahrsprobenahme verpasst wurde, da sie aus Witterungsgründen relativ spät stattfand.

An der Stelle 2.4 wurden eine Verschlämzung und Schaum beobachtet, an den weiteren Stellen vor der ARA Bachwis verbesserten sich die beiden Parameter, obwohl auch im einmündenden Eggelibach Schaum und eine Verschlämzung festgestellt wurden. Insgesamt verstärkte sich die Belastung der Glatt flussabwärts bis zur ARA Bachwis, die Selbstreinigung der Glatt konnte die zunehmende Belastung nicht kompensieren.

Nach der ARA Bachwis trat in der Glatt wiederum Schaum auf, an der Stelle 2.1 direkt nach der ARA wurden auch Eisensulfidflecken festgestellt. Die Stelle 2.61 fiel im September durch eine klare Ver-

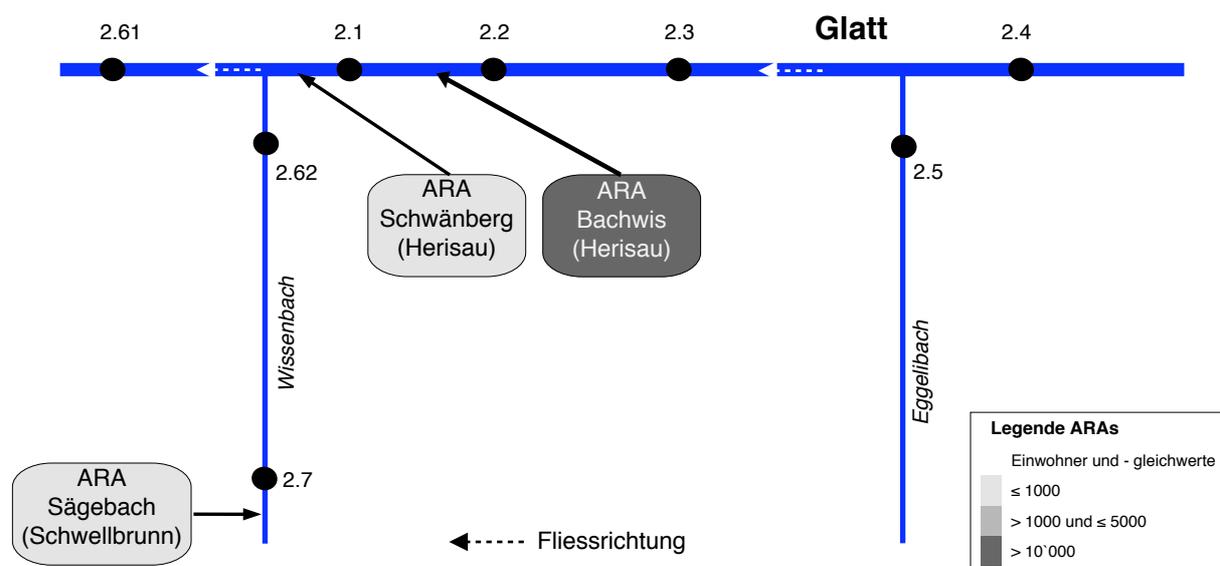


Abb. EZG Glatt1. Untersuchungsstellen und ARA-Einleitungen des Einzugsgebietes Glatt (schematisch).

schlechterung im Äusseren Aspekt auf. Neben einem mittleren Auftreten von Schaum und Schlamm war ein Geruch nach Abwasser festzustellen. Die Auswirkungen der Einleitung des geklärten Abwassers durch die ARA Schwänberg (Schwellbrunn) konnten durch die Verdünnung des Glattwassers durch den unterhalb der Stelle 2.1 einmündenden Wissenbach und die Selbstreinigungskraft der Fliesstrecke nicht kompensiert werden.

Die Beeinträchtigung des Oberlaufs der Glatt dürfte zum grössten Teil durch den Eintrag seitens der Landwirtschaft verursacht worden sein. Die Situation unterhalb der ARAs Bachwis und Schwäberg wurde zudem durch das eingeleitete gereinigte Abwasser verursacht.

Im **Wissenbach** und im **Eggelibach** wurde im Mai an sämtlichen Probenahmestellen Schaum festgestellt. Im Wissenbach war dies auch im Juni und im September der Fall, was zumindest teilweise auf die Einleitung des gereinigten Abwassers durch die ARA Sägebach zurückgeführt werden kann.

4.1.2 Biologie

Pflanzlicher Bewuchs (Abb. EZG Glatt2)

Der Algenbewuchs der **Glatt** zeigte gute Verhältnisse an. Die Alge *Vaucheria sp.*, welche einen Hinweis auf Nährstoffreichtum gibt, fand sich in der Glatt an allen Untersuchungsstellen ausser der Stelle 2.61. Der Zustand der Zuflüsse der Glatt war aufgrund des Algenbewuchses überall gut. Im Eggelibach fehlte *Vaucheria sp.* ebenfalls.

Makrophyten und Moose wurden an allen Stellen lediglich vereinzelt gefunden.

Kieselalgenindex DI-CH (Abb. EZG Glatt3)

Der Kieselalgenindex erreichte an der obersten Stelle 2.4 in der **Glatt** nur die Qualitätsstufe II (gut). Im weiteren Fliessverlauf verbesserte sich der Zustand zunehmend und erreicht vor der ARA Bachwis die Qualitätsstufe I (sehr gut). Die Belastung durch das geklärte Abwasser aus der ARA Bachwis war bei der Stelle 2.1 erkennbar, wo die Glatt anhand des DI-CH wiederum nur als "gut" taxiert wurde. Dieser Effekt verschwand flussabwärts an der Stelle 2.61, der Zustand wurde als "sehr gut" bewertet.

Der **Eggelibach** wies aufgrund des DI-CH ebenfalls eine schwache Belastung auf (gut). Die beiden Stellen des **Wissenbachs** waren qualitativ in Ordnung (sehr gut).

Makrozoobenthos

Makroindex (Abb. EZG Glatt4)

Der Makroindex zeigte in der **Glatt** an der Stelle 2.3 als Zustandsklasse "sehr gut" an. An der flussabwärts gelegenen Untersuchungsstelle 2.1, welche sich unterhalb der ARA Bachwis befindet, war der

Zustand aber nur noch "mässig". Im zufließenden **Wissenbach** und an der weiter flussabwärts gelegenen Stelle 2.61 in der Glatt wurde wiederum "sehr gut" erreicht. Dies spricht für eine Verbesserung des Zustandes der Glatt nach den ARAs Bachwis und Schwäberg aufgrund des einmündenden Wissenbachs (Verdünnung) und aufgrund der Selbstreinigungskraft der Glatt.

Taxazahl, Gesamtindividuedichte, Diversität (Abb. EZG Glatt5 und 6)

Die höchste Diversität begleitet von der zweitgrössten Gesamtindividuedichte und der höchsten Taxazahl wurde an der Stelle 2.3 festgestellt. Diversität und Taxazahl nahmen in der **Glatt** im Fließverlauf kontinuierlich ab. An der Stelle 2.1 ist diese Abnahme durch den Einfluss der ARA Bachwis erklärbar. Vermutlich wirkten sich die gereinigten Abwässer der ARA Bachwis und zusätzlich der ARA Sägenbach bezüglich der Wasserwirbellosen bis zur Stelle 2.61 aus, sodass sich dort noch tiefere Taxazahlen, aber eine etwas grössere Gesamtindividuedichte ergaben, verbunden mit einer geringeren Diversität. Der **Wissenbach** wies eine geringe Taxazahl sowie die geringste Diversität und Gesamtindividuedichte auf, was wahrscheinlich auf Schädigungen durch das mehrmalige Spülen des Stüdlweiher (Kleinwasserkraftwerk) zurückzuführen ist.

Gemeinschaft (Abb. EZG Glatt7)

An der Stelle 2.3 wurde die Wasserwirbellosengemeinschaft von Stein- und Eintagsfliegenlarven dominiert. Flussabwärts, bei der Stelle 2.1, wurde diese Dominanz an die Wenigborster, die Zuckmückenlarven und weiterhin die Eintagsfliegen abgegeben. Es wurden als einzige Stelle in der **Glatt** auch Egel gefunden. Flussabwärts änderte sich die Situation wieder. An der Stelle 2.61 war der Anteil der Wenigborster stark zurückgegangen, und Zuckmücken-, Eintagsfliegen- und Steinfliegenlarven dominierten als Effekt der Selbstreinigung der Glatt sowie durch den Zufluss des Wissenbaches.

Die Wasserwirbellosengemeinschaft im **Wissenbach** wurde von Zuckmückenlarven dominiert, Eintagsfliegen- und Steinfliegenlarven zeigten bedeutende Anteile an der Gesamtindividuedichte.

Biologische Gesamtbeurteilung (Abb. EZG Glatt12)

Der Zustand der **Glatt** kann aufgrund der biologischen Gesamtbeurteilung mit Ausnahme der Stelle 2.1 unmittelbar unterhalb der ARA Bachwis (Zustandsklasse mässig) als gut bezeichnet werden. Die erste Stelle 2.4 im Fließverlauf wird tendenziell schlechter bewertet als die anderen Stellen oberhalb der ARA Bachwis.

Aufgrund des Kieselalgen- und des Makroindex wies der **Wissenbach** einen sehr guten Zustand auf. Der pflanzliche Bewuchs wies jedoch auf eine geringe Belastung hin.

Im **Eggelibach** indizierte der Kieselalgenindex und der pflanzliche Bewuchs einen guten Zustand.

4.1.3 Chemie (Abb. EZG Glatt8-10 und Abb. EZG Glatt13)

Die ARA Bachwis verändert den chemischen Zustand der Glatt merklich. Die Grenzwerte für die Stickstoffkomponenten (Nitrat, Nitrit und Ammonium) wurden in der **Glatt** nur an der Stelle 2.1 im Juni überschritten. Hier wird aufgrund der erhöhten Ammoniumkonzentration der Zustand als mässig eingestuft. Die Nitratkonzentrationen lagen unterhalb der ARA Bachwis während der gesamten Messkampagne etwas höher, bewegten sich aber immer innerhalb der gesetzlichen Zielvorgaben respektive lagen unterhalb der oberen Grenzwerte gemäss GSchV. Die Einleitung des geklärten Abwassers aus der ARA Bachwis bewirkte an der unterhalb der ARA gelegenen Stelle 2.1 neben der Erhöhung der Nitratkonzentration eine massive Zunahme des Gesamtphosphorgehaltes sowie der Chlorid- und DOC-Konzentrationen. Die Gesamtphosphor-Konzentration überstieg im Unterlauf der Glatt bei den ersten beiden Probenahmen den im BAFU Modul Chemie festgelegten Wert bei weitem (unbefriedigender bis schlechter Zustand). Aufgrund von Abbauprozessen, respektive aufgrund der Verdünnung durch den Wissenbach, hatte der Gesamtphosphor an der weiter flussabwärts liegenden Stelle 2.61 abgenommen und lag unterhalb der Zielvorgabe gemäss BAFU Modul (guter Zustand).

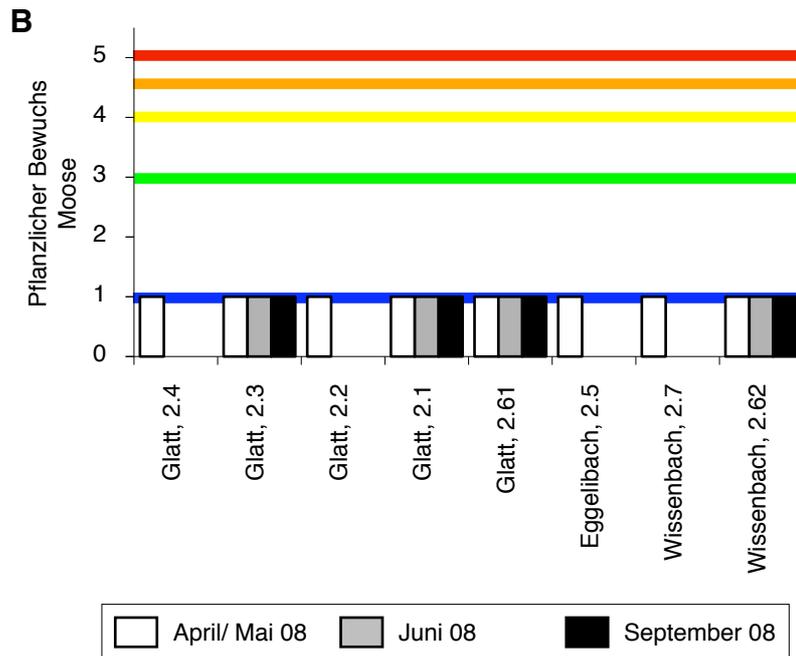
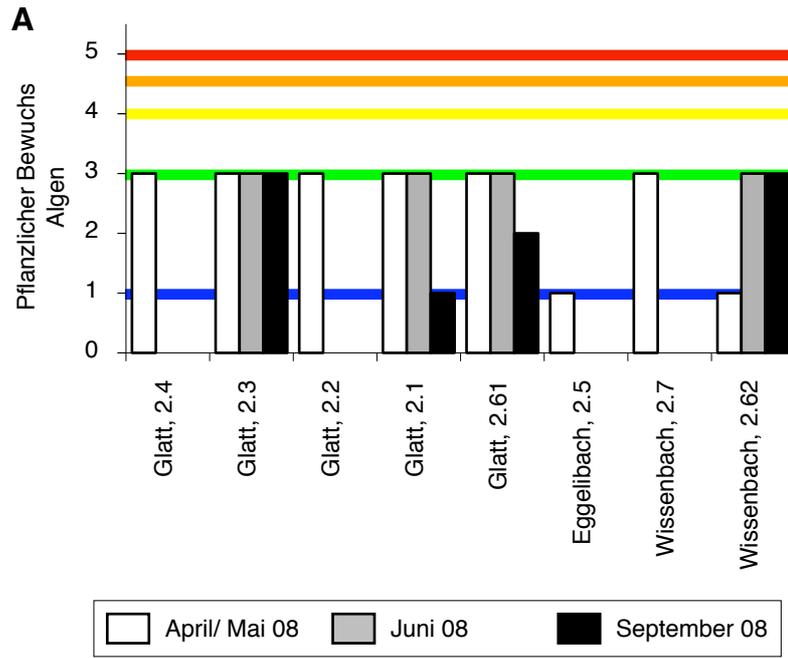
Die DOC-Konzentrationen waren im Unterlauf der Glatt erhöht. An der Stelle 2.1 wurde der Grenzwert im Mai und Juni überschritten (mässiger Zustand). An allen anderen Orten wurden die Qualitätsanforderungen eingehalten.

Die Chloridkonzentrationen waren unterhalb der ARA Bachwis an der Stelle 2.1 vor allem im Mai und Juni sehr hoch. Werte zwischen 2 und 4 mg/l gelten als natürlicherweise in Gewässern vorkommend, in der Glatt wurden jedoch Werte von fast 50 mg/l gemessen. Die hohen Chloridwerte stammen hauptsächlich aus der Regeneration von Wasserenthärtungsanlagen mehrerer Industriebetriebe in Herisau. Das stark chloridhaltige Wasser darf in Absprache mit dem AfU AR dosiert direkt in die Glatt eingeleitet werden, da das ansonsten saubere Wasser die ARA zwar belasten, das Chlorid jedoch die ARA unverändert passieren würde. An der Stelle 2.61 waren die Werte immer noch erhöht, jedoch nicht in demselben Ausmass.

Im **Wissenbach** waren die DOC-, Ammonium- und Nitratwerte leicht erhöht und die Zielvorgaben für Nitrit wurden im Juni sogar überschritten. Diese Stickstoffbelastung wird durch die Einleitung des gereinigten Abwassers der ARA Sägebach und durch die Landwirtschaft verursacht.

Tab. EZG Glatt1. Ergebnisse der Beurteilung des Äusseren Aspekts.

		Anforderungen GSchV erfüllt										Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich										Anforderungen GSchV nicht erfüllt									
		April/ Mai 2008			Juni 08			September 08				April/ Mai			Juni			September			Gesamt										
Stelle	Kanton	Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämzung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	Fes	Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämzung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	Fes	Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämzung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	Fes						
Glatt	2.4	AR	keine	keine	kein	wenig	wenig	keine	0.0 %	keine	keine	keine	kein	keine	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	keine	kein	keine	keine	keine	0.0 %					
Glatt	2.3	AR	keine	keine	kein	wenig	keine	ver- ein- zeit	0.0 %	keine	keine	kein	kein	wenig	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %					
Glatt	2.2	AR	keine	keine	kein	kein	keine	mittel	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %					
Glatt	2.1	AR	keine	keine	kein	wenig	keine	ver- ein- zeit	1-10%	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	1-10%	keine	keine	wenig	wenig	keine	ver- ein- zeit	1-10%						
Glatt	2.61	SG	keine	keine	kein	wenig	keine	ver- ein- zeit	0.0 %	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	mittel	kein	mittel	keine	0.0 %						
Zuflüsse (Glatt)																															
Eggelbach	2.5	AR	keine	keine	kein	wenig	wenig	keine	0.0 %	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %					
Wissenbach	2.7	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %					
Wissenbach	2.62	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	0.0 %	keine	keine	kein	wenig	kein	wenig	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %					



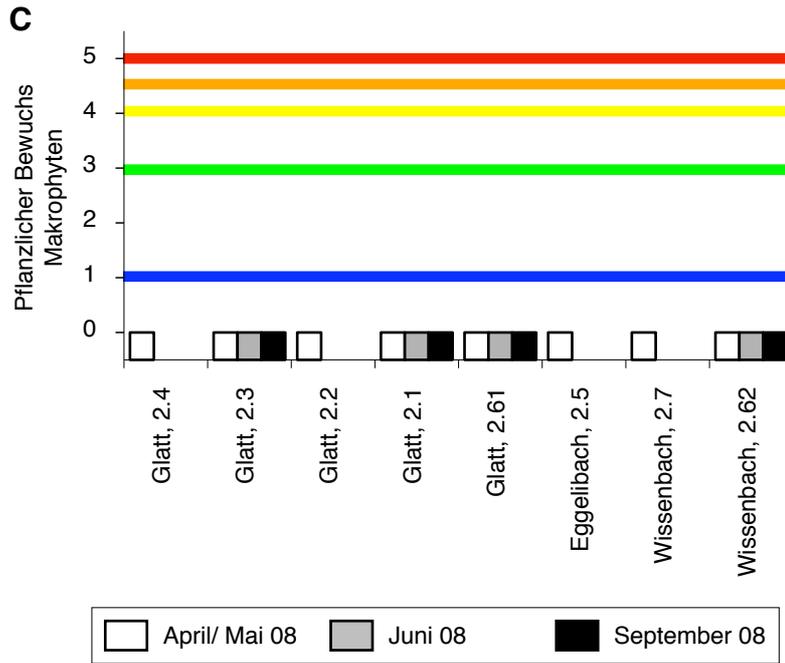
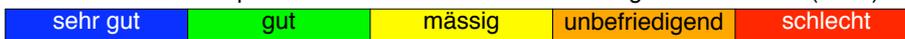


Abb. EZG Glatt2. *Pflanzlicher Bewuchs* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Glatt im April/Mai, Juni und September 2008 in Fließrichtung. A: Algenbewuchs; B: Bewuchs mit Wassermoose; C: Bewuchs mit Makrophyten.

Zustandsklassen des pflanzlichen Bewuchses in Anlehnung an Chaix et al. (1995):



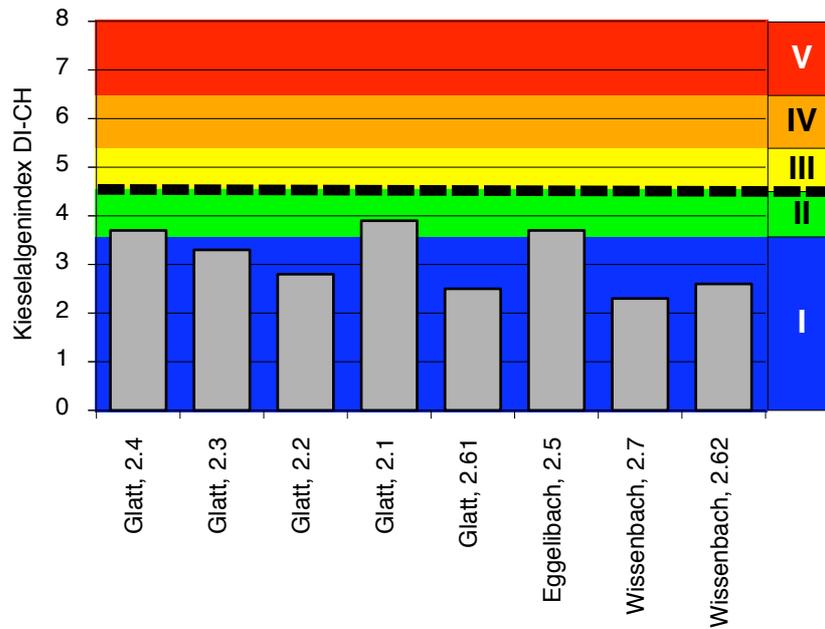


Abb. EZG Glatt3. *Kieselalgenindex DI-CH (Zweiteichung)* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Glatt im Mai 2008 in Fließrichtung.

Qualitätsstufen gemäss BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F), 2007.

I = sehr gut, II = gut, III = mässig, IV = unbefriedigend, V = schlecht.

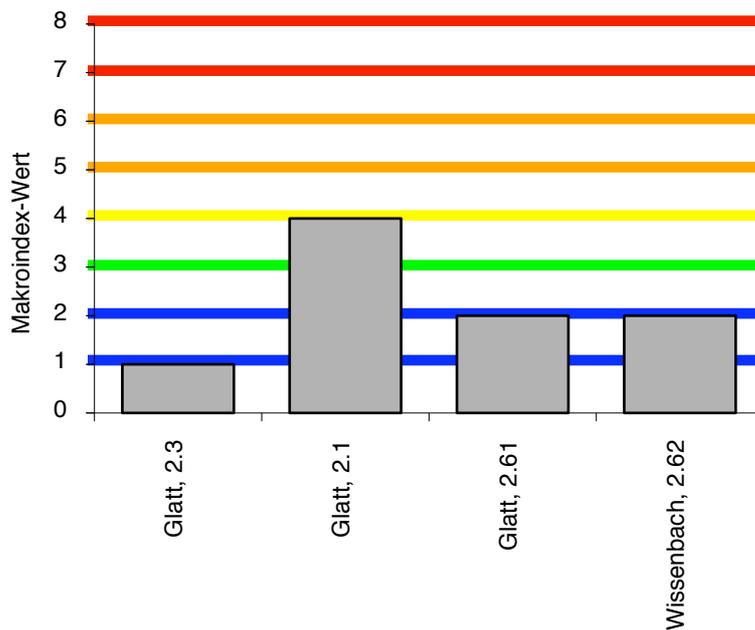


Abb. EZG Glatt4. *Makroindex* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Glatt im Mai 2008 in Fließrichtung.

Makroindex 1 = unbelastet, 2 = wenig belastet, 3 = tolerierbar belastet, 4 = nicht mehr tolerierbar belastet, 5 = deutlich belastet, 6 = stark belastet, 7 = sehr stark belastet, 8 = übermässig belastet.

Qualitätsstufen gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (Stufe F), Stand 2005.

I = sehr gut, II = gut, III = mässig, IV = unbefriedigend, V = schlecht.



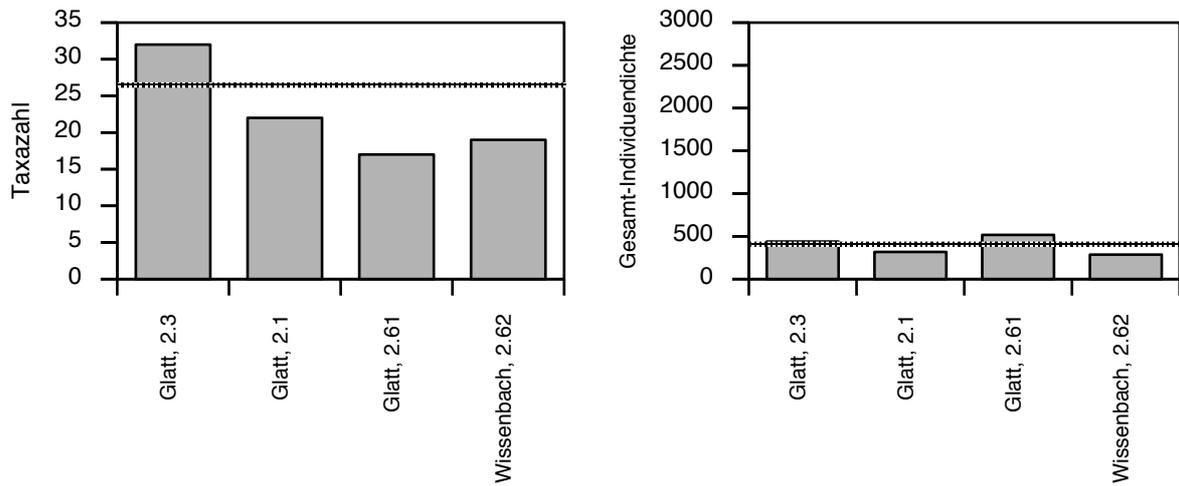


Abb. EZG Glatt5. *Taxazahlen* (links) und *Gesamt-Individuendichte* (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Glatt im Mai 2008 in Fließrichtung.
 ----- Mittelwert über sämtliche Stellen im Kanton AR.

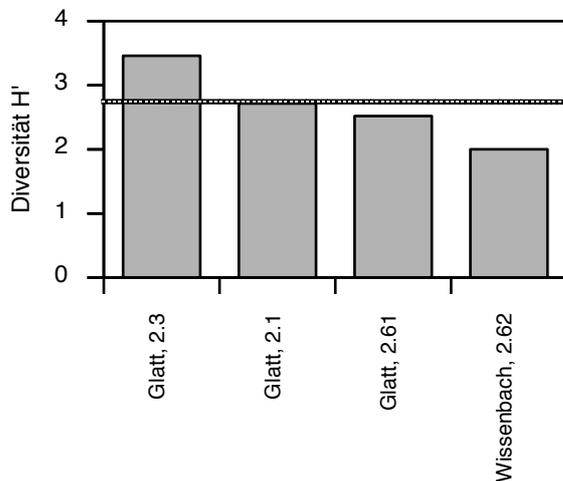


Abb. EZG Glatt6. *Diversität H'* (nach Shannon&Weaver) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Glatt im Mai 2008 in Fließrichtung.
 ----- Mittelwert über sämtliche Stellen im Kanton AR.

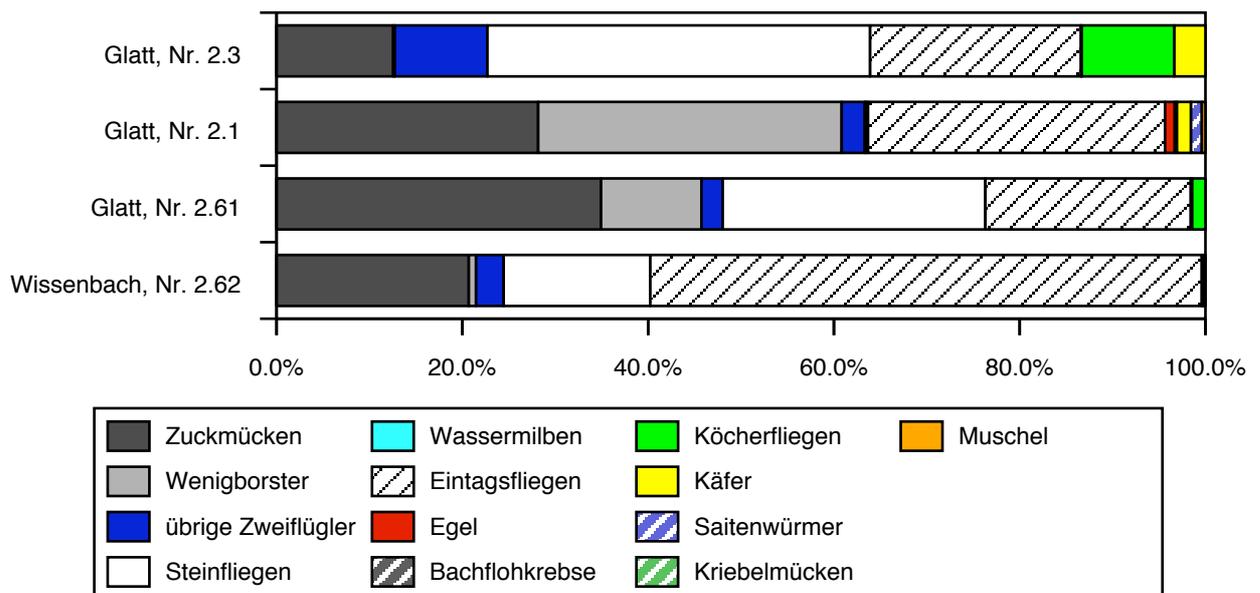


Abb. EZG Glatt7. *Relative Häufigkeit der Makrozoobenthos-Grossgruppen* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Glatt im Mai 2008 in Fließrichtung.

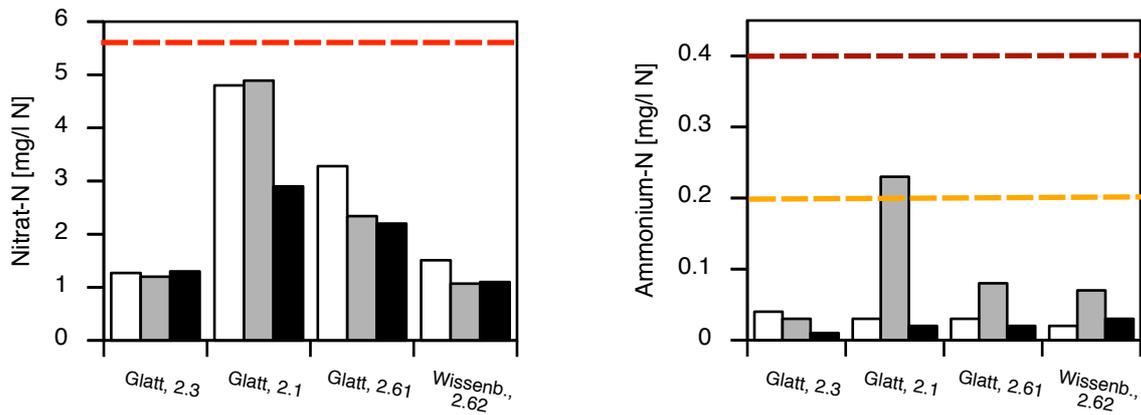


Abb. EZG Glatt8. Nitrat-N- (links) und Ammonium-N-Werte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Glatt während der 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.
 - - - Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 2.
 - - - Ammoniumkonz. bei > 10°C oder > pH 9 (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
 - - - Ammoniumkonz. bei <10°C (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006). Gültig für markierte Werte: ▼

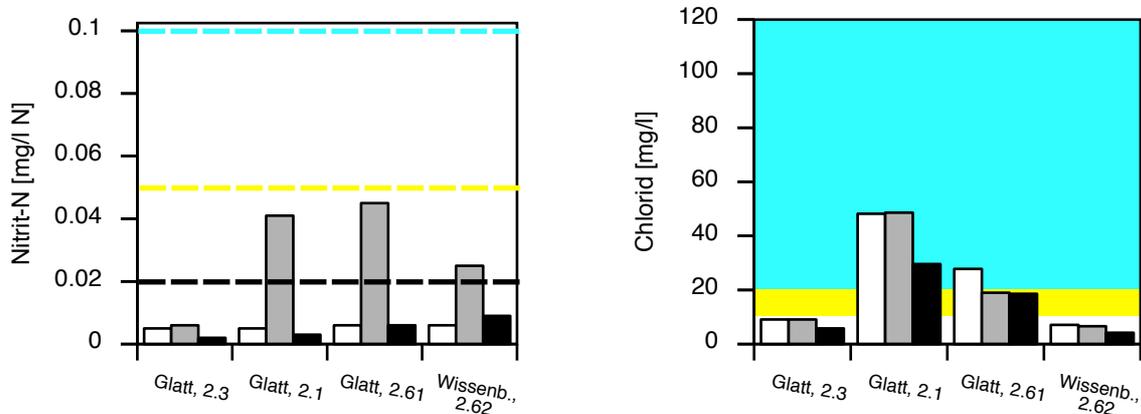


Abb. EZG Glatt9. Nitrit-N - (links) und Chlorid-Werte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Glatt während der 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.
 - - - Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei < 10 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
 - - - Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei 10-20 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
 - - - Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei < 20 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).

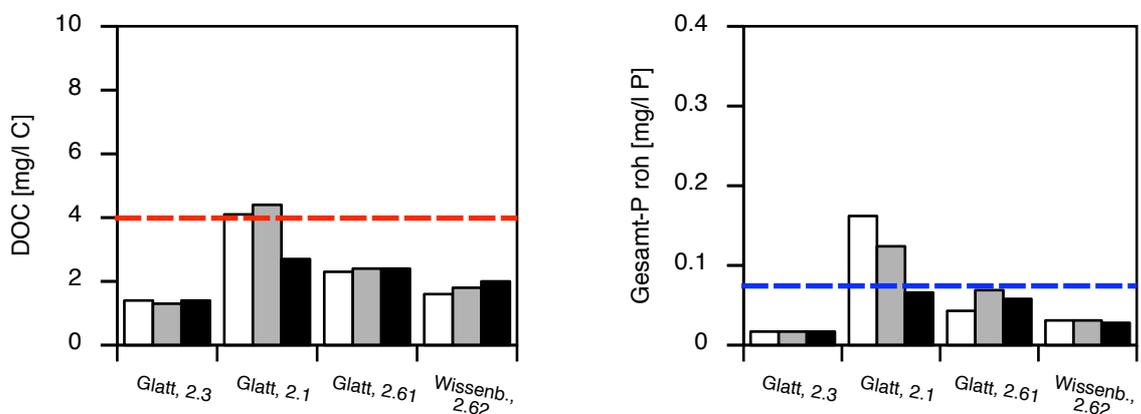


Abb. EZG Glatt10. DOC (links) und Gesamt-Phosphor-Werte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Glatt während den 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008
 - - - Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 2.
 - - - Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie (2006).

**Einzugsgebiet Glatt
Äusserer Aspekt**

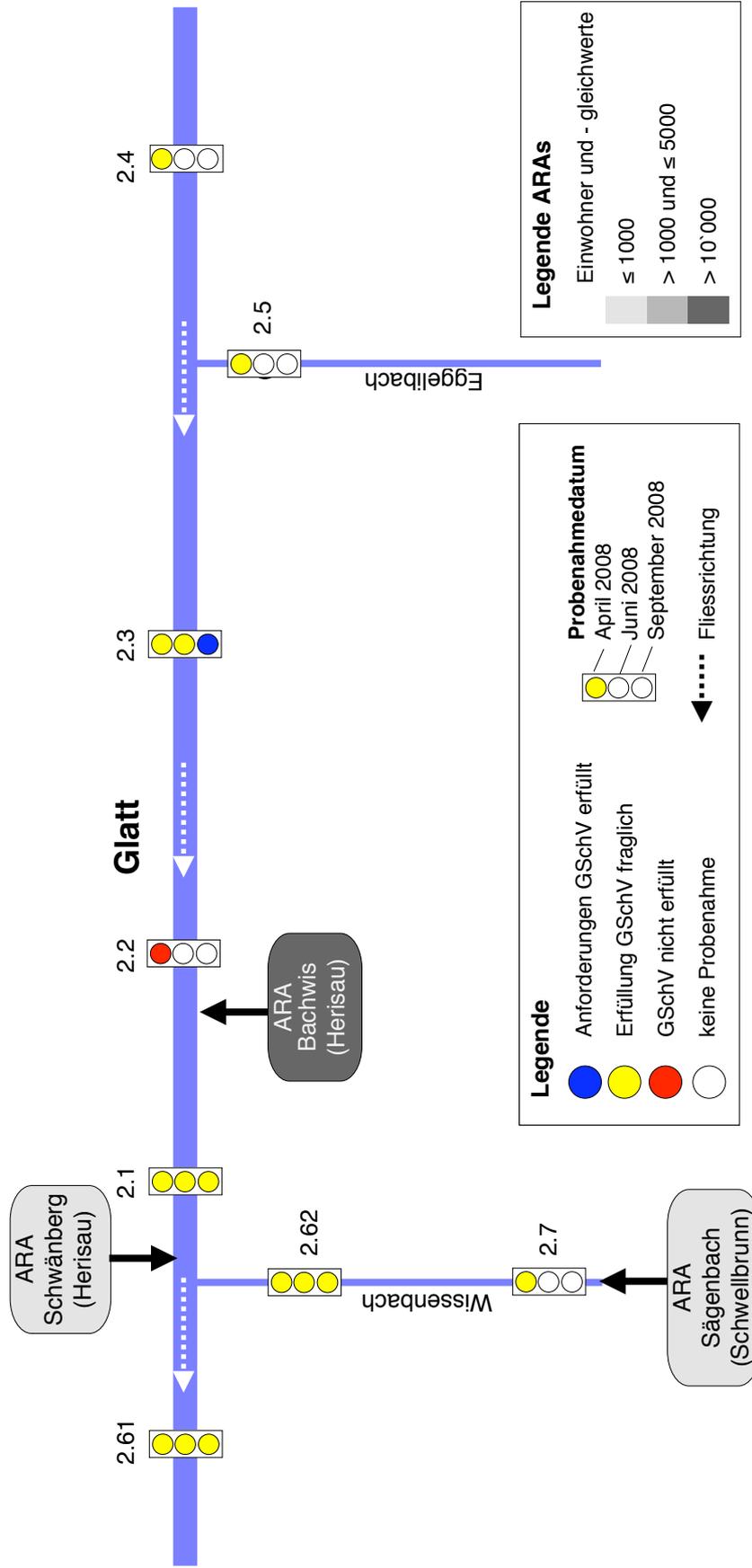


Abb. EZG Glatt11. Gesamtbeurteilung Äusserer Aspekt während der drei Probenahmen im April, Juni und September 2008 aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Glatt gemäss BAFU Modul Äusserer Aspekt (2007). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

Biologische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes

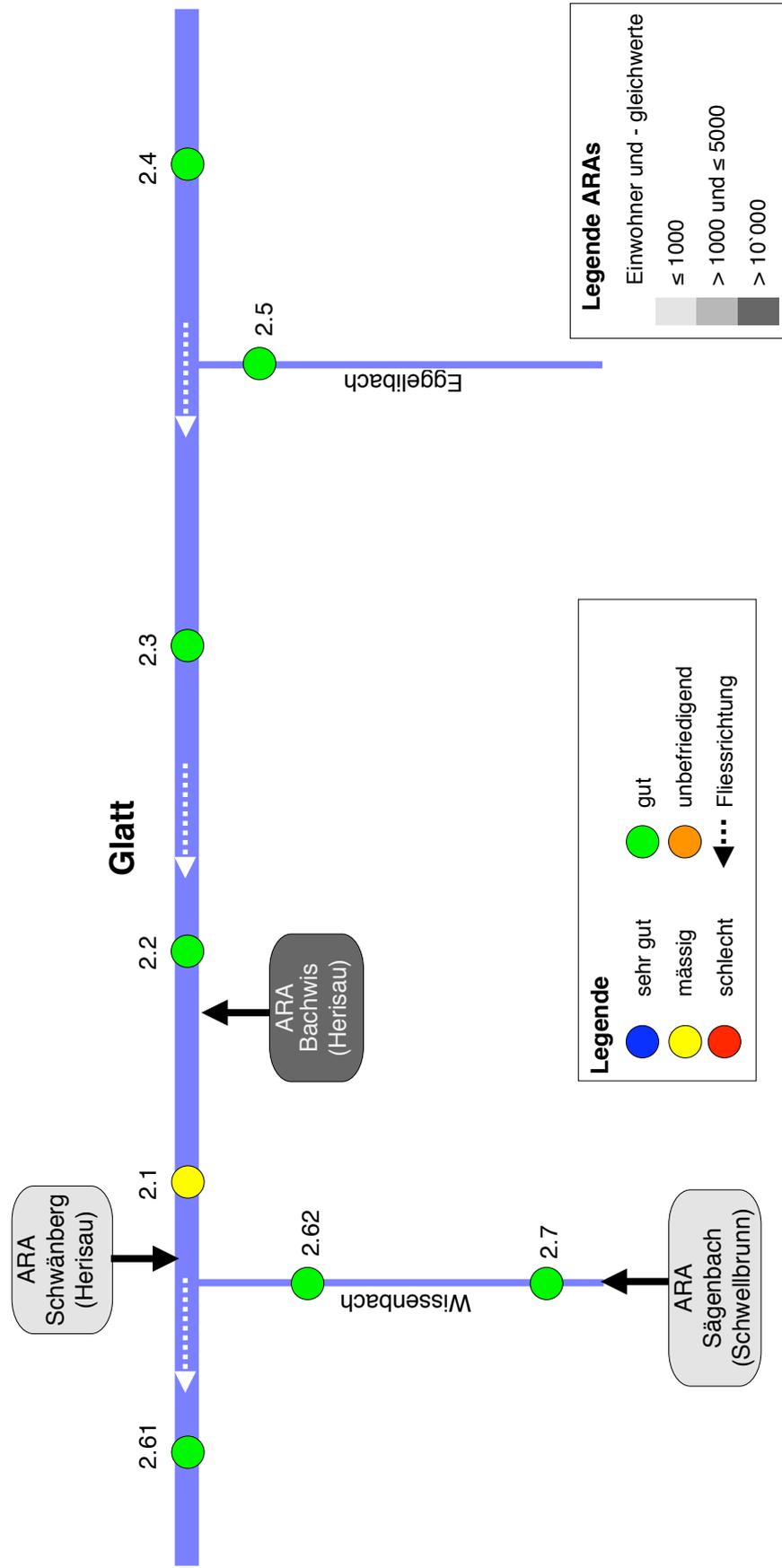


Abb. EZG Glatt12. Biologische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Glatt: Pflanzlicher Bewuchs in Anlehnung an *Chaix et al.* (1995), DI-CH gemäss BAFU Modul Kieselalgen (2006), Makroindex gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (2005). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

**Einzugsgebiet Glatt
Chemische Gesamtbeurteilung**

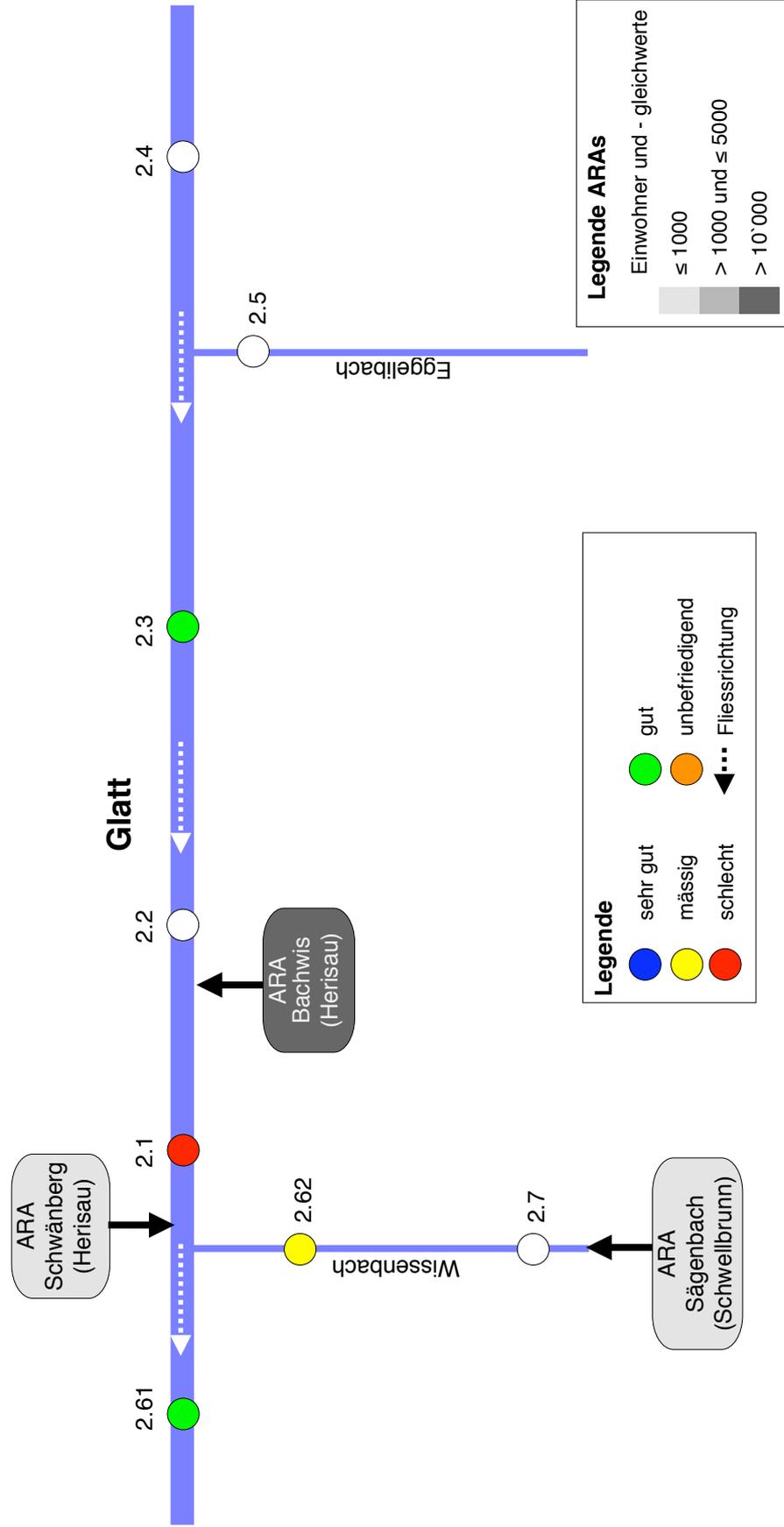


Abb. EZG Glatt13. Chemische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Glatt gemäss dem BAFU Modul Chemie (Stufe F) (2006). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

4.2 Flusseinzugsgebiet Urnäsch

Das Flusseinzugsgebiet der Urnäsch ist in Abbildung EZG Urnäsch1 schematisch dargestellt. Unterhalb der Mündung des Bachtobelbaches bis zur Mündung in die Sitter weist die Urnäsch eine Restwasserstrecke mit einem Mindestabfluss von 50 l/s auf. Die Untersuchungsergebnisse sind in den Abbildungen EZG Urnäsch2 bis 10. Am Ende dieses Kapitels sind schematische Übersichtskarten der Beurteilung des Äusseren Aspekts (Abb. EZG Urnäsch11), der biologischen Gesamtbeurteilung (Abb. EZG Urnäsch12) und der chemischen Beurteilung (Abb. EZG Urnäsch13) des Zustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Urnäsch angeführt.

4.2.1 Äusserer Aspekt (Tab. EZG Urnäsch1, Abb. EZG Glatt11)

Der Oberlauf der **Urnäsch** wies bezüglich des Äusseren Aspektes bis zur Einmündung des Nürigbaches eine tadellose Qualität auf. An der Untersuchungsstelle 3.6 trat das erste Mal im Fließverlauf Schaum auf. Nach dem Zufluss des Wissbaches, dem Vorfluter der ARA Bömmeli (Hundwil) und ARA Jakobsbad (AI), war eine stärkere Beeinträchtigung des Äusseren Aspekts feststellbar. Die Belastung der Urnäsch durch das Wissbachwasser und die Einleitung der ARA Furt (Urnäsch) manifestierte sich an der Stelle 3.5 durch das Auftreten von Schaum, im Juni auch durch den Geruch nach Abwasser. Die Einleitung des geklärten Abwassers der ARA Aueli (Waldstatt, via Bachtobelbach) führte nach ei-

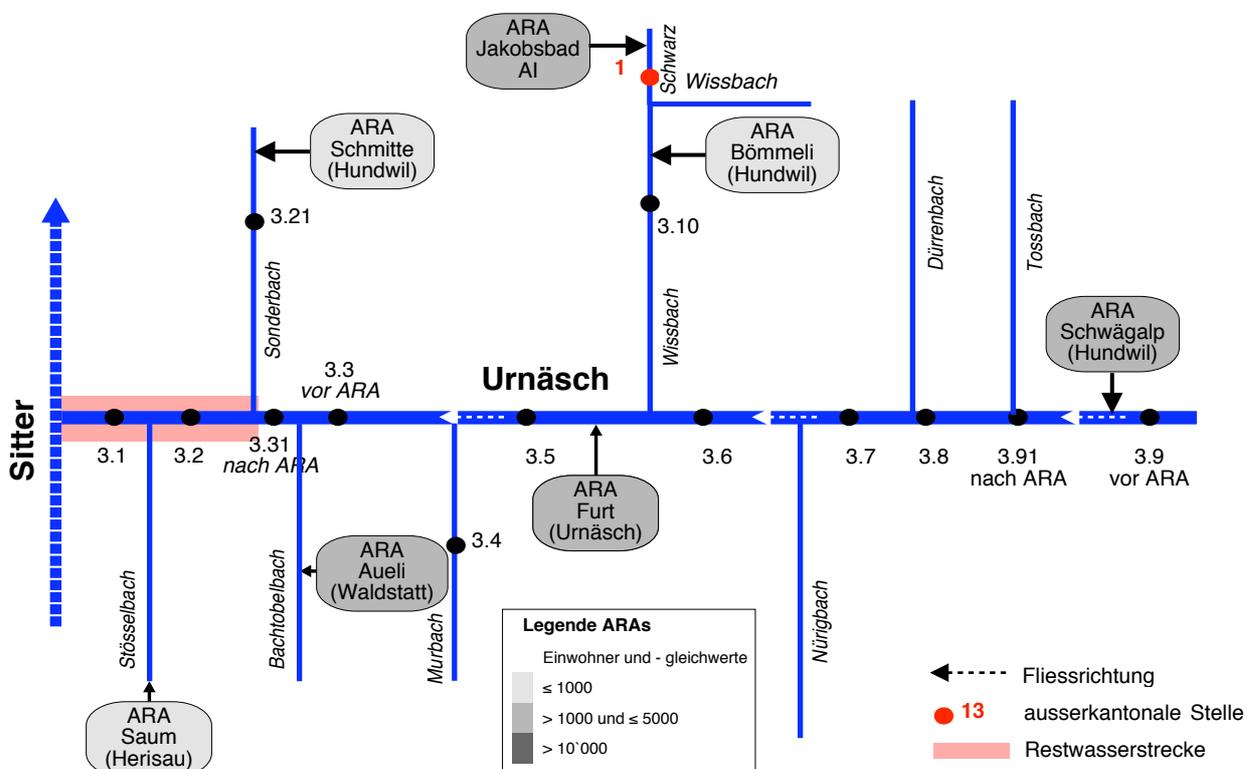


Abb. EZG Urnäsch1. Untersuchungsstellen und ARA-Einleitungen des Einzugsgebietes Urnäsch (schematisch).

ner kurzen Verbesserung der Situation (Stelle 3.3) zu einem mittlerem Auftreten von Schaum an der Untersuchungsstelle 3.31. Die ARA Schmitte (Hundwil, via Sonderbach) und ARA Saum (Herisau) hatten schliesslich zur Folge, dass die belastete Situation bis zur Mündung der Urnäsch in die Sitter trotz Selbstreinigung anhielt.

Der Zufluss **Wissbach** (Vorfluter ARA Bömmeli) wies bei den Probenahmen Schaum, eine geringe Verschlammung sowie heterotrophen Bewuchs auf, alles Hinweise auf eine Belastung. Der Wissbach wurde durch das oberhalb der Stelle 3.10 einmündende, ebenfalls beeinträchtigte (Golfplatzabwasser, ARA Jakobsbad AI) Wasser der Schwarz aus dem Kanton Appenzell AI zusätzlich belastet (Schaum). Der **Sonderbach**, der Vorfluter der ARA Schmitte (Hundwil), war ebenfalls belastet, wie an heterotrophen Bewuchs und Eisensulfidflecken sichtbar war.

Der **Murbach** wies bezüglich des Äusseren Aspekts eine gute Qualität auf.

4.2.2 Biologie

Pflanzlicher Bewuchs (Abb. EZG Urnäsch2)

Der Algenbewuchs indizierte bei allen Stellen im Einzugsgebiet der **Urnäsch** innerhalb des Kantons Appenzell AR., mit Ausnahme des Sonderbaches, sehr gute bis gute Verhältnisse.

Die gut ausgebildeten Vaucheria- und Cladophora-Fäden im **Sonderbach** wiesen hingegen auf eine starke Nährstoffbelastung hin. Der Sonderbach entwässert ein melioriertes, ehemaliges Moorgebiet, welches stark landwirtschaftlich genutzt wird. Das Wasser des Sonderbaches ist bereits oberhalb des ARA-Ablaufs deutlich belastet. Durch die Einleitung des Klärwasser der ARA Schmitte nimmt der Frachtanteil des Nitrats und des Phosphors wesentlich zu (alle Angaben gemäss AfU Appenzell A.Rh.).

Die Makrophyten zeigten an allen Untersuchungsstellen im gesamten Einzugsgebiet unbelastete Verhältnisse an. Auffälligkeiten unterhalb von Abwassereinleitungen waren nicht zu erkennen.

Bei den Moosen fällt vor allem die hohe Bewuchsdichte an der Stelle 3.91, nach der ARA Schwägälp (Hundwil), auf. Da es sich um einen Quellbach handelt und bereits oberhalb der ARA, so weit morphologisch möglich, Moose vorkommen, wird davon ausgegangen, dass es sich hierbei um einen natürlichen Bewuchs handelt.

An der Stelle 3.1 wurden in der Uferböschung einzelne Exemplare des Springkrautes gefunden, welches als invasive Pflanzenart gilt und sich entlang von Gewässerläufen ausbreitet.

Kieselalgenindex DI-CH (Abb. EZG Urnäsch3)

Im Fliessverlauf der **Urnäsch** nahm der DI-CH tendenziell zu. Die Wasserqualität verschlechterte sich an den Stellen 3.5 und 3.31, was mit den Abwassereinträgen aus der ARA Furt resp. ARA Waldstatt

zusammenhing. Die Indizes lagen jedoch bei sämtlichen Stellen der Urnäsch in der Qualitätsstufe sehr gut.

Die Zuflüsse der Urnäsch wiesen durchwegs sehr gute DI-CH-Werte auf. Der Wert im **Sonderbach** war leicht erhöht, was als Folge der Einleitung der geklärten Abwässer der ARA Schmitte gewertet werden kann.

Makrozoobenthos

Makroindex (Abb. EZG Urnäsch4)

In der **Urnäsch** zeigten die Wasserwirbellosen beim Makroindex unbelastete Verhältnisse an, womit die Qualitätsstufe "sehr gut" erreicht wurde. Es war aber eine Verschlechterung des Makroindexes zwischen den Stellen 3.8/ 3.9 und der kurz vor der Einmündung in die Sitter gelegenen Stelle 3.1 festzustellen.

Taxazahl, Gesamtindividuedichte, Diversität (Abb. EZG Urnäsch5 und 6)

Die Diversität nahm in Fliessrichtung der **Urnäsch** ab. Bei der Taxazahl war eine deutliche Abnahme zwischen Mittel- und Oberlauf zum Unterlauf feststellbar. Die Gesamtindividuedichte erreichte an der Stelle 3.5 ein klares Maximum, was mit einem grossen Nahrungsangebot durch die Einleitung des geklärten Abwassers der ARA Furt erklärt werden kann.

Gemeinschaft (Abb. EZG Urnäsch7)

An der Stelle 3.8 in der Urnäsch wurde die Gemeinschaft der Wasserwirbellosen von Steinfliegen und Eintagsfliegen dominiert. Nach der ARA Furt ergab sich aufgrund der zunehmenden Belastung eine Verschiebung in der Artenzusammensetzung in Richtung Kriebelmückenlarven. Kurz vor der Mündung in die Sitter dominierten die Eintagsfliegen das Artenspektrum. Starke Belastungszeiger wie Egel traten nur vereinzelt an der Stelle 3.5 auf.

Biologische Gesamtbeurteilung (Abb. EZG Urnäsch12)

Die **Urnäsch** wies im gesamten Fliessverlauf einen guten biologischen Zustand auf, an der Stelle 3.1 bei der Einmündung in die Sitter erreichte sie sogar einen sehr guten Zustand.

Der **Wissbach** sowie der **Murbach** waren ebenfalls in gutem Zustand.

Der **Sonderbach** wurde mit der Zustandsklasse mässig bewertet, ausschlaggebend hierfür war der starke Algenbewuchs. Die Ursache für diese Beeinträchtigung im Sonderbach liegt wahrscheinlich bei seiner Funktion als Vorfluter der ARA Schmitte.

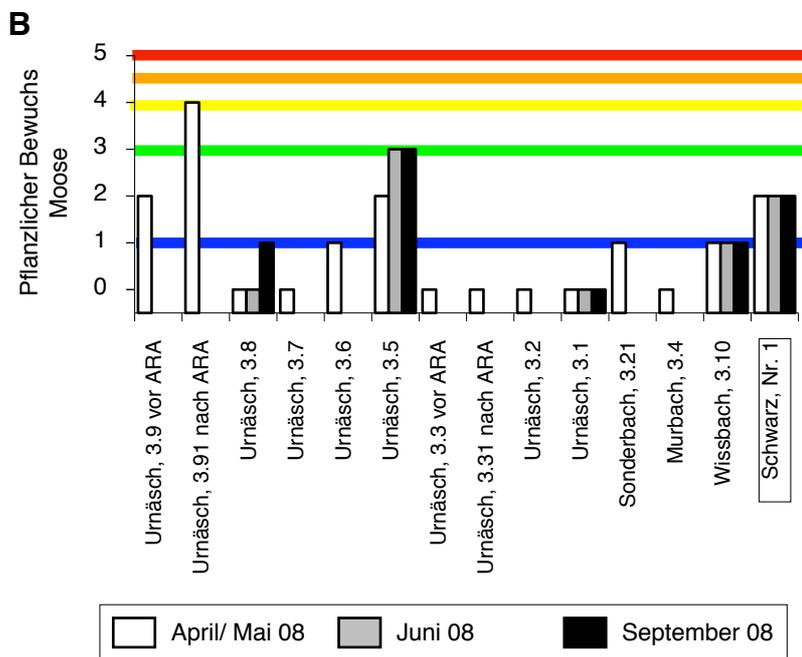
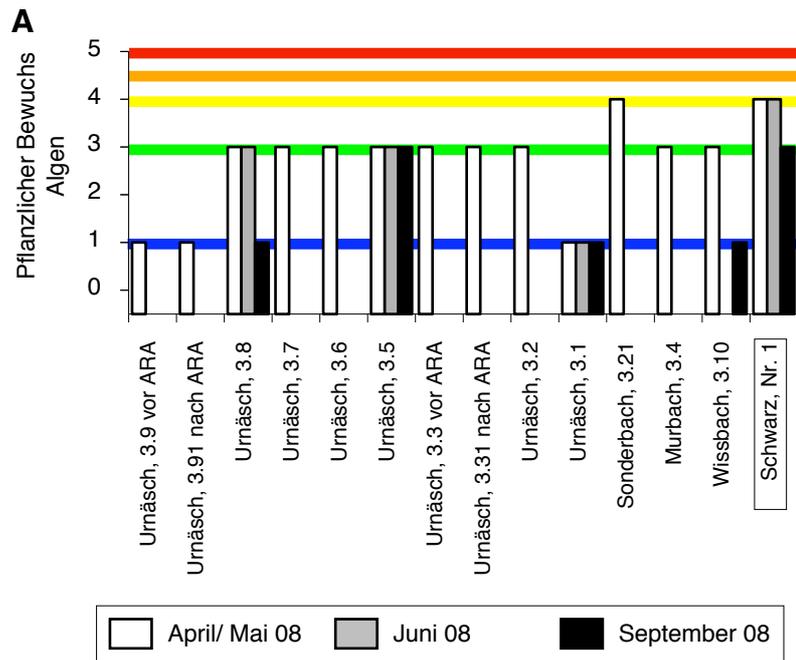
4.2.3 Chemie (Abb. EZG Urnäsch8-10 und Abb. EZG Urnäsch13)

Die Nitrat-, Nitrit- und Ammonium-Grenzwerte gemäss GSchV wurden an allen der drei untersuchten Stellen in der **Urnäsch** eingehalten. Die Chlorid-, DOC- und Gesamt-Phosphorkonzentrationen in der Urnäsch nahmen in Fliessrichtung deutlich zu, was eine Verschlechterung der Wasserqualität anzeigt. Die Anforderungen gemäss GSchV bzw. Zielvorgaben gemäss BAFU Modul Chemie konnten für die Gesamtphosphor- und die DOC-Konzentration an allen Stellen eingehalten werden.

Im **Wissbach** war die Nitritkonzentration im Juni so stark erhöht, dass dieser Wert als "schlecht" bewertet wird. Auch der Gesamtphosphorgehalt war unbefriedigend. Es wird angenommen, dass diese schlechte Wasserqualität vor allem durch die sanierungsbedürftige ARA Jakobsbad und die viel kleinere ARA Bömmeli verursacht wird, welche den Wissbach als Vorfluter nutzen. Aber auch eine landwirtschaftliche Belastung dürfte eine Rolle spielen.

Tab. EZG Urnäsch 1. Ergebnisse der Beurteilung des Äusseren Aspekts.

Gewässer	Stelle	Kanton	Anforderungen GSchV erfüllt										Anforderungen GSchV nicht erfüllt										Überblick								
			April/ Mai 08			Juni 08			September 08				September 08			September 08			April	Juni	September	Gesamt									
			Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämmung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	FeS	Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämmung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	FeS	Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämmung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	FeS					
Urnäsch	3.9	AR	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %				
Urnäsch	3.91	AR	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	0.0 %					
Urnäsch	3.8	AR	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	0.0 %					
Urnäsch	3.7	AR	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	0.0 %					
Urnäsch	3.6	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	0.0 %					
Urnäsch	3.5	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	wenig	keine	0.0 %					
Urnäsch	3.3	AR	keine	keine	kein	kein	kein	wenige	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	0.0 %					
Urnäsch	3.31	AR	keine	keine	kein	mittel	kein	wenige	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	0.0 %					
Urnäsch	3.2	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	0.0 %					
Urnäsch	3.1	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	wenige	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	wenig	keine	0.0 %					
Zuflüsse (Urnäsch)																															
Sonderbach	3.21	AR	keine	keine	kein	kein	kein	keine	Ver-ein-zelt	1-10%	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %				
Murbach	3.4	AR	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	keine	keine	0.0 %					
Wissbach	3.10	AR	keine	keine	kein	wenig	wenig	keine	Ver-ein-zelt	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	wenig	wenig	keine	keine	0.0 %				
Zufluss (Wissbach)																															
Schwarz	Nr. 1	AI	keine	keine	kein	wenig	kein	mittel	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	kein	kein	mittel	keine	keine	0.0 %				



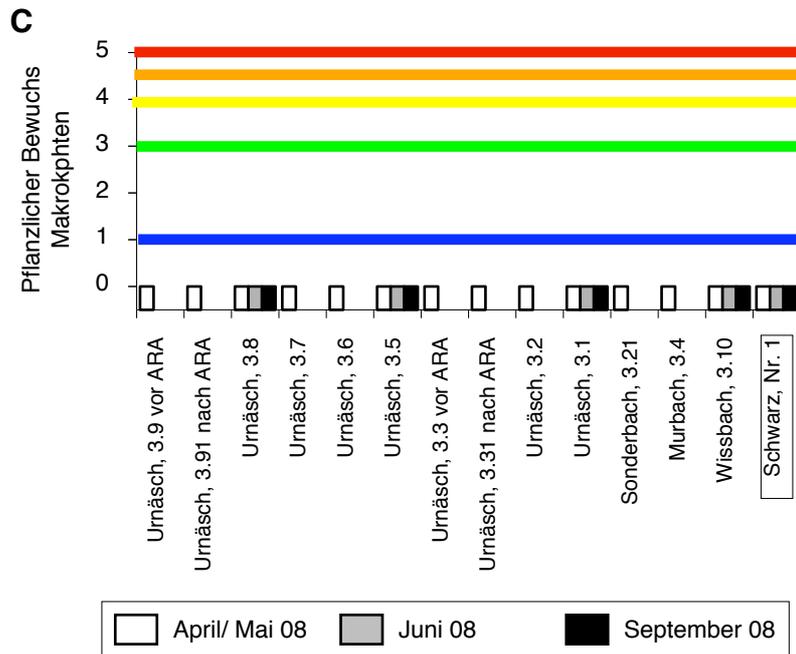
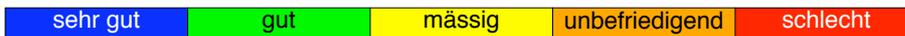


Abb. EZG Urnäsch2. *Pflanzlicher Bewuchs* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Urnäsch im April/Mai, Juni und September 2008 in Fließrichtung. A: Algenbewuchs; B: Bewuchs mit Wassermoosen; C: Bewuchs mit Makrophyten. Die eingerahmten Stellen liegen auf dem Kantonsgebiet von AI.

Zustandsklassen des pflanzlichen Bewuchses in Anlehnung an Chaix et al. (1995):



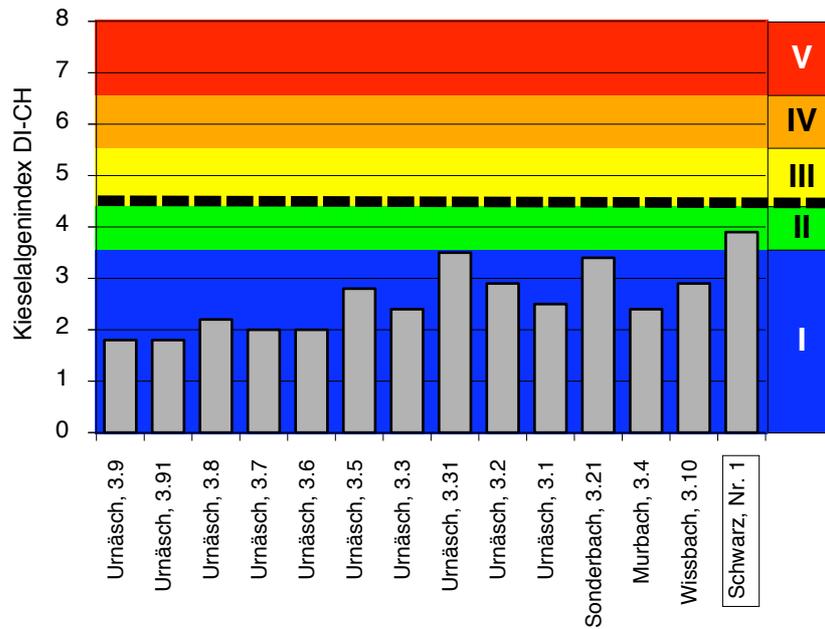


Abb. EZG Urnäsch3. *Kieselalgenindex DI-CH (Zweiteichung)* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Urnäsch im Mai 2008 in Fließrichtung. Die eingerahmten Stellen liegen auf dem Kantonsgebiet von AI.

Qualitätsstufen gemäss BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F), 2007.

I = sehr gut, II = gut, III = mässig, IV = unbefriedigend, V = schlecht.

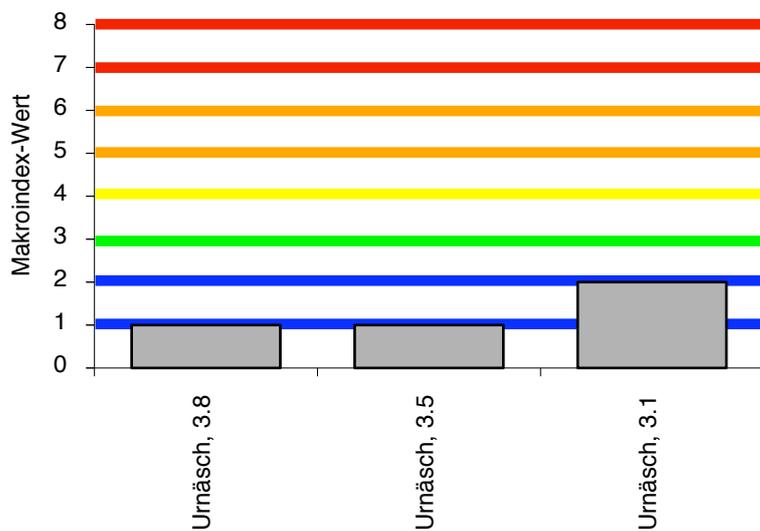


Abb. EZG Urnäsch4. *Makroindex* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Urnäsch im Mai 2008 in Fließrichtung.

Makroindex 1 = unbelastet, 2 = wenig belastet, 3 = tolerierbar belastet, 4 = nicht mehr tolerierbar belastet, 5 = deutlich belastet, 6 = stark belastet, 7 = sehr stark belastet, 8 = übermässig belastet.

Qualitätsstufen gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (Stufe F), Stand März 2005.

I = sehr gut, II = gut, III = mässig, IV = unbefriedigend, V = schlecht.



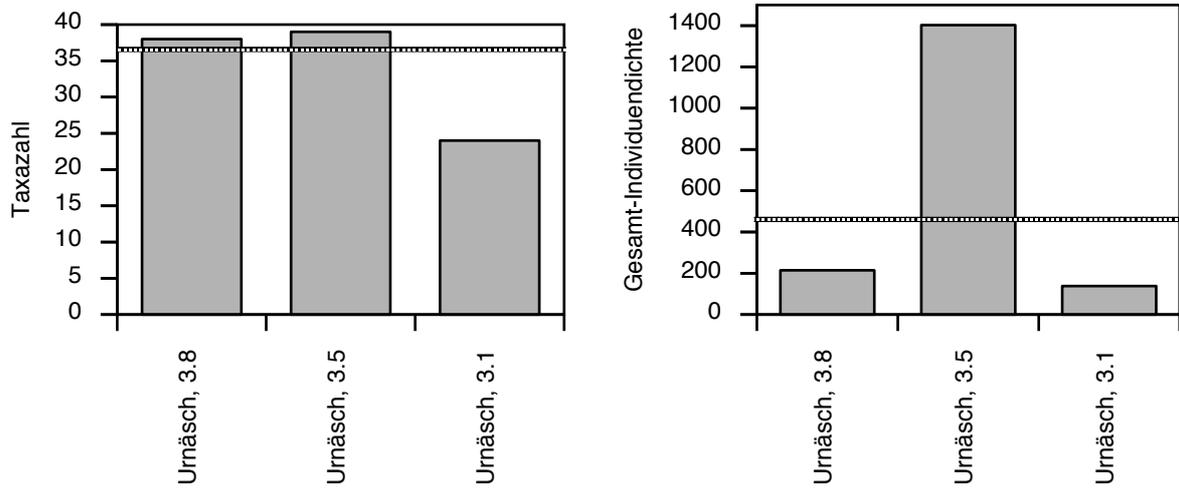


Abb. EZG Urnäsch5. **Taxazahlen** (links) und **Gesamt-Individuendichte** (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Urnäsch im Mai 2008 in Fließrichtung.
 Mittelwert über sämtliche Stellen im Kanton AR.

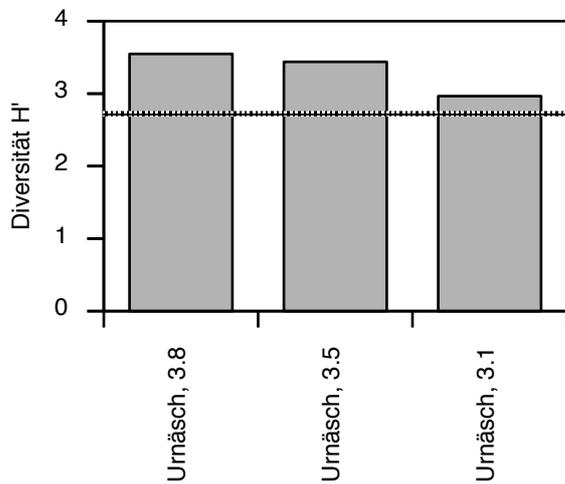


Abb. EZG Urnäsch6. **Diversität H'** (nach Shannon&Weaver) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Urnäsch im Mai 2008 in Fließrichtung.
 Mittelwert über sämtliche Stellen im Kanton AR.

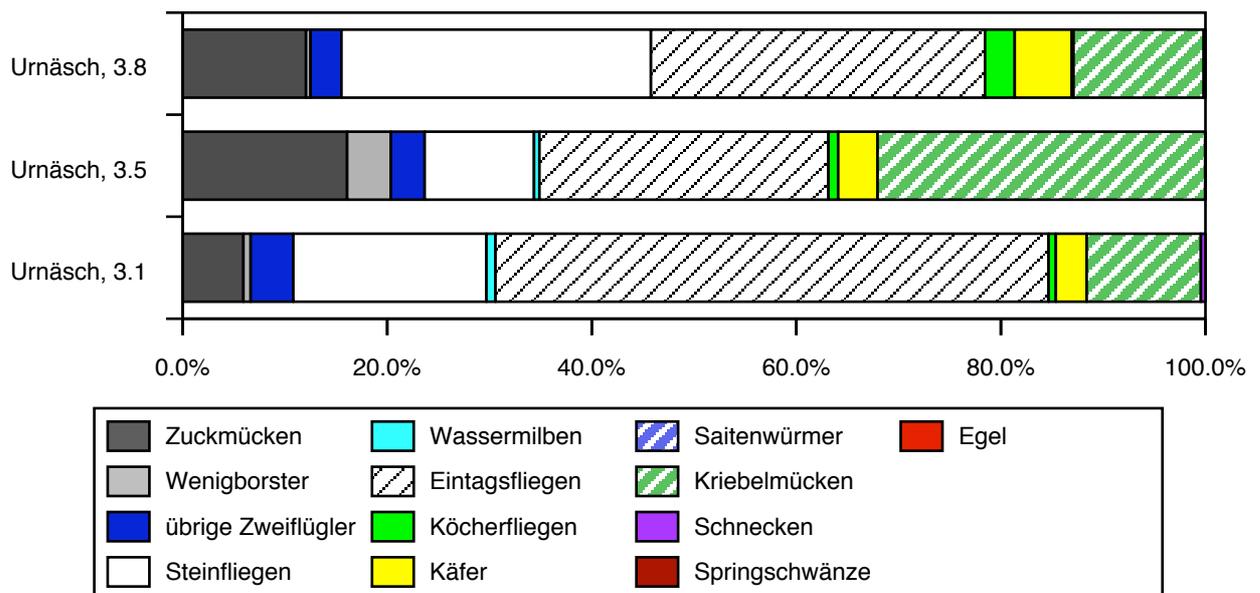


Abb. EZG Urnäsch7. **Relative Häufigkeit der Makrozoobenthos-Grossgruppen** an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Urnäsch im Mai 2008 in Fließrichtung.

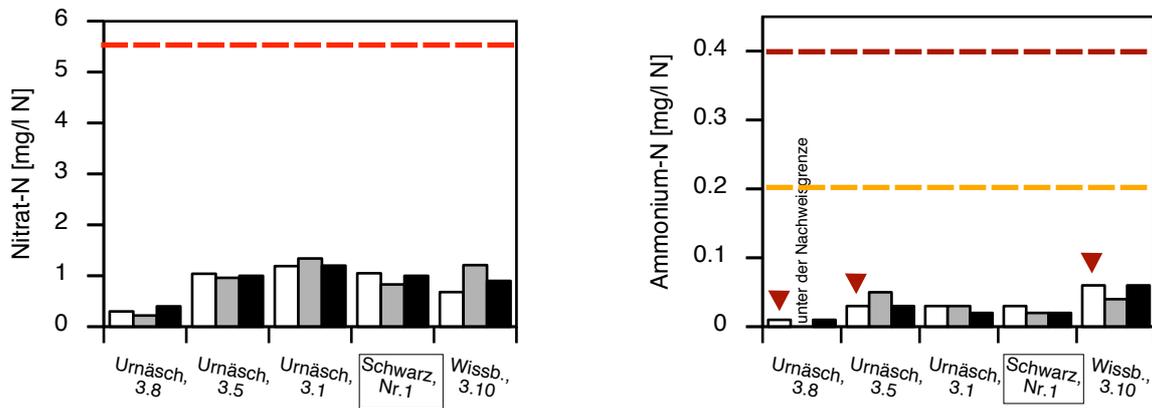


Abb. EZG Urnäsch8. Nitrat-N- (links) und Ammonium-N-Werte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Urnäsch während der 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.
 - - - Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 2.
 - - - Ammoniumkonz. bei > 10°C oder > pH 9 (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
 - - - Ammoniumkonz. bei <10°C (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006). Gültig für markierte Werte: ▼

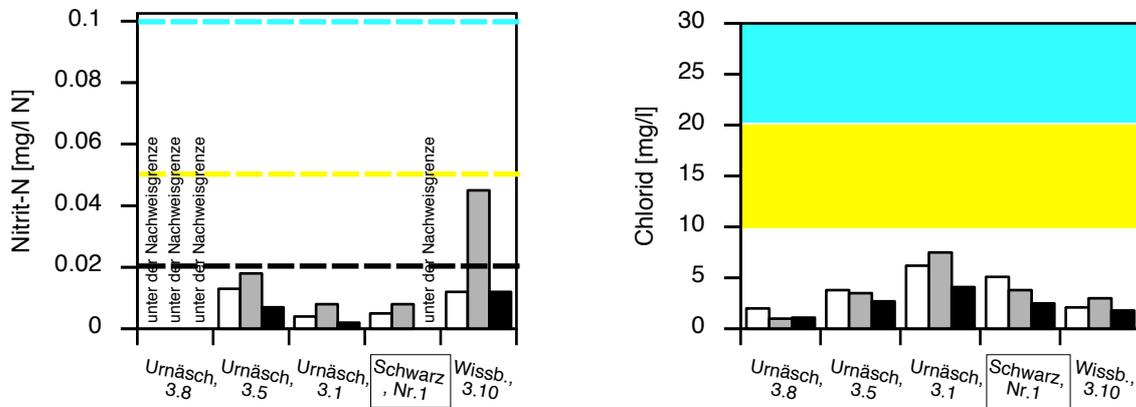


Abb. EZG Urnäsch9. Nitrit-N- (links) und Chlorid-Werte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Urnäsch während der 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.
 - - - Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei < 10 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
 - - - Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei 10-20 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
 - - - Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei < 20 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).

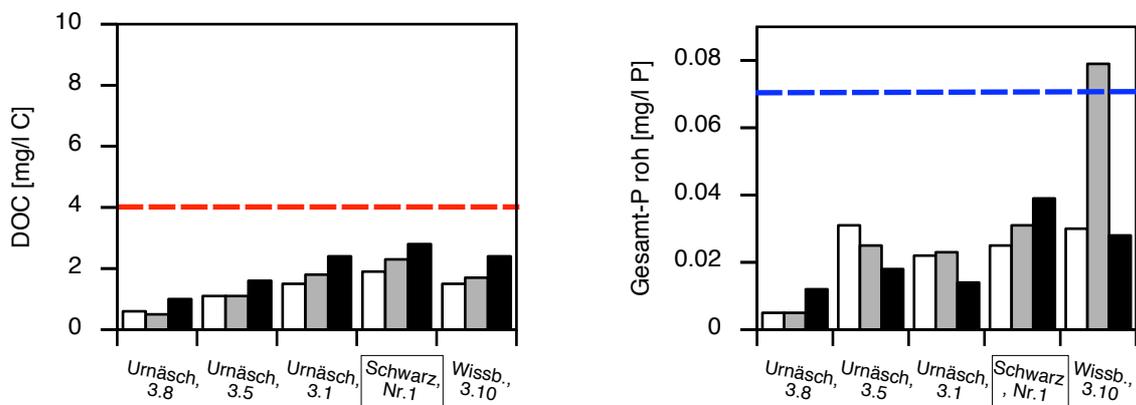


Abb. EZG Urnäsch10. DOC (links) und Gesamt-Phosphor-Werte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Urnäsch während den 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.
 - - - Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 2.
 - - - Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie (2006).

**Einzugsgebiet Urnäsch
Äusserer Aspekt**

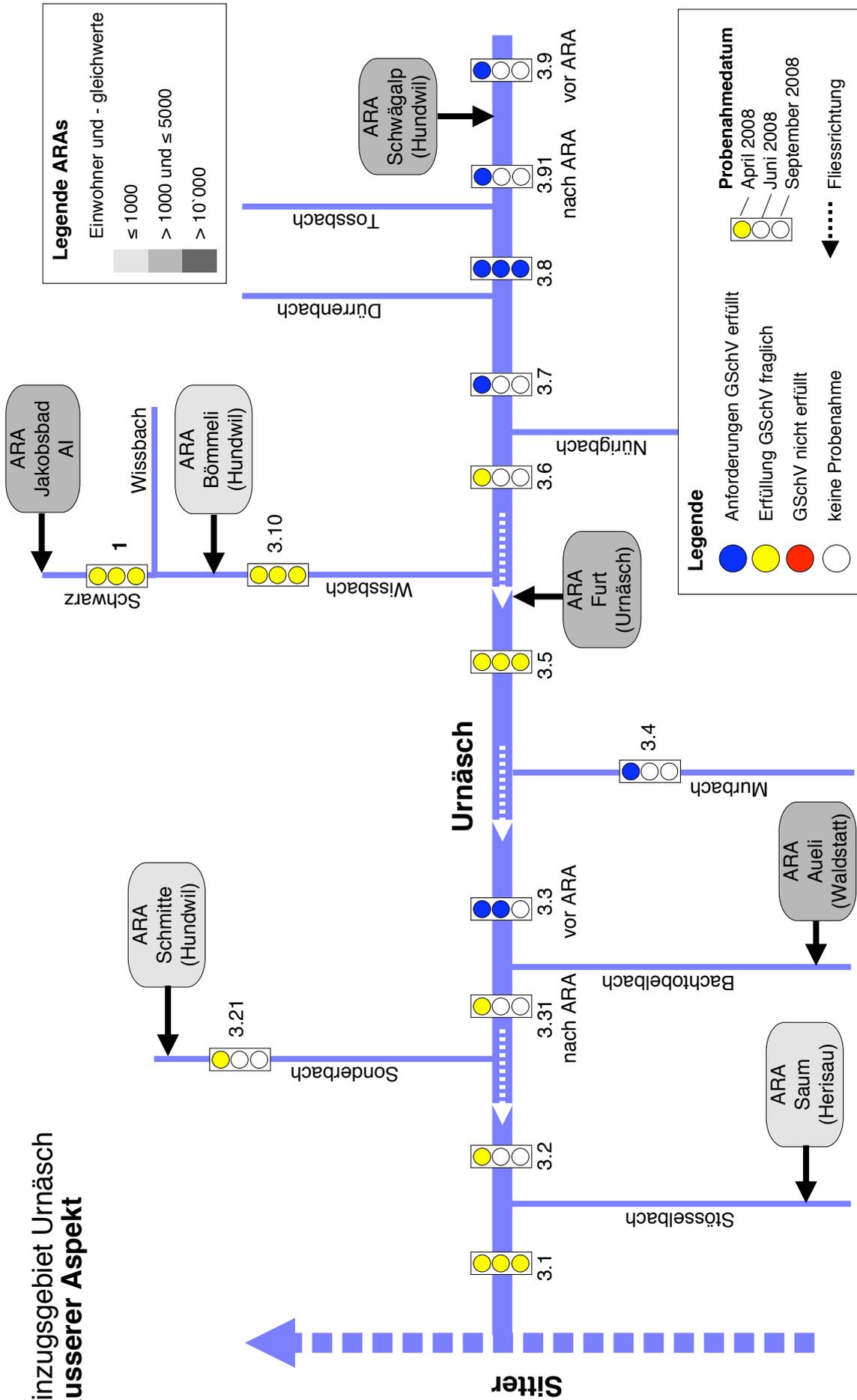


Abb. EZG Urnäsch11. Gesamtbeurteilung Äusserer Aspekt während der drei Probenahmen im April, Juni und September 2008 aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Urnäsch gemäss BAFU Modul Äusserer Aspekt (2007). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

**Einzugsgebiet Urnäsch
Biologische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes**

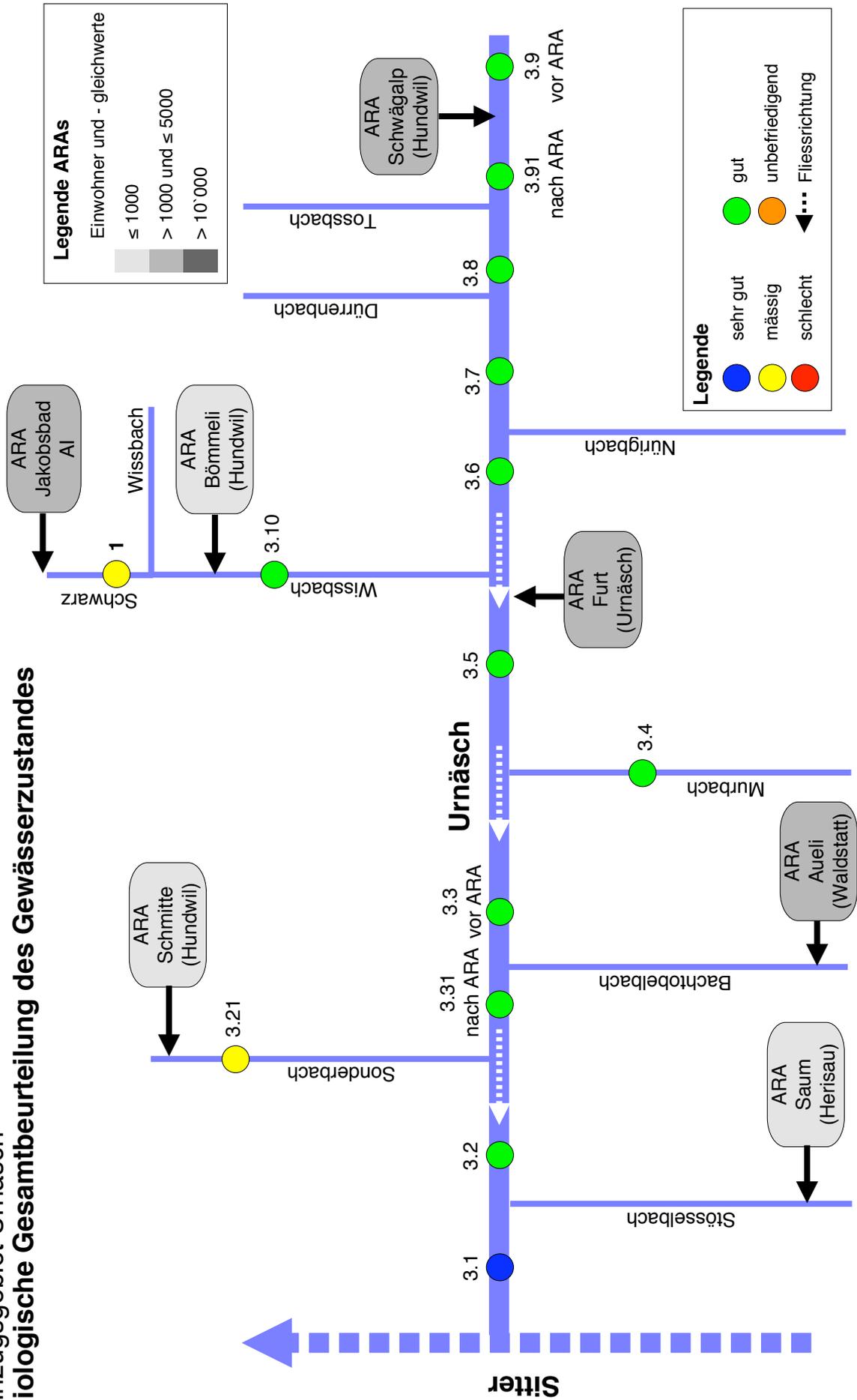


Abb. EZG Urnäsch12. Biologische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Urnäsch: Pflanzlicher Bewuchs in Anlehnung an Chaix *et al.* (1995), DI-CH gemäss BAFU Modul Kieselalgen (2006), Makroindex gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (2005). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

**Einzugsgebiet Urnäsch
Chemische Gesamtbeurteilung**

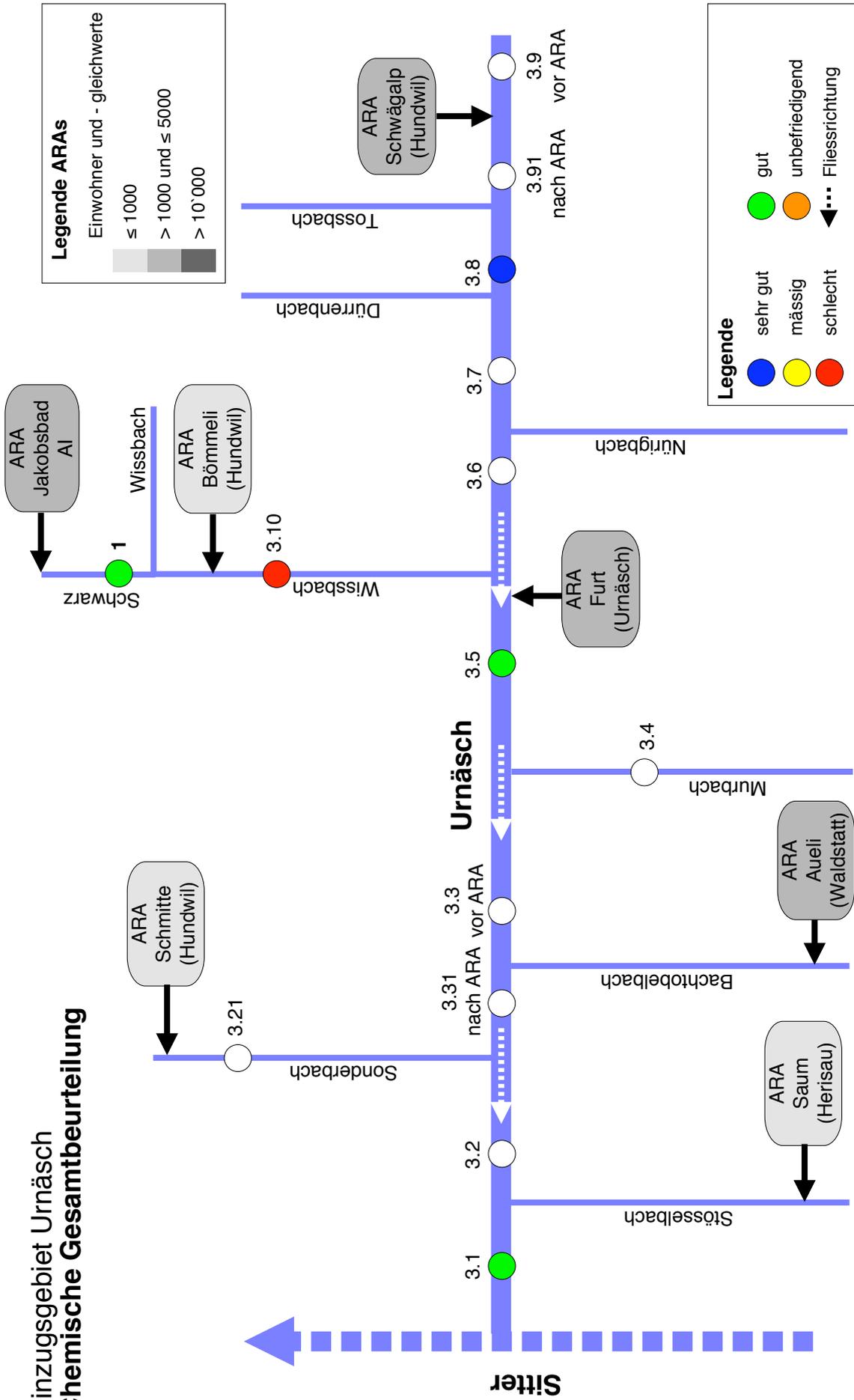


Abb. EZG Urnäsch13. Chemische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Urnäsch gemäss dem BAFU Modul Chemie (Stufe F) (2006). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

4.3 Flusseinzugsgebiet Sitter

Das Flusseinzugsgebiet Sitter ist in Abbildung EZG Sitter1 schematisch dargestellt. Oberhalb der ARA List-Au (AI) befindet sich die Wasserfassung der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG. Die Dotationwassermenge in der Sitter beträgt 80 l/s. Die beiden ARAs Haslen (AI) und List-Au leiten ihre geklärten Abwässer direkt in die Restwasserstrecke. Dieser Umstand kann bei minimalem Abfluss zu schlechten Mischungsverhältnissen zwischen Bachwasser und geklärtem Abwasser führen und die Sitter dementsprechend belasten.

Die Untersuchungsdaten finden sich in der Tabelle EZG Sitter1 und in den Abbildungen EZG Sitter2 bis 10. Am Ende dieses Kapitels sind schematische Übersichtskarten der Beurteilung des Äusseren Aspekts (Abb. EZG Sitter11), der biologischen Gesamtbeurteilung (Abb. EZG Sitter12) und der chemischen Beurteilung (Abb. EZG Sitter13) des Zustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Sitter angefügt.

4.3.1 Äusserer Aspekt (Tab. EZG Sitter1 und Abb. EZG Sitter11)

Drei der fünf Untersuchungsstellen in der Sitter wiesen heterotrophen Bewuchs auf. Zusätzlich konnte überall Schaum festgestellt werden. Zu den Belastungsquellen der Sitter zählen die ARAs entlang des Fließverlaufs und die beiden Zuflüsse Rotbach und Klösteribach, die ihrerseits diversen Kläranlagen als Vorfluter dienen. Da die Sitter auf dem Gebiet des Kantons Appenzell AR in einem tief eingeschnittenen Tobel fließt, dürfte der landwirtschaftliche Nährstoffeintrag durch Düngung sowie der Eintrag

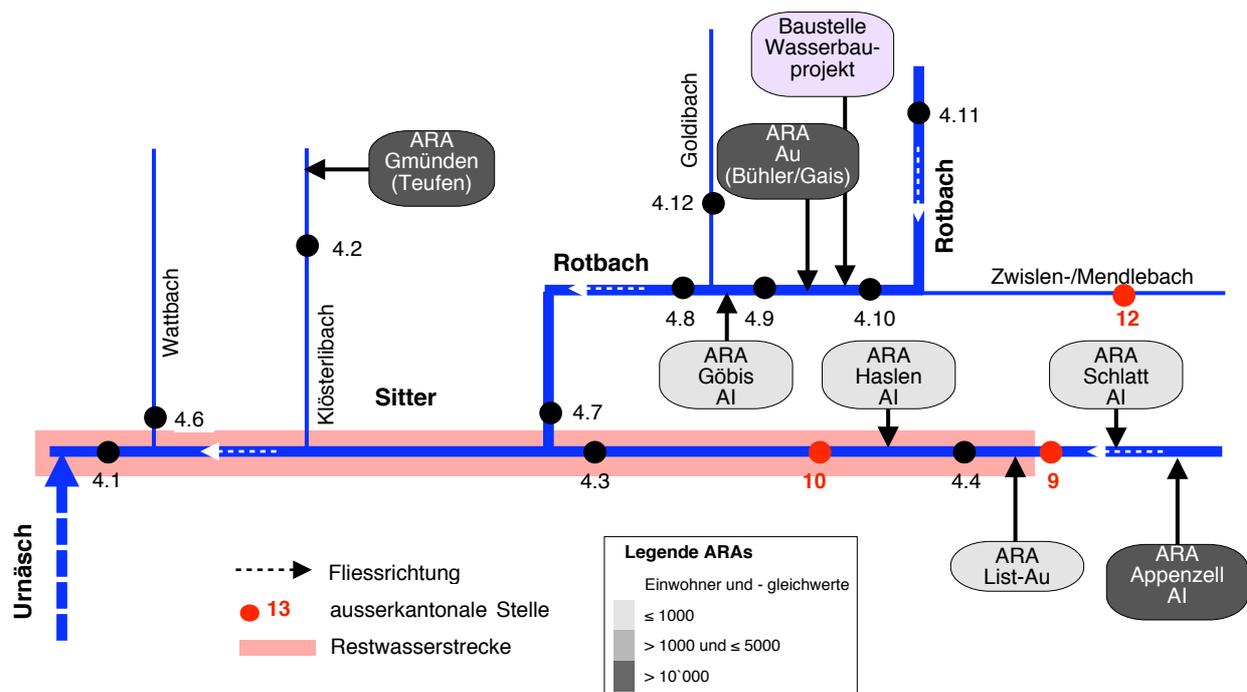


Abb. EZG Sitter1. Untersuchungsstellen und ARA-Einleitungen des Einzugsgebietes Sitter (schematisch).

durch Strassenabwasser im Unterlauf nur marginal sein. Im Gegensatz dazu wird das Umland im Einzugsgebiet des Sitter-Oberlaufes (Kanton AI) intensiv landwirtschaftlich genutzt, sodass die Landwirtschaft eine Belastungsquelle darstellt.

Im **Rotbach** war im Frühling anhand des Äusseren Aspekt eine deutliche Belastung festzustellen: An der Stelle 4.11 oberhalb von Gais bis und mit der Stelle 4.8 wurden heterotropher Bewuchs (vereinzelt bis mittel) und Schaumvorkommen (wenig bis mittel) protokolliert. Im Oberlauf des Rotbachs befindet sich ein weitgehend melioriertes und landwirtschaftlich genutztes Moorgebiet. Ein Teil der organischen Belastung dürfte aus dieser Quelle stammen, da oberhalb der Stelle 4.10 kein geklärtes Abwasser eingeleitet wird, die ARA Au (Bühler/Gais) liegt weiter flussabwärts. Zudem wurden im Zeitraum von 2006 bis Ende 2008 im Rotbach unterhalb der Stelle 4.10 Arbeiten für ein Wasserbauprojekt durchgeführt, welche die Verhältnisse flussabwärts beeinflussten. Bereits an der Stelle 4.8 verbesserte sich der Äussere Aspekt, es fand also trotz der ARA Göbis (AI) eine Selbstreinigung im Rotbach statt. Die unterste Stelle 4.7, vor der Mündung in die Sitter, wies keinen heterotrophen Bewuchs mehr auf, was auf das Fehlen von Einleitungen und auf die Selbstreinigung zurückzuführen ist.

Im **Goldibach** wurde im Frühjahr mittlerer heterotropher Bewuchs und wenig Schaum beobachtet, dies ist wahrscheinlich eine Folge der landwirtschaftlichen Nutzung im Einzugsgebiet.

Der **Klösterlibach** wies wenig heterotrophen Bewuchs und ein mittleres Schaumvorkommen auf. Zudem roch es stark nach Abwasser. Alle diese Parameter wiesen auf eine starke Belastung des Klösterlibaches durch die ARA Gmünden (Teufen) hin.

Im **Wattbach**, der kurz vor der Stelle 4.1 in die Sitter mündet, wurden wenig Schaum und eine geringe Verschlämmung festgestellt.

4.3.2 Biologie

Pflanzlicher Bewuchs (Abb. EZG Sitter2)

Aufgrund des Algenbewuchses kann die **Sitter** als gering bis wenig belastetes Fließgewässer eingestuft werden.

Der **Rotbach** verfügte an vielen Stellen über einen starken Algenbewuchs (Bewuchsstufe 3 bis 4), sodass die Gewässersohle zu einem grossen Teil bedeckt war. Dieser starke Algenbewuchs indizierte eine starke Belastung. Gemäss den Resultaten der Messkampagne 1997/98 generiert die Einleitung des gereinigten Abwassers der ARA Au im Rotbach erhöhte Werte der Stickstoffkomponenten. Die plötzliche Verfügbarkeit dieser und weiterer im Abwasser vorhandenen Pflanzennährstoffe könnten mit ein Grund für dieses starke Grünalgenwachstum sein. An der untersten Stelle (Stelle 4.7) indizierte der Algenbewuchs im Rotbach eine geringere Belastung, was eine Folge der Beschattung aber auch einer längeren Selbstreinigungsstrecke ohne Einleitung von geklärtem Abwasser ist.

Im **Goldibach** und im **Wattbach** zeigte das Algenwachstum gute bis sehr gute Verhältnisse an.

Im **Klösterlibach** war die ganze Sohle sehr stark mit Algen überwachsen, unter anderen mit der Gelb-

grünalge *Vaucheria*, sodass die Konturen der Steine teilweise nicht mehr sichtbar waren. Der Zustand des Klösterlibachs wurde deshalb als unbefriedigend eingestuft.

Makrophyten und Moose traten nur vereinzelt auf.

Kieselalgenindex DI-CH (Abb. EZG Sitter3)

Der DI-CH indizierte in der **Sitter** durchwegs sehr gute Verhältnisse.

Bis auf die Stelle 4.8 zeigen die Ergebnisse einen sehr guten Zustand für den **Rotbach**. An der Stelle 4.8 wird die Wasserqualität aber nur noch als gut bewertet, dies widerspiegelt die kumulierte Belastung durch zwei ARAs, welche den Rotbach als Vorfluter nutzen,

Auch aufgrund des DI-CH ist die Wasserqualität im **Klösterlibach** nur mässig.

Aus Sicht der Kieselalgenzusammensetzung wurde der **Wattbach** und der **Goldibach** als sehr gut eingestuft.

Makrozoobenthos

Makroindex (Abb. EZG Sitter4)

Beim Makroindex zeigten die Wasserwirbellosen sehr gute Verhältnisse an allen Untersuchungsstellen in der **Sitter** an.

Im **Rotbach** indizierten die Wasserwirbellosen an der Stelle 4.11 im Oberlauf ebenfalls sehr gute Verhältnisse, unterhalb der ARA Au an den Untersuchungsstellen 4.9 und 4.7 waren jedoch Belastungen feststellbar, und es wurde nur noch die Zustandsklasse gut erreicht. Dies kann einerseits eine Folge der flussaufwärts gelegenen Kläranlagen sein, aber auch die Baustelle eines Wasserbauprojektes unterhalb der Stelle 4.10 kommt als Verursacher in Frage.

Taxazahl, Gesamtindividuedichte, Diversität (Abb. EZG Rheintal5 und 6)

Die Taxazahl und die Diversität nahmen in der **Sitter** im Fliessverlauf kontinuierlich zu. Bei der Gesamtindividuedichte zeichnete sich kein klares Muster ab, sie erreichte an der Untersuchungsstelle 10 (AI) ihr Maximum und nahm bis zur untersten Stelle (4.1) wieder ab.

Beim **Rotbach** nahm die Diversität im Fliessverlauf kontinuierlich ab. Die Taxazahl und Gesamtindividuedichte waren an der Stelle 4.9 minimal. Bei Stellen unterhalb von Kläranlagen ist dies für die Gesamtindividuedichte ungewöhnlich, es ist anzunehmen, dass dies eine Folge der Baustelle eines Wasserbauprojektes ist, welche sich unterhalb der Stelle 4.10 befand.

Gemeinschaft (Abb. EZG Sitter7)

Die Artenzusammensetzung der Wasserwirbellosen wurde in der **Sitter** vor allem durch Steinfliegen, Eintagsfliegen und Zuckmücken bestimmt. An der untersten Stelle 4.1 hatte sich das Artenspektrum vor allem auf Kosten der Steinfliegen zu Gunsten der Zuckmücken verschoben.

Die Wasserwirbellosengemeinschaft im **Rotbach** wies an allen Untersuchungsstellen einen grossen Anteil an Zuckmückenlarven auf. Etwas weniger von Bedeutung waren Steinfliegen- und Eintagsfliegenlarven. Typische Abwasserzeiger wie Egel oder Wasserasseln wurden keine gefunden.

Biologische Gesamtbeurteilung (Abb. EZG Sitter12)

Der Zustand der **Sitter** wurde aufgrund der biologischen Gesamtbeurteilung als gut eingestuft. Als die Wasserqualität der Sitter belastende Quellen sind vorwiegend die diversen ARAs und die Zuflüsse zu bezeichnen. Der landwirtschaftlich bedingte Nährstoffeintrag durch Düngung sowie der allfällige Eintrag von Strassenabwasser sind im Oberlauf der Sitter und in den Seitenzuflüssen ebenfalls relevant.

Der **Rotbach** wies gemäss den biologischen Parametern einen mässigen bis guten Gewässerzustand auf. Für die Beeinträchtigungen dürfte einerseits die ARA Au verantwortlich sein, andererseits dürften im Oberlauf des Rotbaches auch die Einträge aus dem stark landwirtschaftlich genutzten meliorierten Moorgebiet für die Verschlechterung des Gewässerzustandes verantwortlich gewesen sein. Auch die Bauarbeiten im Rotbach für ein Wasserbauprojekt führten zu Beeinträchtigungen im Gewässer.

Der **Wattbach** wies in der biologischen Gesamtbewertung einen guten und der **Goldibach** einen sehr guten Zustand auf.

Die biologische Gesamtbeurteilung indizierte für den **Klösterlibach** einen unbefriedigenden Zustand, hervorgerufen durch die ARA Gmünden.

4.3.3 Chemie (Abb. EZG Sitter8-10 und Abb. EZG Sitter13)

An der untersten Stelle der **Sitter** (Stelle 4.1) zeigten die Nitrat, Nitrit- und die Gesamt-Phosphorkonzentration einen guten Zustand an, d.h. die Sitter ist hier schwach belastet. Die in Vergleich zur Steller Sitter Nr. 10 (AI) deutlich erhöhten Chloridwerte lassen eine Belastung der Sitter unter anderem durch diverse ARAs im Einzugsgebiet erkennen. Der DOC-Gehalt war leicht erhöht (guter Zustand).

Im **Rotbach** wurden die chemischen Parameter nur an der Stelle 4.11 untersucht. Die Parameter Ammonium und DOC waren etwas erhöht und führten zur Bewertung gut. Alle anderen Parameter wurden als sehr gut klassiert.

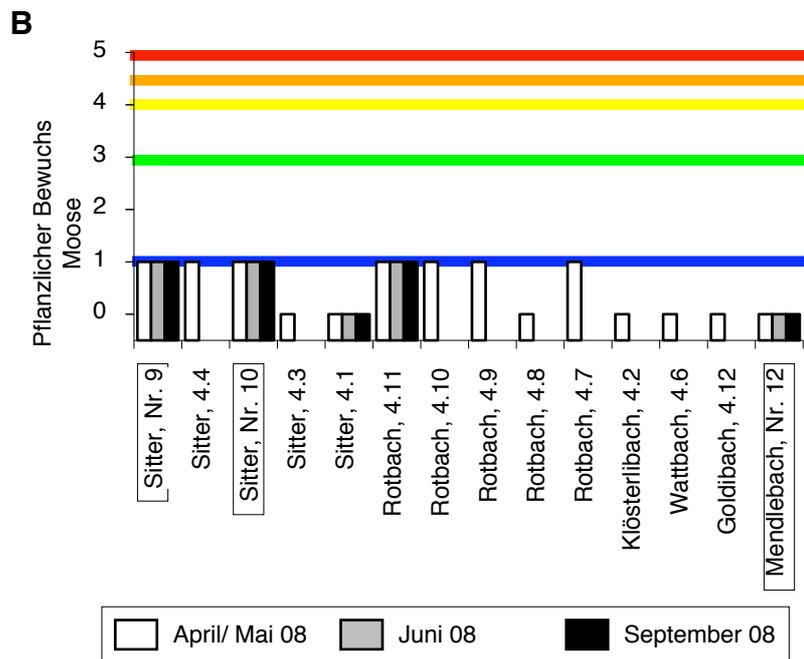
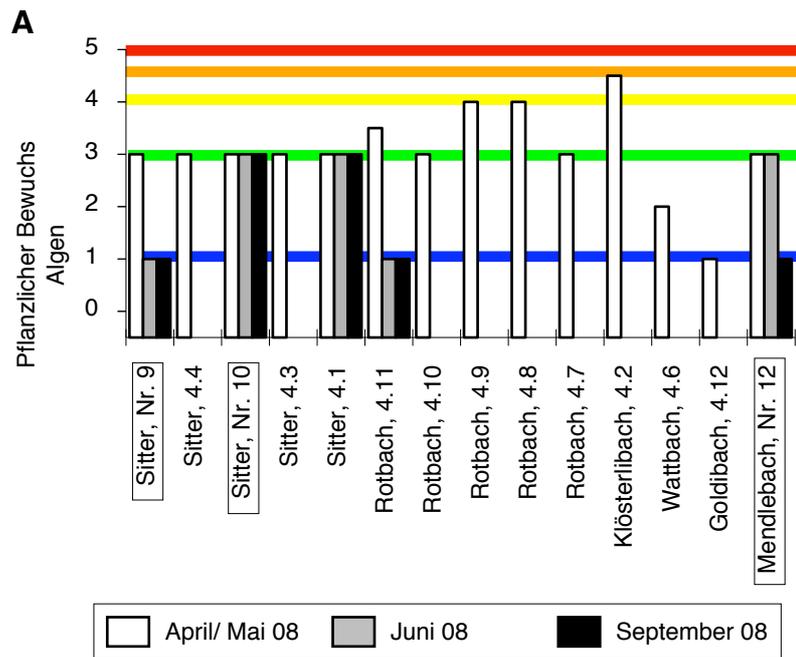
Tab. EZG Sitter1. Ergebnisse der Beurteilung des Äusseren Aspekts.

Anforderungen GSchV erfüllt

Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich

Anforderungen GSchV nicht erfüllt

Gewässer	Stelle	Kanton	April/ Mai 08							Juni 08							September 08							Überblick											
			Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	Fes	Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	Fes	Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	Fes	April	Juni	September	Gesamt					
Sitter	Nr. 9	AI	keine	keine	kein	mittel	kein	keine	wenig	0.0 %	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	0.0 %					
Sitter	4.4	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	wenig	0.0 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sitter	Nr. 10	AI	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	wenig	0.0 %	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	0.0 %					
Sitter	4.3	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	wenig	0.0 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sitter	4.1	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	wenig	0.0 %	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	0.0 %						
Zuflüsse (Sitter)																																			
Rotbach	4.11	AR	keine	keine	kein	mittel	kein	keine	mittel	10-25%	keine	wenig	keine	wenig	keine	wenig	10-25%	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	10-25%					
Rotbach	4.10	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	wenig	0.0 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rotbach	4.9	AR	keine	keine	kein	mittel	kein	keine	mittel	0.0 %	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
Rotbach	4.8	AR	keine	keine	kein	mittel	kein	keine	mittel	0.0 %	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
Rotbach	4.7	AR	keine	keine	kein	mittel	kein	keine	mittel	0.0 %	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
Klösterlibach	4.2	AR	keine	keine	kein	mittel	kein	keine	mittel	0.0 %	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	
Wattbach	4.6	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	wenig	0.0 %	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Zuflüsse (Rotbach)																																			
Mendlebach	Nr. 12	AI	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	wenig	0.0 %	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine
Goldibach	4.12	AR	keine	keine	kein	wenig	kein	keine	wenig	0.0 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



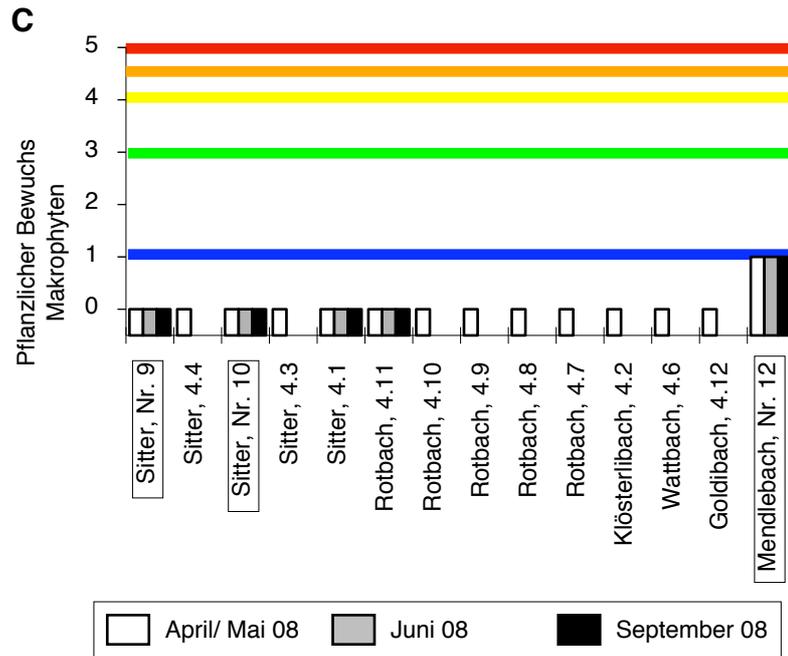
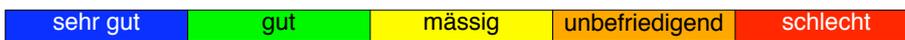


Abb. EZG Sitter2. *Pflanzlicher Bewuchs* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Sitter im April/Mai, Juni und September 2008 in Fließrichtung. A: Algenbewuchs; B: Bewuchs mit Wasser-
moosen; C: Bewuchs mit Makrophyten. Die eingerahmten Stellen liegen auf dem Kantonsgebiet von AI.

Zustandsklassen des pflanzlichen Bewuchses in Anlehnung an Chaix et al. (1995):



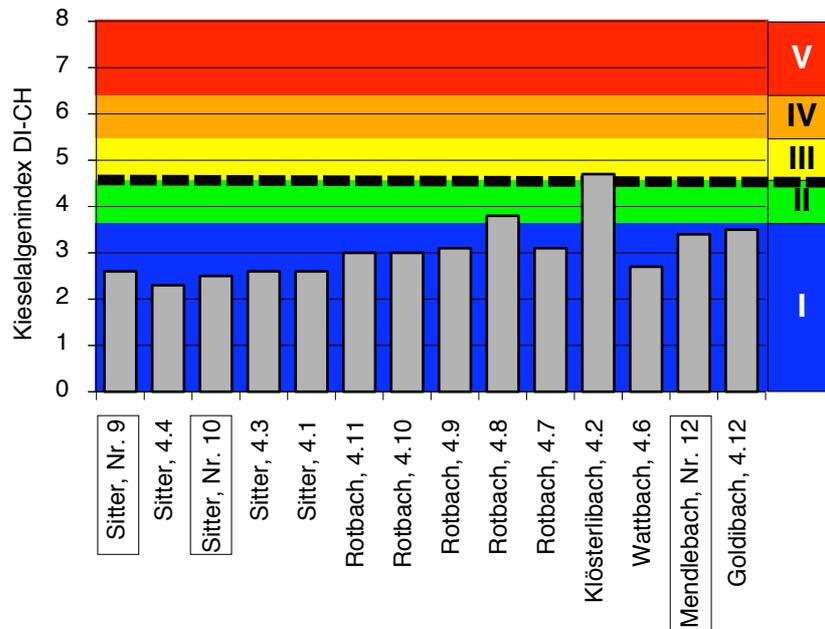


Abb. EZG Sitter3. *Kieselalgenindex DI-CH (Zweiteichung)* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Sitter im April/ Mai 2008 in Fließrichtung. Die eingerahmten Stellen liegen auf dem Kantonsgebiet von AI.

Qualitätsstufen gemäss BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F), 2007.

I = sehr gut, II = gut, III = mässig, IV = unbefriedigend, V = schlecht.

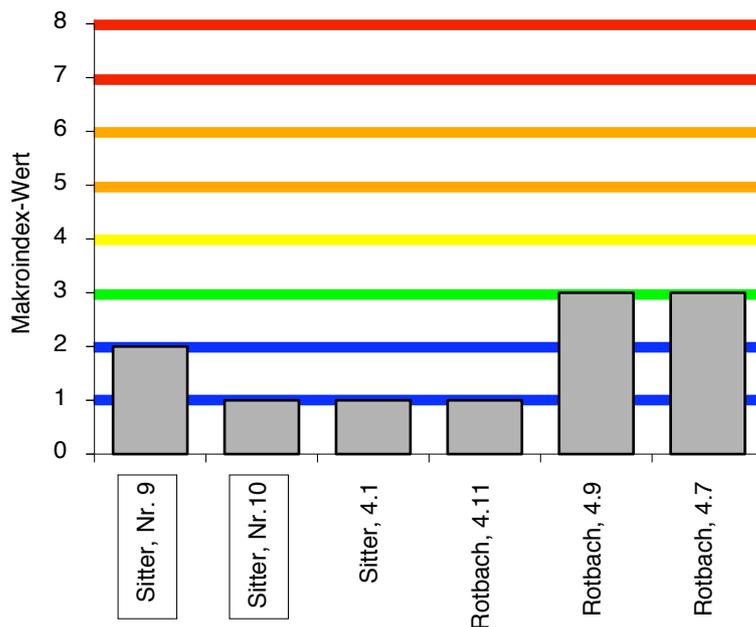


Abb. EZG Sitter4. *Makroindex* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Sitter im April/ Mai 2008 in Fließrichtung. Die eingerahmten Stellen liegen auf dem Kantonsgebiet von AI.

Makroindex

1 = unbelastet, 2 = wenig belastet, 3 = tolerierbar belastet,
 4 = nicht mehr tolerierbar belastet, 5 = deutlich belastet, 6 = stark belastet, 7 = sehr stark belastet, 8 = übermässig belastet.

Qualitätsstufen gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (Stufe F), Stand 2005.

I = sehr gut, II = gut, III = mässig, IV = unbefriedigend, V = schlecht.



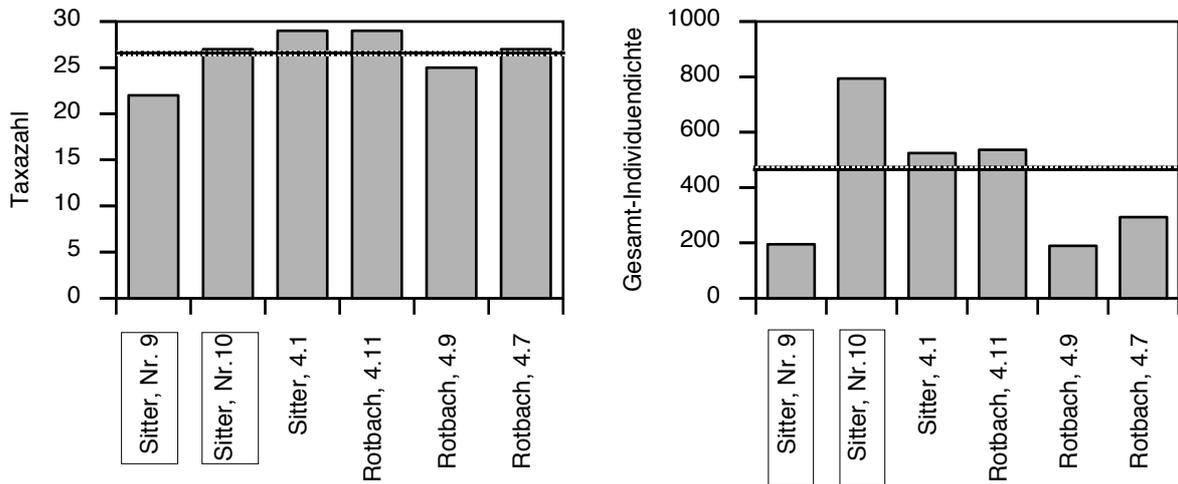


Abb. EZG Sitter 5. **Taxazahlen** (links) und **Gesamt-Individuendichte** (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Sitter im April/ Mai 2008 in Fließrichtung. Die eingerahmten Stellen liegen auf dem Kantonsgebiet von AI.

----- Mittelwert über sämtliche Stellen im Kanton AR.

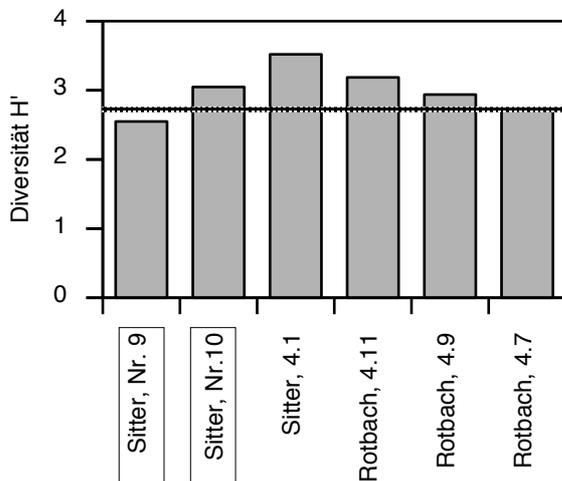


Abb. EZG Sitter 6.

Diversität H' (nach Shannon&Weaver) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Sitter im April/ Mai 2008 in Fließrichtung. Die eingerahmten Stellen liegen auf dem Kantonsgebiet von AI.

----- Mittelwert über sämtliche Stellen im Kanton AR.

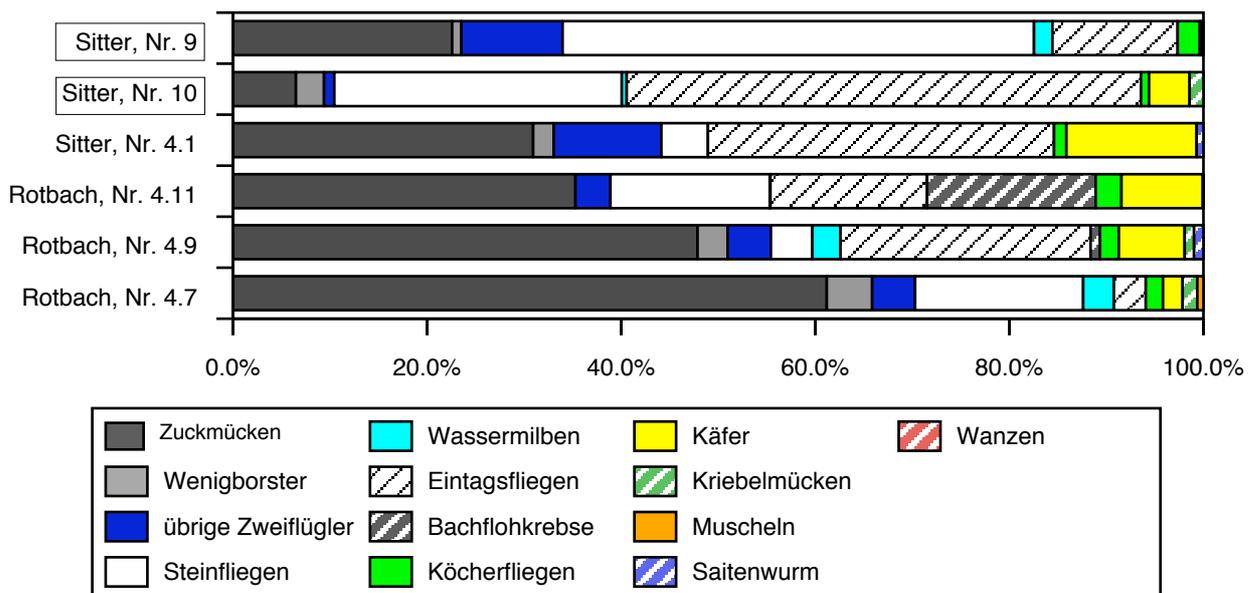


Abb. EZG Sitter 7. **Relative Häufigkeit der Makrozoobenthos-Grossgruppen** an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Sitter im April/ Mai 2008 in Fließrichtung. Die eingerahmten Stellen liegen auf dem Kantonsgebiet von AI.

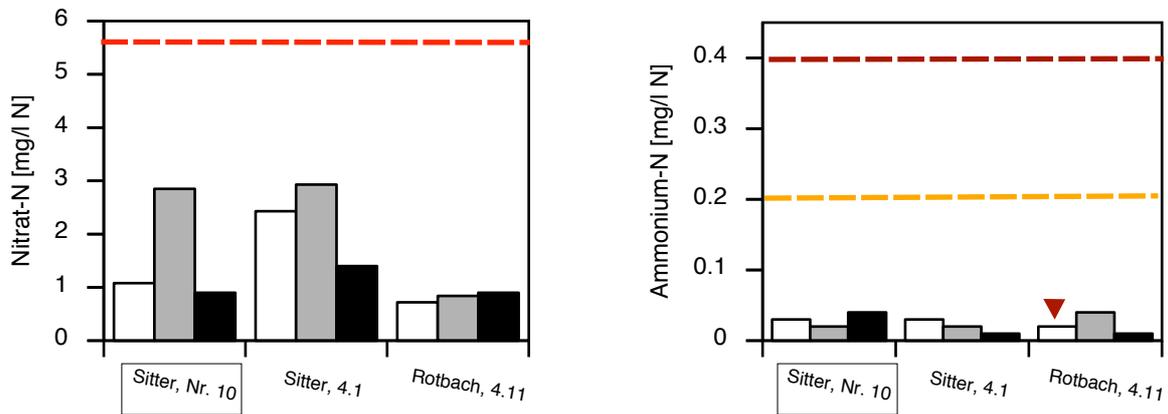


Abb. EZG Sitter8. **Nitrat-N-** (links) und **Ammonium-N-Werte** (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Sitter während den 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.

- Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 2.
- Ammoniumkonz. bei > 10°C oder > pH 9 (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
- Ammoniumkonz. bei < 10°C (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006). Gültig für markierte Werte: ▼

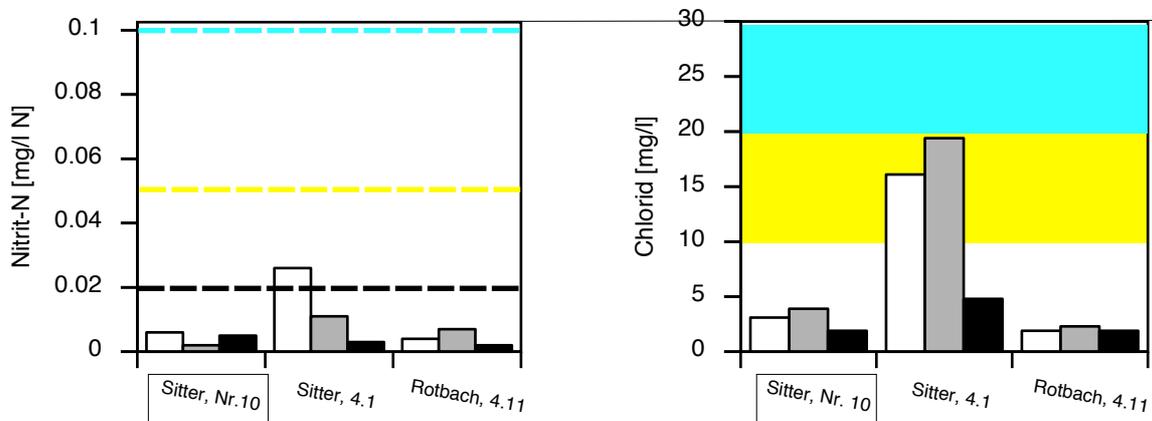


Abb. EZG Sitter9. **Nitrit-N -** (links) und **Chlorid-Werte** (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Sitter während der 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.

- Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei < 10 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
- Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei 10-20 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
- Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei < 20 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).

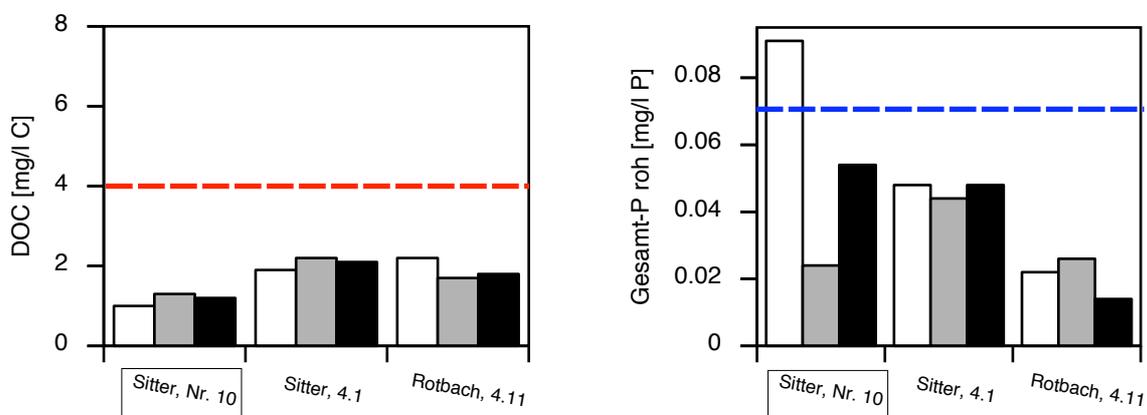


Abb. EZG Sitter10. **DOC** (links) und **Gesamt-Phosphor-Werte** (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Sitter während den 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.

- Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 2.
- Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie (2006).

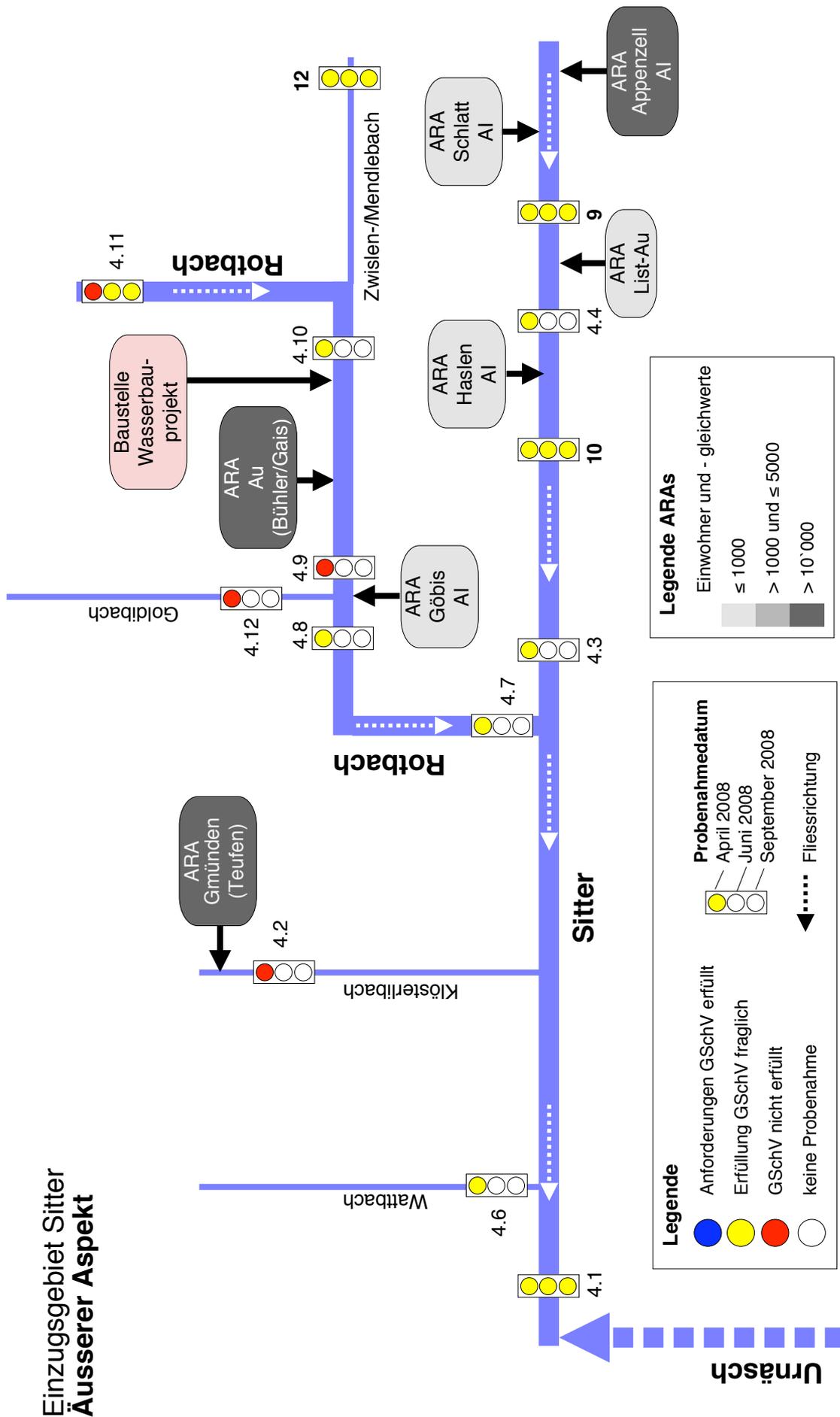


Abb. EZG Sitter11. Gesamtbeurteilung Äusserer Aspekt während der drei Probenahmen im April/ Mai, Juni und September 2008 aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Sitter gemäss BAFU Modul Äusserer Aspekt (2007). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

**Einzugsgebiet Sitter
Biologische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes**

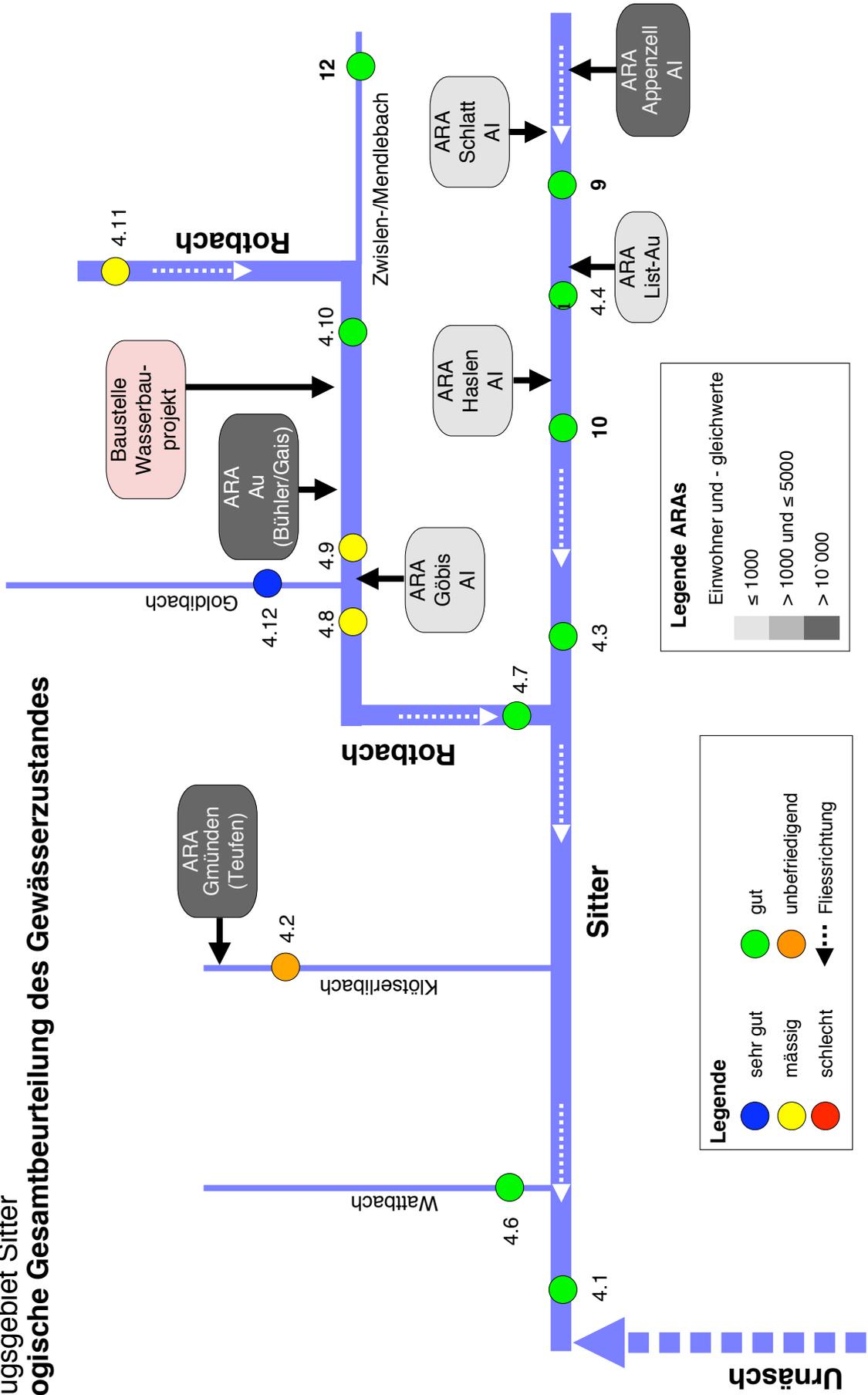


Abb. EZG Sitter12. Biologische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Sitter: Pflanzlicher Bewuchs in Anlehnung an Chaux et al. (1995), DI-CH gemäss BAFU Modul Kieslagen (2006), Makroindex gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (2005). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

**Einzugsgebiet Sitter
Chemische Gesamtbeurteilung**

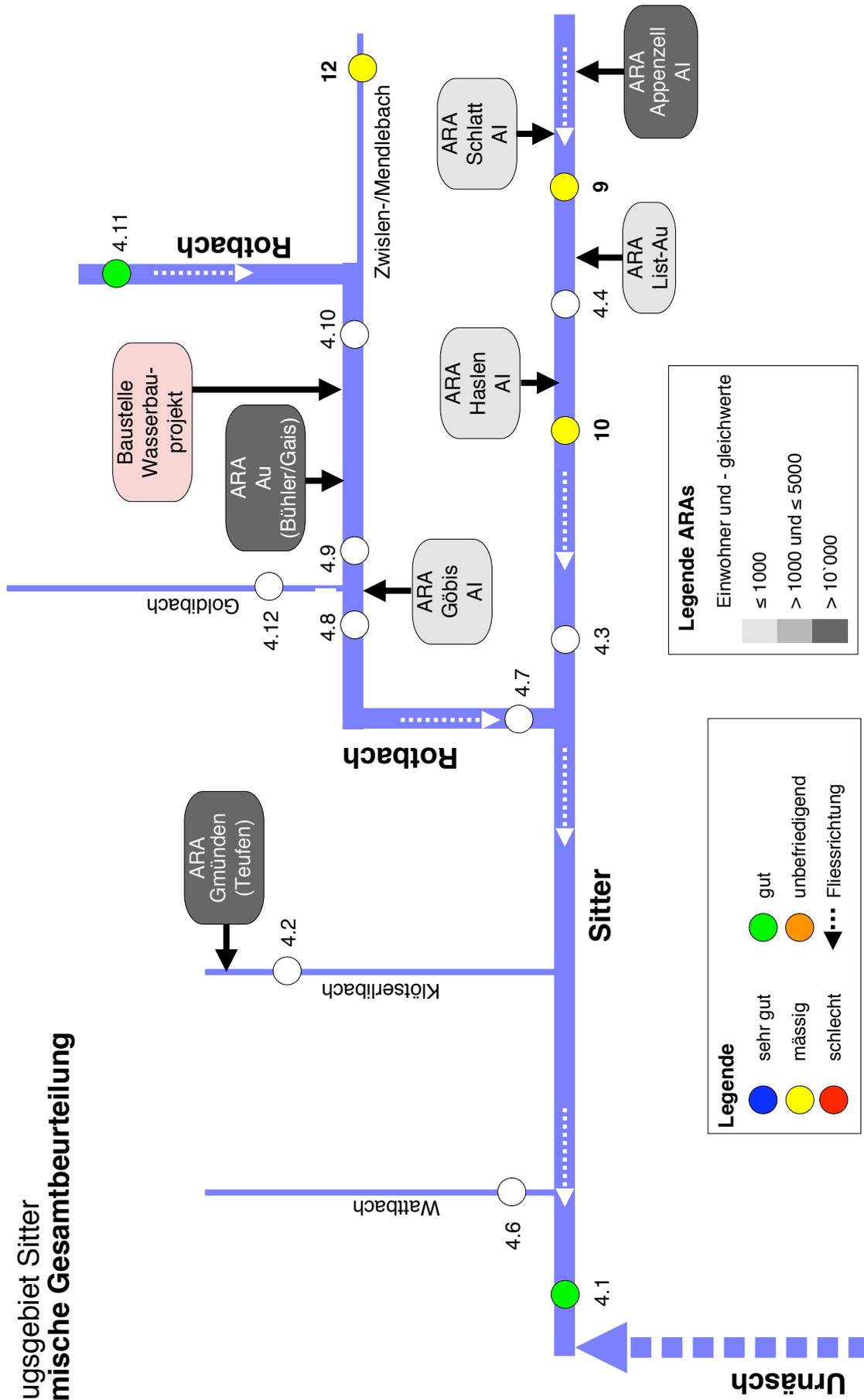


Abb. EZG Sitter13. Chemische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Sitter gemäss dem BAFU Modul Chemie (Stufe F) (2006). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

4.4 Flusseinzugsgebiet Goldach

Das Flusseinzugsgebiet Goldach ist in Abbildung EZG Goldach1 schematisch dargestellt. Die Untersuchungsdaten finden sich in den Abbildungen EZG Goldach2 bis 10. Am Ende dieses Kapitels sind schematische Übersichtskarten der Beurteilung des Äusseren Aspekts (Abb. EZG Goldach11), der biologischen Gesamtbeurteilung (Abb. EZG Goldach12) und der chemischen Beurteilung (Abb. EZG Goldach13) des Zustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Goldach angefügt.

4.4.1 Äusserer Aspekt (Tab. EZG Goldach1 und Abb. EZG Goldach11)

Aufgrund des Äusseren Aspekts konnten die Anforderungen die Wasserqualität in der **Goldach** an den meisten Stellen nicht eingehalten werden. Mit Ausnahme der Stelle 5.8 wurde im Frühling an allen Untersuchungsstellen in der Goldach das Auftreten von wenig Schaum dokumentiert, welcher landwirtschaftlichen Ursprungs ist. Zudem wurde im April an allen Stellen unterhalb der Einmündung des Moosbachs vereinzelt heterotropher Bewuchs festgestellt. Das Aufkommen des heterotrophen Bewuchses deutet auf die Belastung der Goldach durch geklärte Abwässer der diversen Kläranlagen entlang des Verlaufes hin. An den Stellen 5.1 und 5.9 wurde teilweise eine Verschlämmung protokolliert.

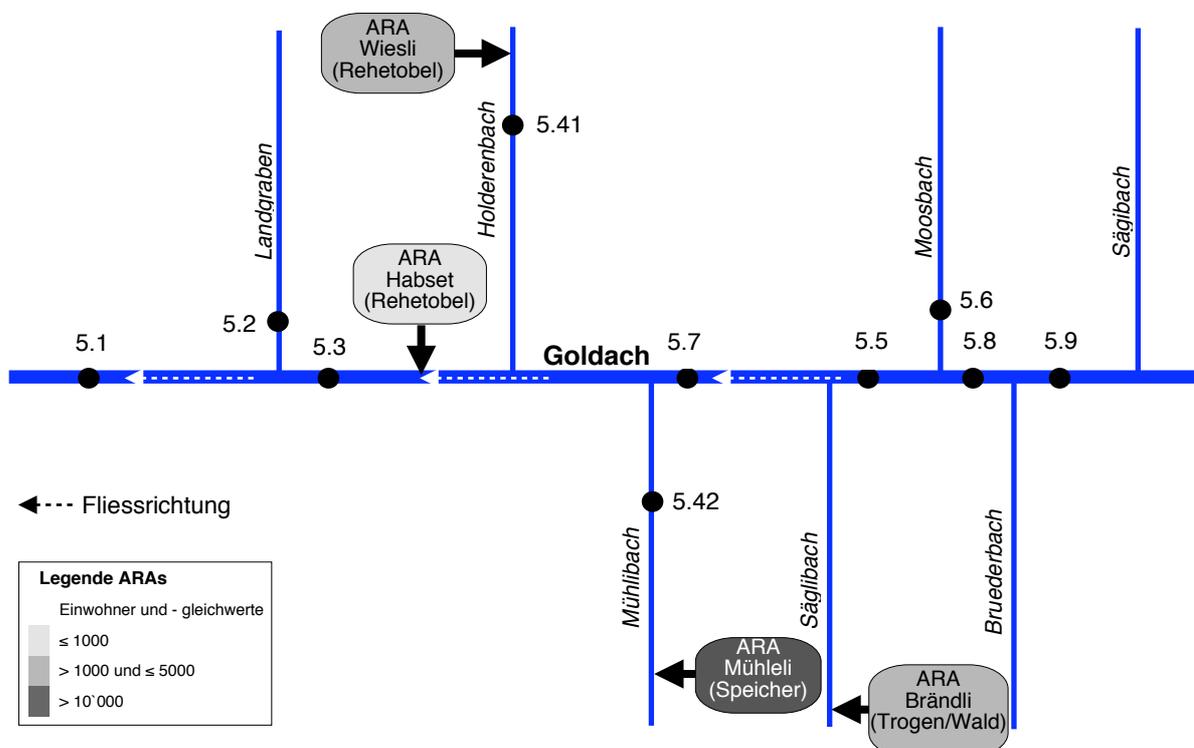


Abb. EZG Goldach1. Untersuchungsstellen und ARA-Einleitungen des Einzugsgebiets Goldach (schematisch).

Auch im Goldach-Zufluss **Holderenbach**, der als Vorfluter für die ARA Wiesli (Rehetobel) dient, traten im Frühling die zwei Belastungszeiger heterotropher Bewuchs und Schaum auf.

Im **Moosbach** trat im Frühling 2008 ebenfalls Schaum und vereinzelt heterotropher Bewuchs in Erscheinung.

An der Stelle 5.42 im **Mühlbach** wurde ein Schaumvorkommen festgestellt, ebenso wurde das Auftreten von wenig heterotrophem Bewuchs und Eisensulfidflecken beobachtet. Dies sind Indikatoren dafür, dass die Einleitung der ARA Mühleli (Speicher) eine Belastung des Mühlbachwassers zur Folge hat.

Das Wasser des **Landgrabens** wies eine geringe Verschlämmung sowie wenig Schaum auf.

4.4.2 Biologie

Pflanzlicher Bewuchs (Abb. EZG Goldach2)

Der Algenbewuchs zeigte mit einer Ausnahme an den Untersuchungsstellen im gesamten Einzugsgebiet gute Verhältnisse an. In der Goldach wies der Algenbewuchs an der untersten Stelle 5.1 sogar eine gute bis sehr gute Bewertung auf. Makrophyten und Moose wurden lediglich vereinzelt gefunden. Im **Mühlbach** (Stelle 5.42) weisen sowohl der Algenbewuchs als auch der Moosbewuchs auf einen nur mässigen Zustand des Gewässers hin. Es ist davon auszugehen, dass die Einleitung des gereinigten Abwassers aus der ARA Mühleli für den übermässigen Pflanzenbewuchs verantwortlich ist. An der Stelle 5.1 wurden in der Uferböschung und am Waldrand ein dichter Bestand des Springkrautes gefunden, welches als invasive Pflanzenart gilt und sich entlang von Gewässerläufen ausbreitet.

Kieselalgenindex DI-CH (Abb. EZG Goldach3)

In der **Goldach** zeigte der DI-CH an allen Untersuchungsstellen einen sehr guten Gewässerzustand an. Flussabwärts konnte eine tendenzielle Zunahme des DI-CH festgestellt werden, d.h. die Wasserqualität verschlechterte sich minimal im Fliessverlauf. Dies hängt mit den Abwassereinträgen aus den diversen Kläranlagen und den Zuflüssen zusammen.

In den beiden Seitenzuflüssen **Landgraben** und **Moosbach** indizierte der DI-CH ebenfalls einen sehr guten Zustand.

Die beiden Zuflüsse **Mühlbach** und **Holderenbach** erreichten beim DI-CH jeweils nur einen guten Zustand. Dies hängt mit der Einleitung von gereinigtem Abwasser aus der ARA Mühleli resp. ARA Wiesli zusammen.

Makrozoobenthos

Makroindex (Abb. EZG Goldach4)

In der **Goldach** zeigte die Zusammensetzung Wasserwirbellosen mit einer Ausnahme einen sehr guten Gewässerzustand an. Einzig an der Stelle 5.3 wurde nur ein guter Zustand erreicht. Es ist anzunehmen, dass dies eine Auswirkung der beiden ARAs Wiesli und Mühleli ist. Bis zur Stelle 5.1 hatte sich die Zusammensetzung der Wasserwirbellosen durch die Selbstreinigung der Goldach soweit verändert, dass sie sehr gute Verhältnisse indizierte.

Taxazahl, Gesamtindividuedichte, Diversität (Abb. EZG Goldach5 und 6)

Die Taxazahl und Diversität zeigten im Fliessverlauf bis und mit der Stelle 5.3 eine Abnahme, die sich durch die fortlaufend stärkere Beeinträchtigung des Lebensraums durch die Einleitung der gereinigten Abwässer der diversen ARAs erklären lässt. An der Stelle 5.1 fand eine Erholung von Taxazahl und Diversität statt, welche in der Selbstreinigungskraft der Goldach auf der Fliessstrecke unterhalb der ARA Habset (Rehetobel) begründet sein dürfte.

Die Individuedichte war an der Stelle 5.9 am höchsten und nahm im Fliessverlauf ab. An der Stelle 5.3 konnte eine erneute Zunahme aufgrund des grösseren Nahrungsangebotes durch die ARAs beobachtet werden, gefolgt von einer Verringerung der Dichte an der untersten Untersuchungsstelle.

Gemeinschaft (Abb. EZG Goldach7)

An der Stelle 5.9 wurde die Gemeinschaft der Wasserwirbellosen von Zuckmückenlarven dominiert, Steinfliegen- und Eintagsfliegenlarven hatten ebenfalls bedeutende Anteile an der Gesamtindividuedichte. Flussabwärts ergab sich aufgrund der zunehmenden Belastung eine Verschiebung in der Artenzusammensetzung zu Gunsten der Zuckmückenlarven, deren Anteil an der Stelle 5.3 maximal war.

Biologische Gesamtbeurteilung (Abb. EZG Goldach12)

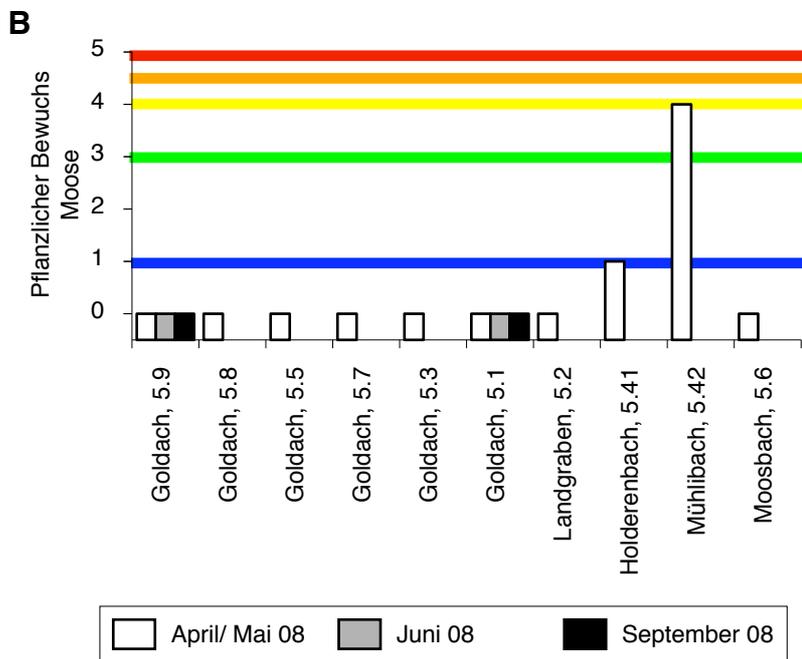
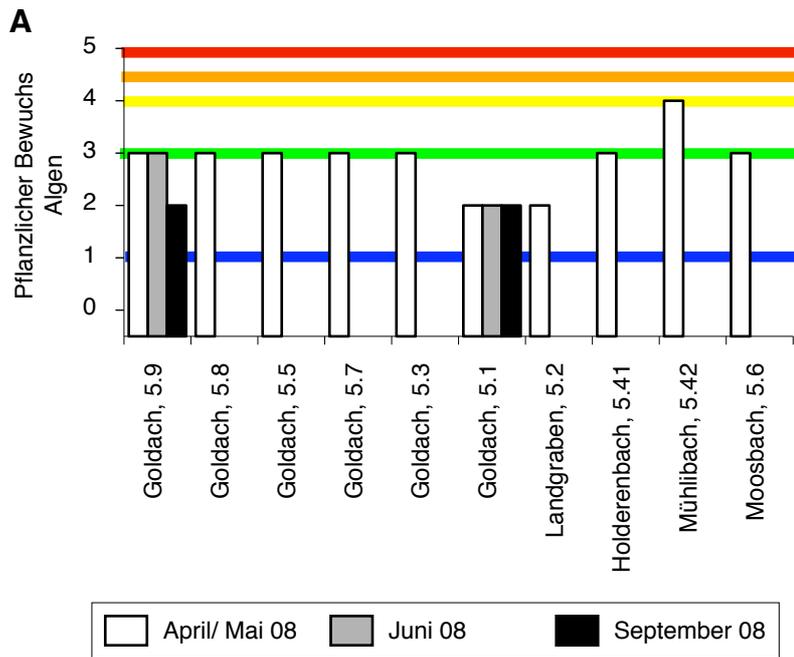
Die **Goldach** wies durchwegs einen guten biologischen Zustand auf. Obwohl an der Stelle 5.3 die Belastung durch die ARA Habset sowie durch die beiden Zuflüsse Holderen- und Mühlbach bezüglich Einzelparameter nachweisbar war, zeigte sich anlässlich der Gesamtbewertung kein Unterschied in der Bewertung.

Auch der Zustand der Untersuchungsstellen an den beiden Zuflüssen **Moosbach** (Stelle 5.6) und **Landgraben** (Stelle 5.42) wurde als gut bewertet.

Der Zustand des **Holderenbaches** aber auch des **Mühlbaches** erwies sich nur als mässig. Als Hauptursache hierfür werden die Kläranlagen Wiesli bzw. Mühleli betrachtet.

4.4.3 Chemie (Abb. EZG Goldach8-10 und Abb. EZG Goldach13)

Beim Nitrat und Chlorid wurden im Unterlauf der **Goldach** leichte Belastungen festgestellt. Alle anderen Werte wurden als sehr gut eingestuft. Die Konzentrationen von Nitrat waren im Juni und September an der Untersuchungsstelle 5.1 leicht erhöht, erreichten jedoch immer noch die Qualitätsstufe gut. Deutlicher trat eine Belastung bei den Chloridkonzentration auf, welche im Unterlauf klar erhöht waren. Anstelle der natürlicherweise vorhanden 2 bis 4 mg/l Cl⁻ traten an der Stelle 5.9 Werte bis maximal 15.1 mg/l auf. Diese erhöhten Chlordikonzentrationen werden wahrscheinlich durch den Eintrag mit dem gereinigten Abwasser aus den diversen Kläranlagen hervorgerufen.



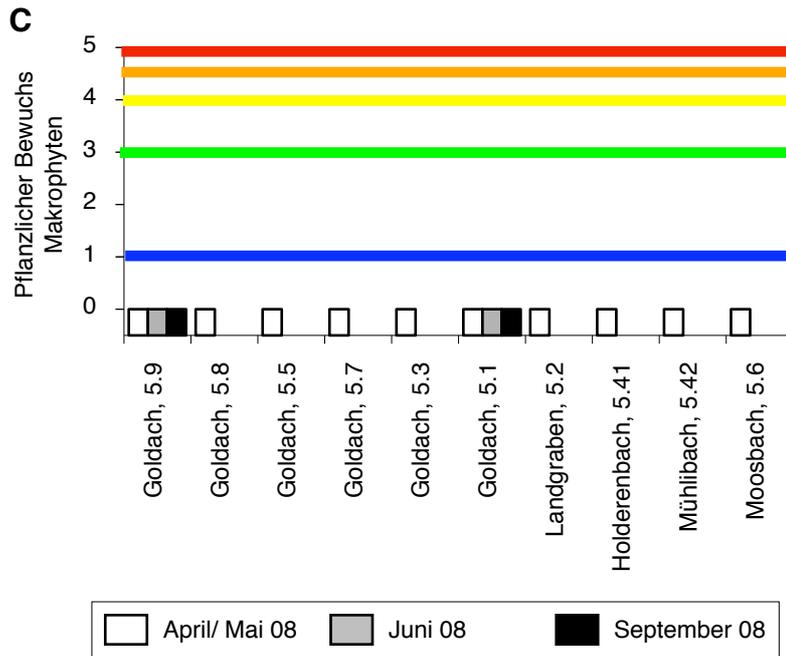


Abb. EZG Goldach2. Pflanzlicher Bewuchs an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Goldach im April/Mai, Juni und September 2008 in Fließrichtung. A: Algenbewuchs; B: Bewuchs mit Wassermoosen; C: Bewuchs mit Makrophyten.

Zustandsklassen des pflanzlichen Bewuchses in Anlehnung an Chaix et al. (1995):



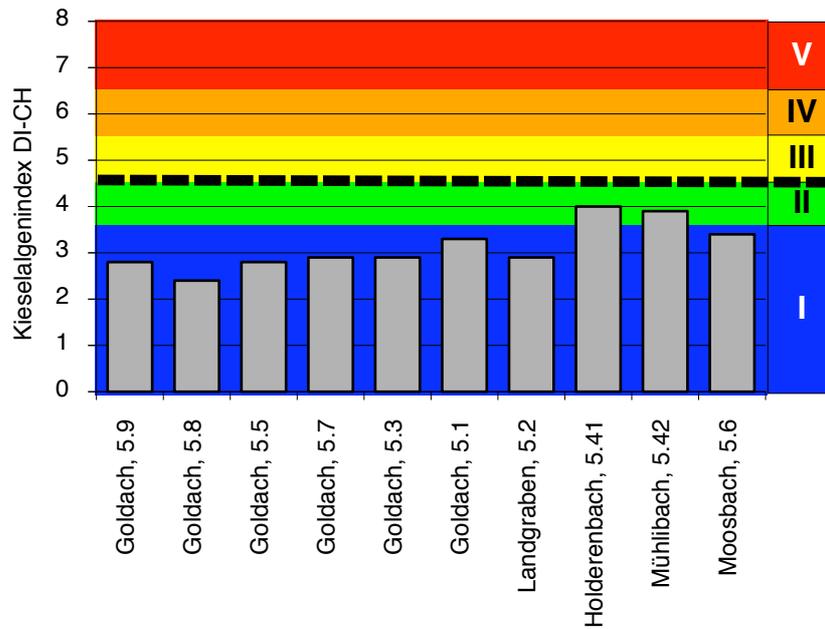


Abb. EZG Goldach3. *Kieselalgenindex DI-CH (Zweiteichung)* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Goldach im April 2008 in Fließrichtung.

Qualitätsstufen gemäss BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F), 2007.

I = sehr gut, II = gut, III = mässig, IV = unbefriedigend, V = schlecht.

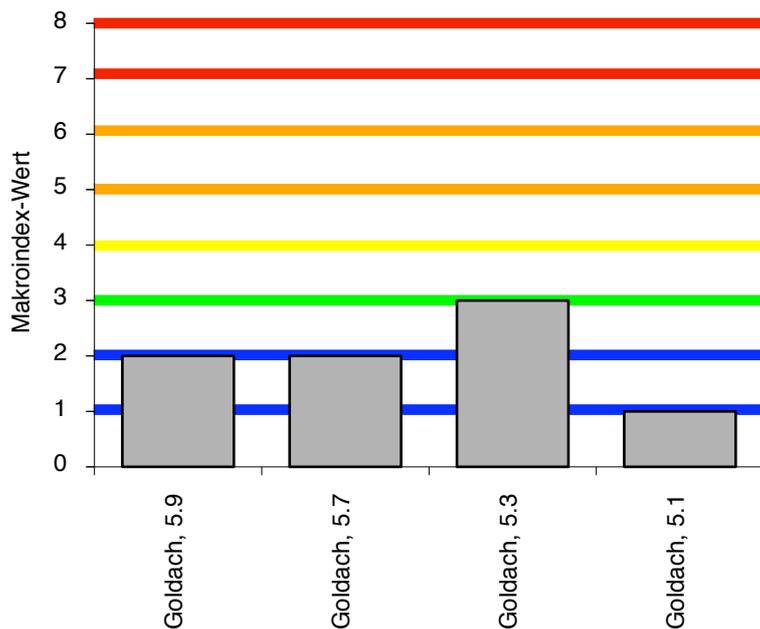
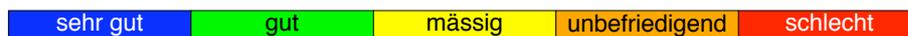


Abb. EZG Goldach4. *Makroindex* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Goldach im April 2008 in Fließrichtung.

Makroindex 1 = unbelastet, 2 = wenig belastet, 3 = tolerierbar belastet, 4 = nicht mehr tolerierbar belastet, 5 = deutlich belastet, 6 = stark belastet, 7 = sehr stark belastet, 8 = übermässig belastet.

Qualitätsstufen gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (Stufe F), Stand 2005.

I = sehr gut, II = gut, III = mässig, IV = unbefriedigend, V = schlecht.



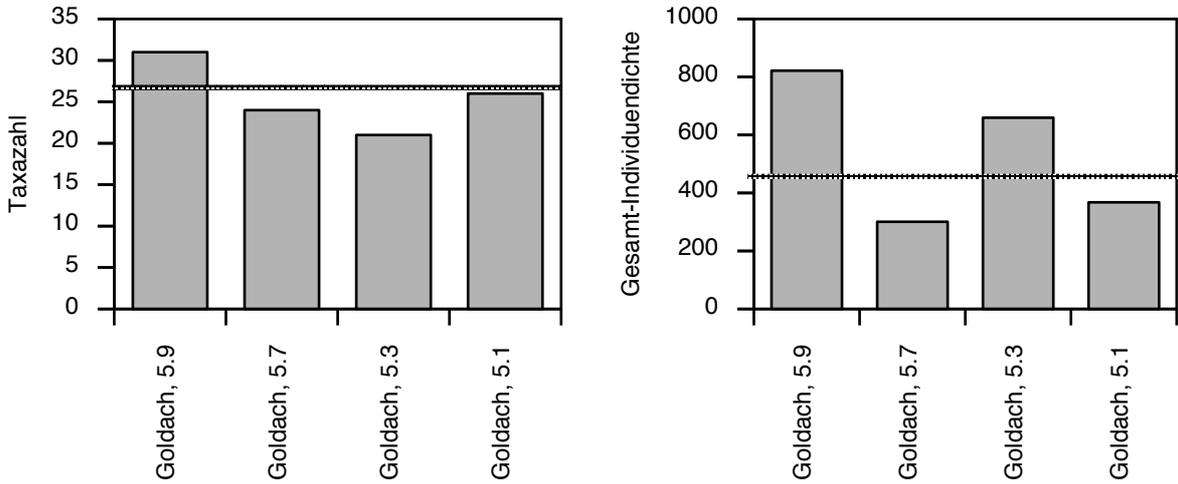


Abb. EZG Goldach5. Taxazahlen (links) und Gesamt-Individuendichte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Goldach im April 2008 in Fließrichtung.
 Mittelwert über sämtliche Stellen im Kanton AR.

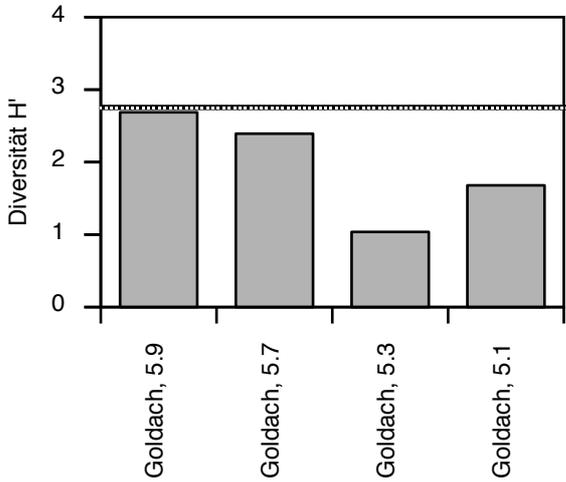


Abb. EZG Goldach6. Diversität H' (nach Shannon&Weaver) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Goldach im April 2008 in Fließrichtung.
 Mittelwert über sämtliche Stellen im Kanton AR.

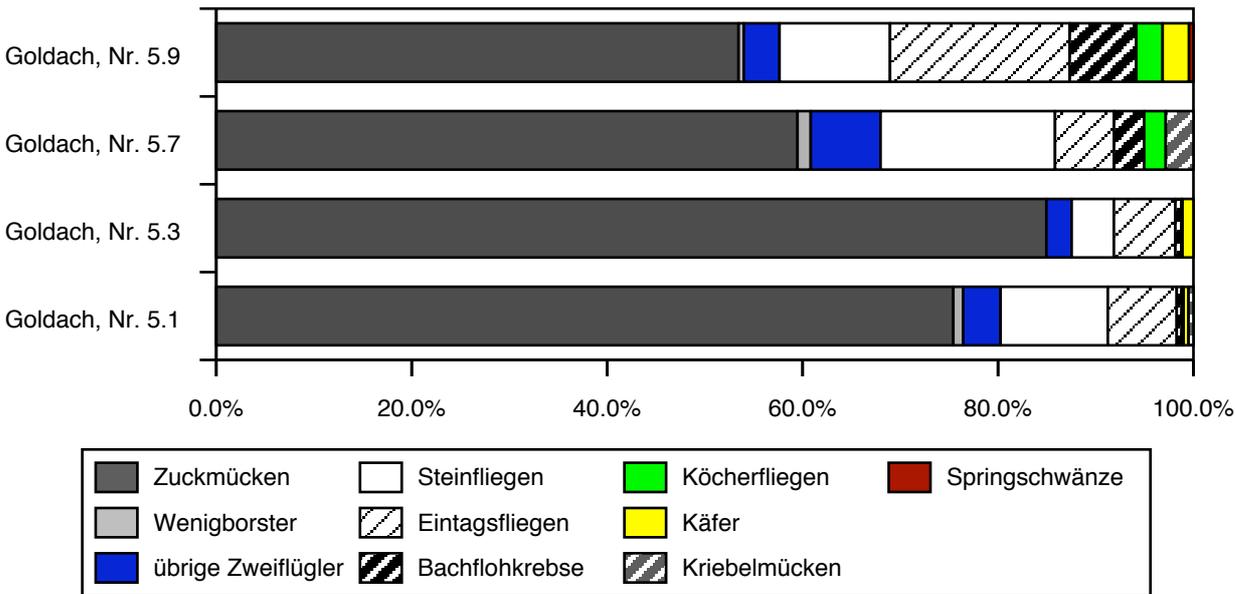


Abb. EZG Goldach7. Relative Häufigkeit der Makrozoobenthos-Grossgruppen an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Goldach im April 2008 in Fließrichtung.

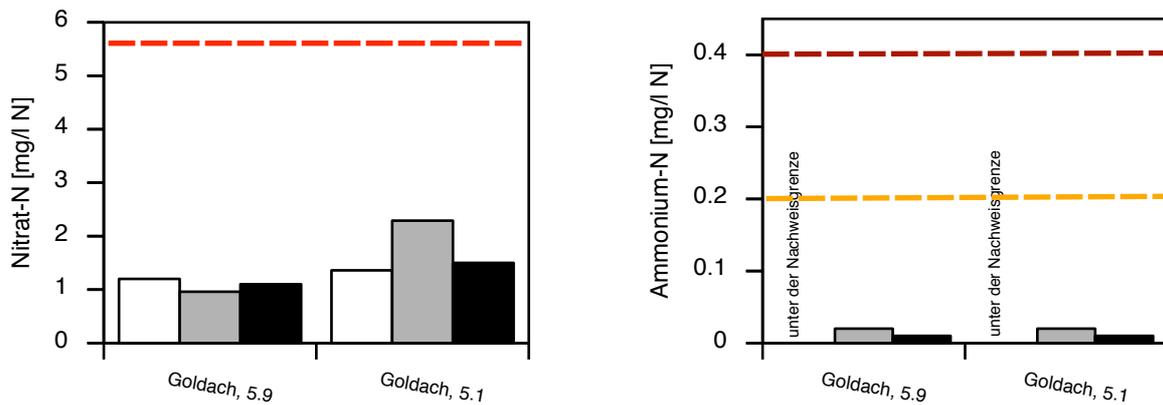


Abb. EZG Goldach8. **Nitrat-N-** (links) und **Ammonium-N-Werte** (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Goldach während der 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.

- Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 2.
- Ammoniumkonz. bei > 10°C oder > pH 9 (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
- Ammoniumkonz. bei <10°C (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006). Gültig für markierte Werte: ▼

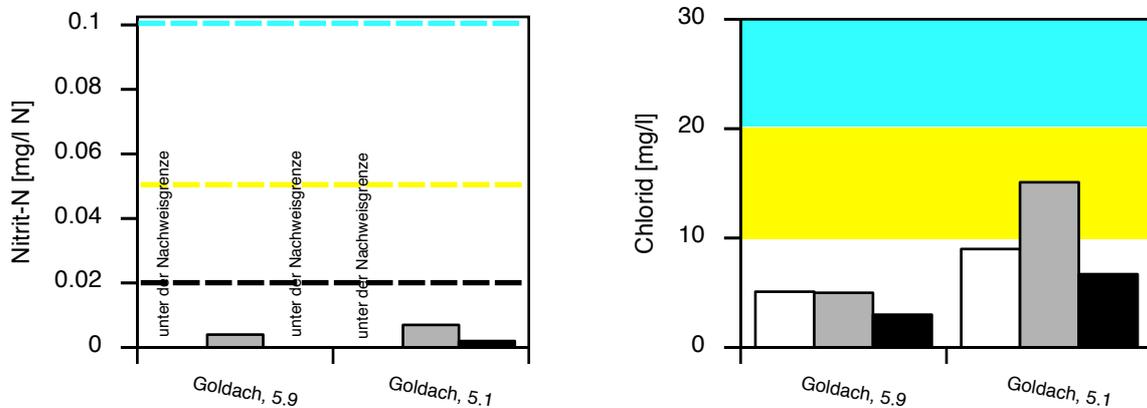


Abb. EZG Goldach9. **Nitrit-N-** (links) und **Chlorid-Werte** (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Goldach während der 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.

- Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei < 10 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
- Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei 10-20 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
- Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei < 20 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).

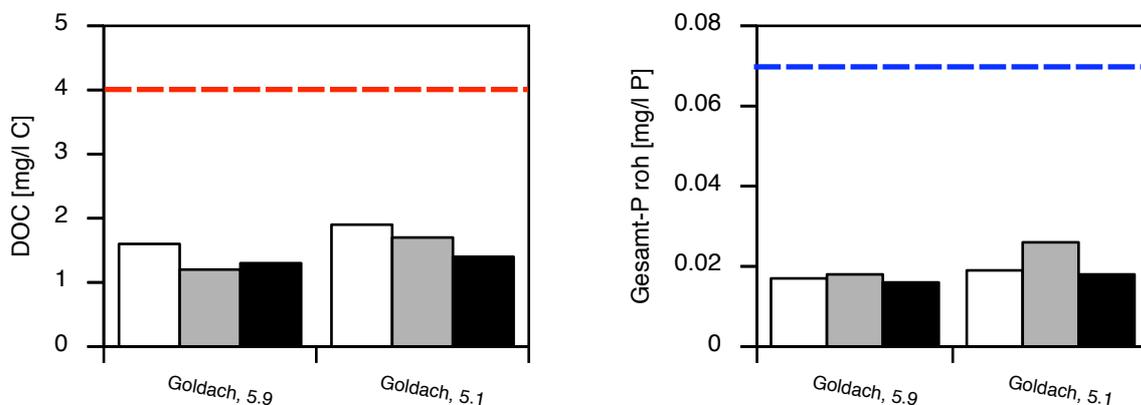


Abb. EZG Goldach10. **DOC** (links) und **Gesamt-Phosphor-Werte** (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Goldach während den 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.

- Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 2.
- Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie (2002).

**Einzugsgebiet Goldach
Äusserer Aspekt**

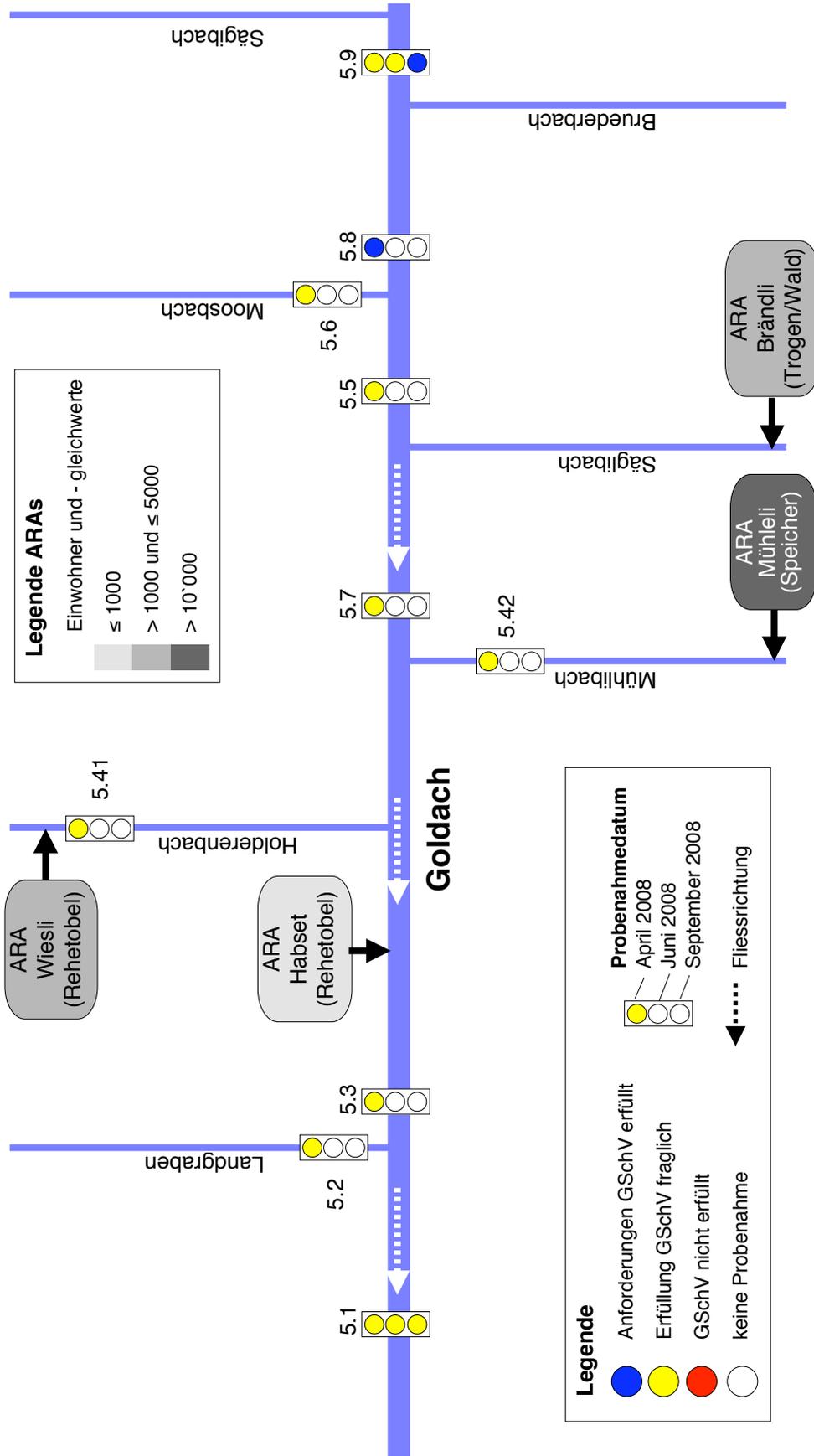


Abb. EZG Goldach11. Gesamtbeurteilung Äusserer Aspekt während der drei Probenahmen im April, Juni und September 2008 aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Goldach gemäss BAFU Modul Äusserer Aspekt (2007). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

**Einzugsgebiet Goldach
Biologische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes**

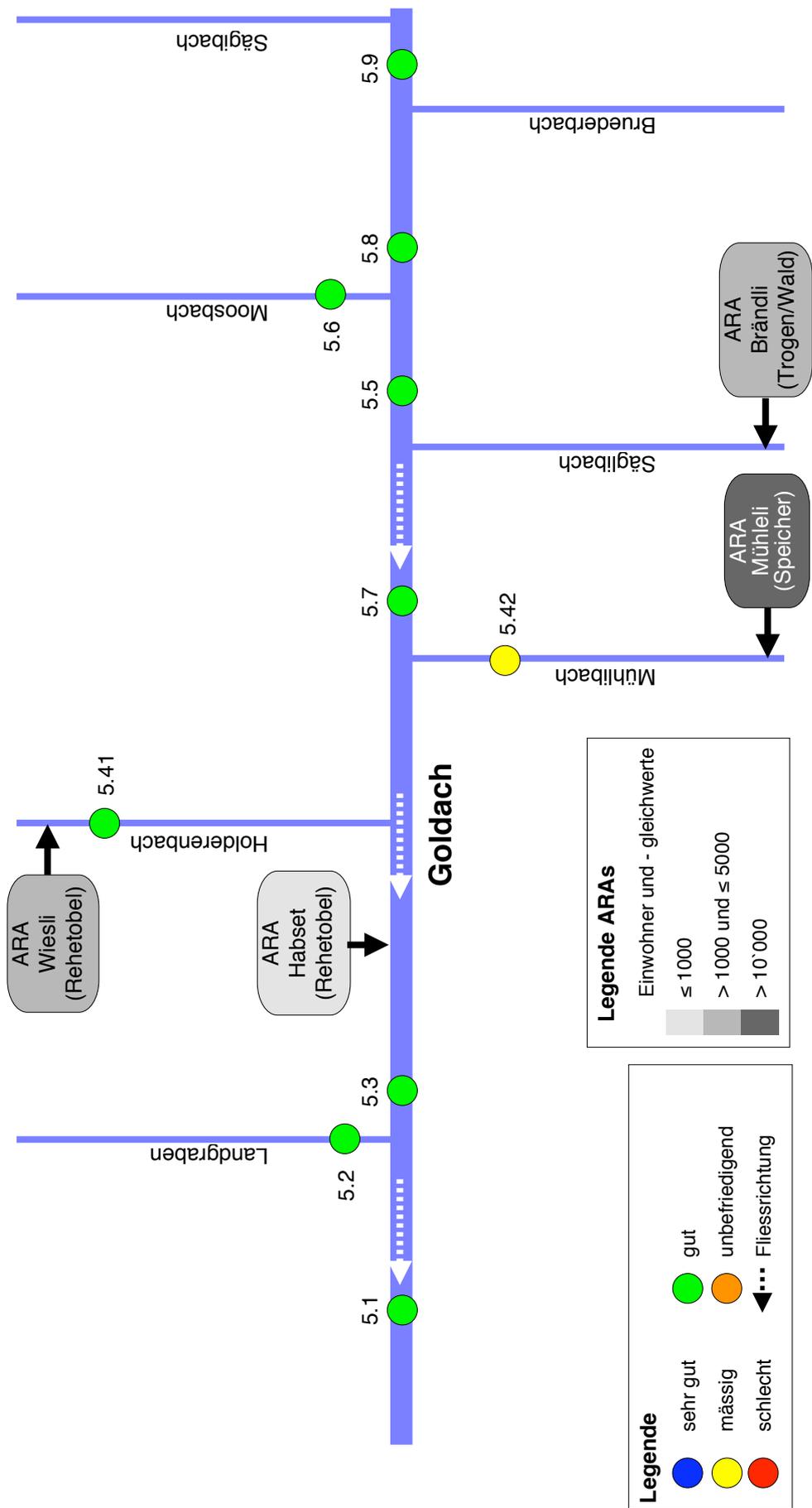


Abb. EZG Goldach12. Biologische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Goldach: Pflanzlicher Bewuchs in Anlehnung an *Chaix et al.* (1995), DI-CH gemäss BAFU Modul Kieselalgen (2007), Makroindex gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (2005). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

**Einzugsgebiet Goldach
Chemische Gesamtbeurteilung**

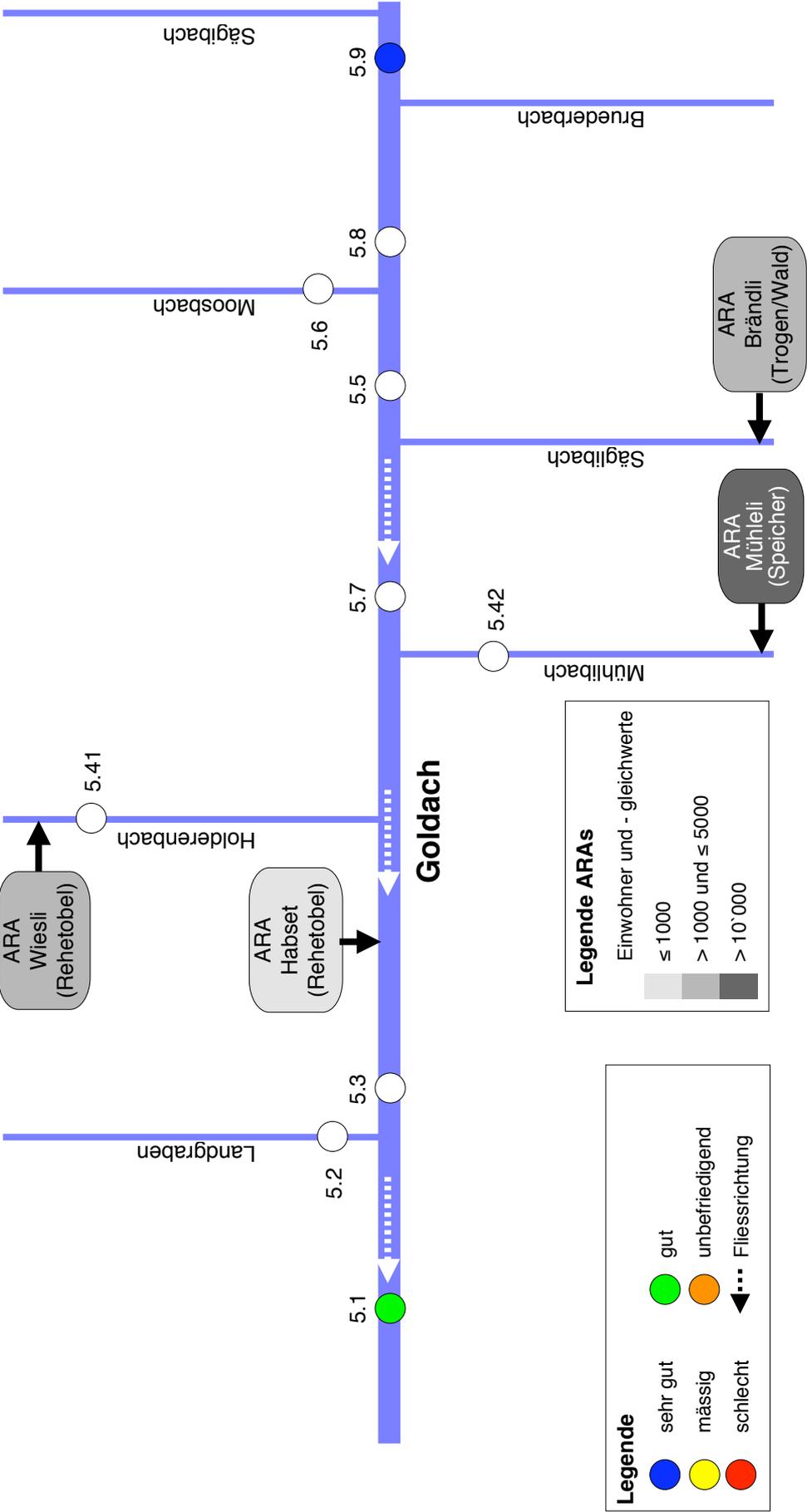


Abb. EZG Goldach13. Chemische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet der Goldach gemäss dem BAFU Modul Chemie (Stufe F) (2006). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

4.5 Flusseinzugsgebiet Rheintal

Das Flusseinzugsgebiet Rheintal ist in Abbildung EZG Rheintal1 schematisch dargestellt. Die Untersuchungsdaten finden sich in den Abbildungen EZG Rheintal2 bis 10. Am Ende dieses Kapitels sind schematische Übersichtskarten der Beurteilung des Äusseren Aspekts (Abb. EZG Rheintal11), der biologischen Gesamtbeurteilung (Abb. EZG Rheintal12) und der chemischen Beurteilung (Abb. EZG Rheintal13) des Zustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet des Rheintals angefügt.

4.5.1 Äusserer Aspekt (Tab. EZG Rheintal1 und Abb. EZG Rheintal11)

Im **Griffelbach** wurde einzig im Frühling wenig Schaum gefunden, sonst waren keine Beeinträchtigungen festzustellen.

Im Unterlauf des **Gstaldenbachs** (Stelle 6.3) war das Wasser bei der Probenahme im Frühling trüb, was aber mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht mit einer Abwassereinleitung in Zusammenhang stand (evtl. Baustelle flussaufwärts). An allen drei Probenahmedaten war ein kleines bis mittleres Vorkommen von Schaum festzustellen. Im Frühling wurde an der Stelle 6.2 wenig heterotropher Bewuchs und Schaum gefunden. Die Stelle war im Frühling und Sommer stark verschlammte, bis zur Herbstprobenahme wurde zumindest ein Teil der Verschlammung weggespült.

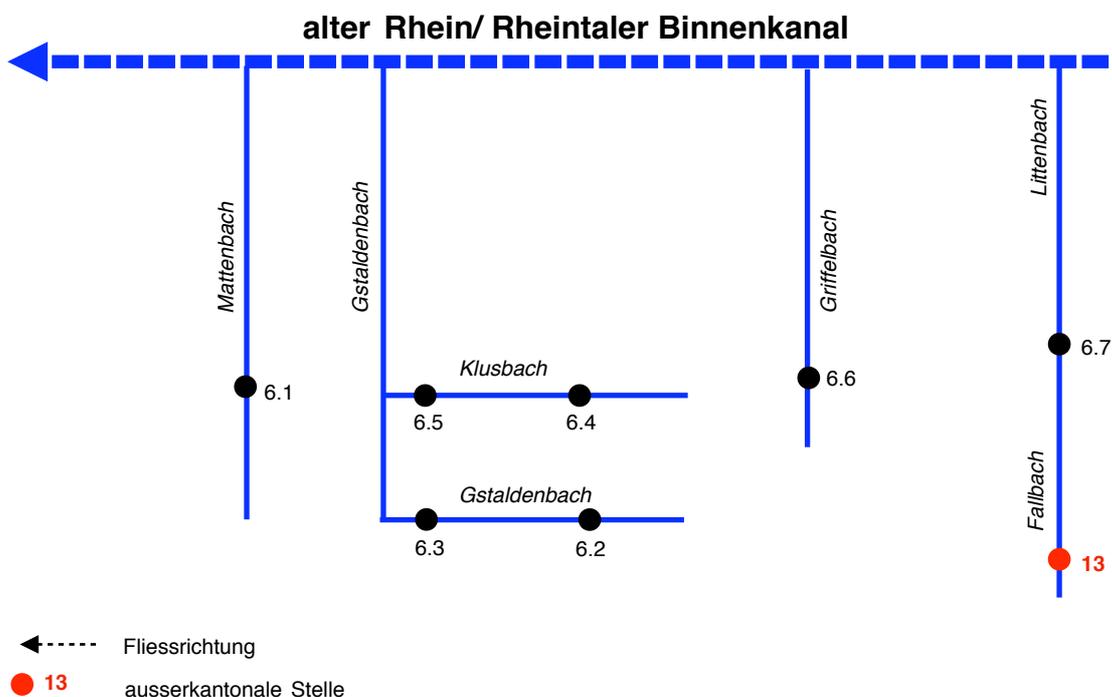


Abb. EZG Rheintal1. Untersuchungsstellen und ARA-Einleitungen des Einzugsgebiets Rheintal (schematisch).

Im **Klusbach** konnte an der unteren Stelle 6.5 im Frühling wenig Schaum festgestellt werden. An allen drei Probenahmedaten war das Wasser trüb, was mit Bauarbeiten im Bach zusammenhing. Hinzu kam im Sommer und Herbst eine geringe Verschlämmung. An der flussaufwärts gelegenen Stelle 6.4 war im Frühling und Sommer ebenfalls eine geringe Verschlämmung feststellbar.

Im **Fallbach** trat im Sommer und Herbst eine geringe Verschlämmung auf. An der Stelle Nr. 13, welche im Oberlauf des Fallbachs auf Kantonsgebiet Innerrhoden liegt, wurde hingegen noch gar keine Beeinträchtigung festgestellt.

Im **Mattenbach** trat einzig im September eine mittlere Verschlämmung auf, die wahrscheinlich von einer flussaufwärts gelegenen Baustelle verursacht wurde.

Da das Abwasser aus dem Vorderland nach Altenrhein fliesst, werden die Bäche nicht durch Kläranlagen belastet, was deren tendenziell besseren Zustand im Vergleich zum Mittel- und Hinterland erklärt.

4.5.2 Biologie

Pflanzlicher Bewuchs (Abb. EZG Rheintal2)

Der Algenbewuchs zeigte an den Untersuchungsstellen im gesamten Einzugsgebiet einen guten bis sehr guten Zustand an. Bei den fädigen Algen handelte es sich fast ausschliesslich um die Art *Cladophora sp.*. Nur an der Stelle 6.3 im **Gstaldenbach** trat auch *Vaucheria* auf, welche als Nährstoffzeiger gilt.

Makrophyten und Moose wurden lediglich vereinzelt gefunden.

An der Stelle 6.2 wurden am Ufer vereinzelt und am Waldrand ein dichter Bestand des Springkrautes gefunden, welches als invasive Pflanzenart gilt und sich entlang von Gewässerläufen ausbreitet. Das AfU unternahm grosse Anstrengungen, um den Bestand an dieser Stelle unter Kontrolle zu halten.

Kieselalgenindex DI-CH (Abb. EZG Rheintal3)

Der DI-CH indizierte im gesamten Einzugsgebiet einen guten bis sehr guten Gewässerzustand. Eine geringe Belastung wurde im **Klusbach** und im **Fallbach** festgestellt, wo der DI-CH leicht erhöht war.

Makrozoobenthos

Makroindex (Abb. EZG Rheintal4)

Beim Makroindex zeigten die Wasserwirbellosen weitgehend unbelastete Verhältnisse an, womit die Qualitätsstufen "sehr gut" erreicht wurden.

Taxazahl, Gesamtindividuedichte, Diversität (Abb. EZG Rheintal5 und 6)

Die Taxazahlen der beprobten Fließgewässer im Einzugsgebiet Rheintal lagen allesamt unter dem Mittelwert aller im Kanton Appenzell AR beprobten Stellen. Die Gesamtindividuedichte und die Diversität lagen einzig im **Mattenbach** wenig über diesen Mittelwerten. Einer der Gründe hierfür ist das Fehlen von Kläranlagen, die durch den Nährstoffeintrag in den Vorfluter für erhöhte Besiedlungsdichten verantwortlich sind.

Gemeinschaft (Abb. EZG Rheintal7)

Die Wasserwirbellosengemeinschaften waren im **Klus- und Gstaldenbach** relativ ähnlich, an beiden Untersuchungsstellen waren die Zuckmückenlarven dominierend. Der **Mattenbach** unterschied sich deutlich von diesen beiden Bächen. Dominant waren hier die Steinfliegenlarven. Mit bedeutenden Anteilen kamen ausserdem Eintagsfliegen- und Zuckmückenlarven vor.

Biologische Gesamtbeurteilung (Abb. EZG Rheintal12)

Der **Griffelbach** wies einen sehr guten Gewässerzustand auf.

Bei allen übrigen Gewässern (**Fallbach, Klusbach, Gstaldenbach** und **Mattenbach**) indizierten die beprobten Parameter insgesamt einen guten Zustand.

4.5.3 Chemie (Abb. EZG Rheintal8-10 und Abb. EZG Rheintal13)

Sämtliche untersuchten Stellen des Einzugsgebietes Rheintal hielten die Grenzwerte gemäss GSchV ein.

Bei den Stickstoffverbindungen wurden im **Klusbach** an beiden Untersuchungsstellen leicht erhöhte Nitratwerte festgestellt, die wahrscheinlich landwirtschaftlichen Ursprunges sind.

Im **Gstalden-, Griffel- und Klusbach** wurden leicht erhöhte DOC-Werte gemessen, welche der Qualitätsstufe gut entsprachen. Im Klusbach dürften diese erhöhten Werte natürlicherweise vorkommen. Die Weiler- und Flurnamen (Torfnest, Neienriet, Riethalden) im Einzugsgebiet des Klusbachs weisen nämlich auf ein ehemaliges Riedgebiet hin.

Die Konzentrationen des Gesamt-Phosphors zeigten mit Ausnahme des **Mattenbaches** überall eine zumindest geringe Belastung an. Im **Griffel- und Fallbach** sowie im Oberlauf des **Klusbachs** war nur der Juniwert leicht erhöht, was der Zustandsklasse gut entsprach. Im Unterlauf des Klusbachs und im **Gstaldenbach** traten ganzjährig leicht erhöhte Werte auf. An den Untersuchungsstellen 6.5 im Klusbach und 6.2 im Gstaldenbach erreichten die Gewässer bezüglich Phosphorbelastung im Juni nur noch die Qualitätsstufe mässig.

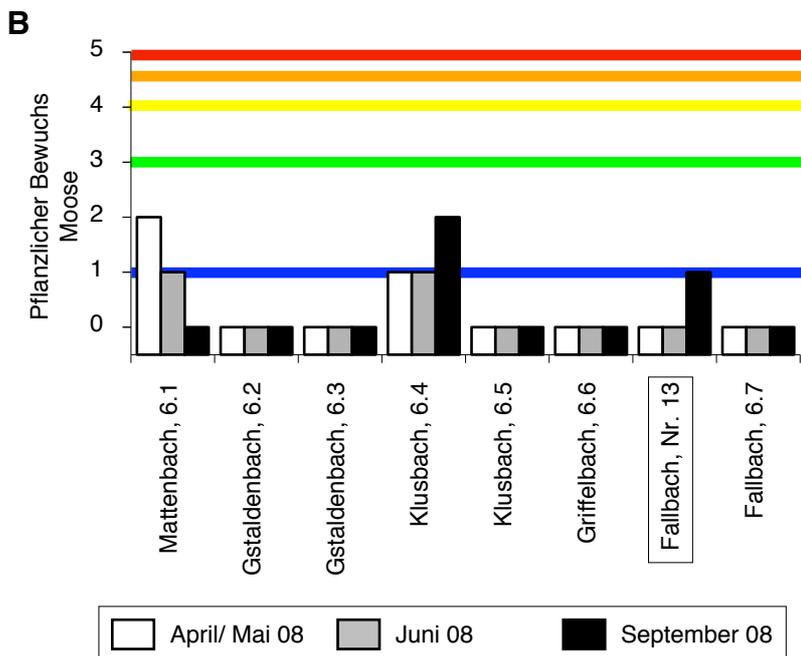
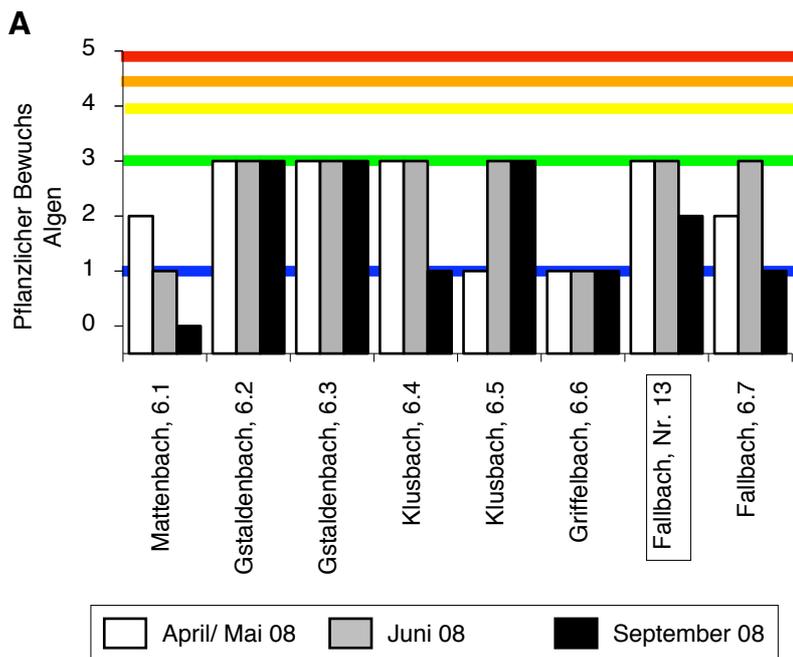
Tab. EZG Rheintal1. Ergebnisse der Beurteilung des Äusseren Aspekts.

Anforderungen GSchV erfüllt

Erfüllung der Anforderungen GSchV fraglich

Anforderungen GSchV nicht erfüllt

Gewässer	Stelle	Kanton	September 08										Überblick										
			April/Mai 08					Juni 08					September 08					April	Juni	September	Gesamt		
			Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	Fes	Trübung	Verfärbung	Geruch	Schaum	Verschlämung	Abfälle	Heterotr. Bewuchs	Fes	April	Juni	September	Gesamt	
Mattenbach	6.1	AR	keine	keine	keine	keine	keine	keine	keine	0.0 %	keine	keine	keine	keine	mittel	keine	keine	keine	0.0 %				
Gstaldenbach	6.2	AR	keine	keine	keine	wenig	viel	keine	wenig	0.0 %	geringe	keine	keine	keine	mittel	keine	keine	keine	0.0 %				
Gstaldenbach	6.3	AR	geringe	keine	keine	mittel	kein	keine	wenig	0.0 %	keine	keine	keine	wenig	kein	keine	keine	keine	0.0 %				
Klusbach	6.4	AR	keine	keine	keine	kein	wenig	keine	kein	0.0 %	keine	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %				
Klusbach	6.5	AR	geringe	keine	keine	wenig	kein	keine	kein	0.0 %	geringe	keine	keine	kein	wenig	keine	keine	keine	0.0 %				
Griffelbach	6.6	AR	keine	keine	keine	wenig	kein	keine	kein	0.0 %	keine	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %				
Fallbach	Nr. 13	AI	keine	keine	keine	kein	kein	keine	kein	0.0 %	keine	keine	keine	kein	kein	keine	keine	keine	0.0 %				
Fallbach	6.7	AR	keine	keine	keine	kein	kein	keine	kein	0.0 %	keine	keine	keine	kein	wenig	keine	keine	keine	0.0 %				



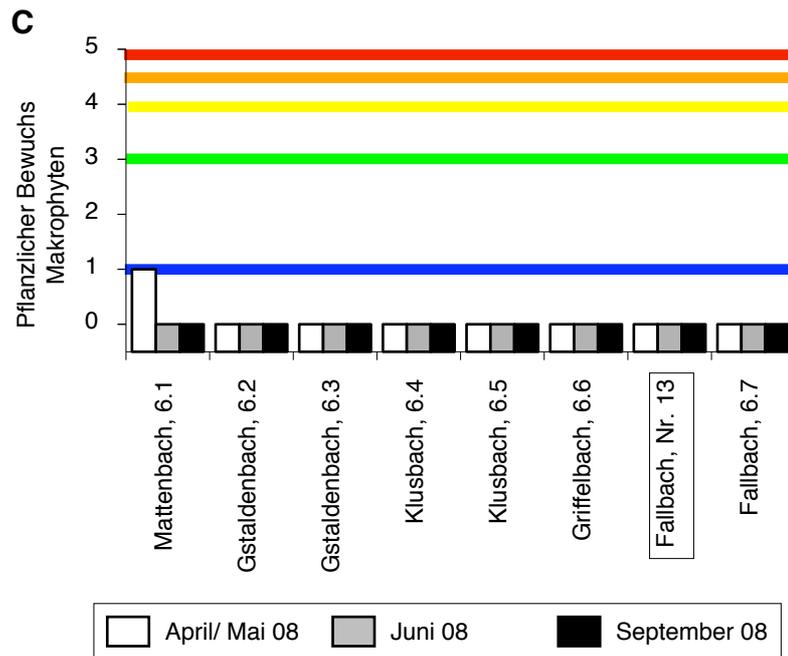


Abb. EZG Rheintal2. *Pflanzlicher Bewuchs* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Rheintal im April/Mai, Juni und September 2008 in Fließrichtung. A: Algenbewuchs; B: Bewuchs mit Wassermoosen; C: Bewuchs mit Makrophyten. Die eingeraumten Stellen liegen auf dem Kantonsgebiet von AI.

Zustandsklassen des pflanzlichen Bewuchses in Anlehnung an Chaix et al. (1995):



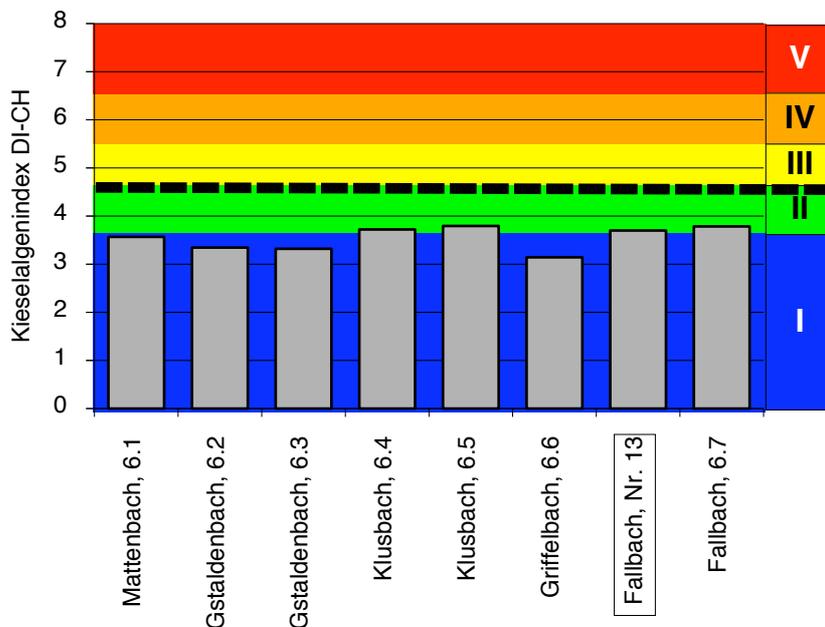


Abb. EZG Rheintal3. *Kieselalgenindex DI-CH (Zweiteichung)* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Rheintal im April/ Mai 2008 in Fließrichtung. Die eingerahmten Stellen liegen auf dem Kantonsgebiet von AI.

Qualitätsstufen gemäss BAFU Modul Kieselalgen (Stufe F), 2007.

I = sehr gut, II = gut, III = mässig, IV = unbefriedigend, V = schlecht.

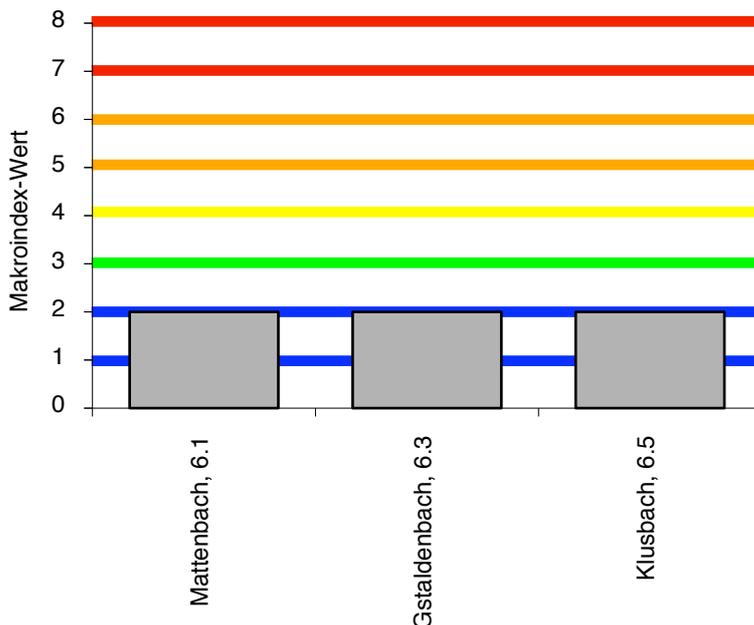


Abb. EZG Rheintal4. *Makroindex* an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Rheintal im April/ Mai 2008 in Fließrichtung.

Makroindex

1 = unbelastet, 2 = wenig belastet, 3 = tolerierbar belastet, 4 = nicht mehr tolerierbar belastet, 5 = deutlich belastet, 6 = stark belastet, 7 = sehr stark belastet, 8 = übermässig belastet.

Qualitätsstufen gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (Stufe F), Stand März 2005.

I = sehr gut, II = gut, III = mässig, IV = unbefriedigend, V = schlecht.



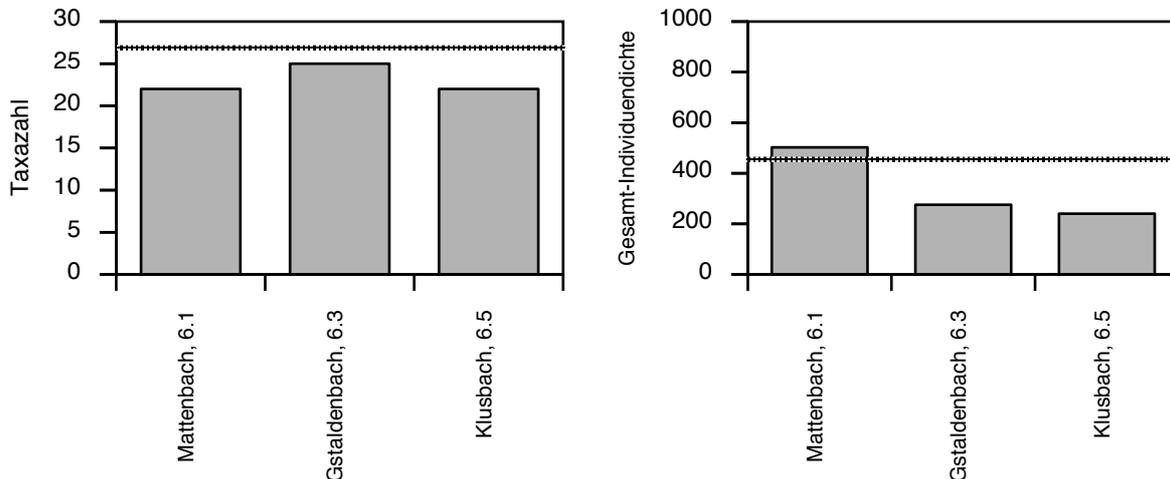


Abb. EZG Rheintal5. Taxazahlen (links) und Gesamt-Individuendichte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Rheintal im April/ Mai 2008 in Fließrichtung.

----- Mittelwert über sämtliche Stellen im Kanton AR.

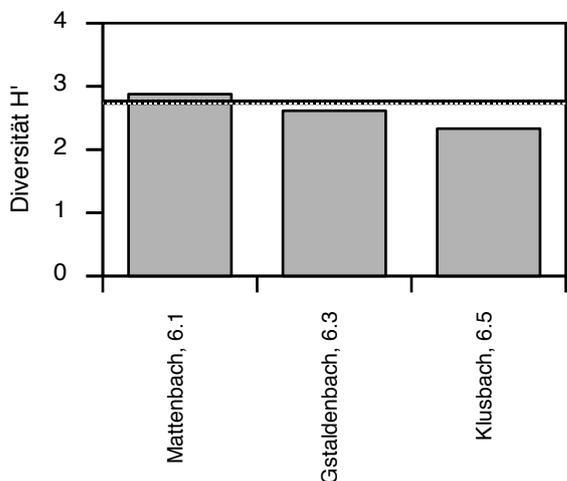


Abb. EZG Rheintal6. Diversität H' (nach Shannon&Weaver) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Rheintal im April/ Mai 2008 in Fließrichtung.

----- Mittelwert über sämtliche Stellen im Kanton AR.

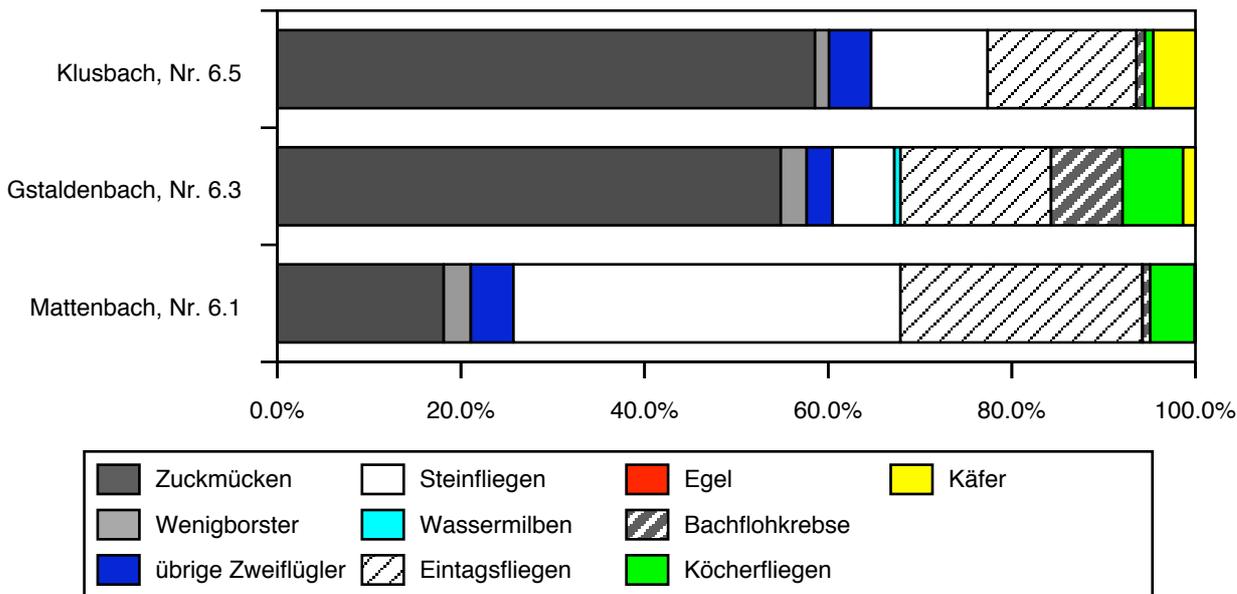


Abb. EZG Rheintal7. Relative Häufigkeit der Makrozoobenthos-Grossgruppen an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Rheintal im April/ Mai 2008 in Fließrichtung.

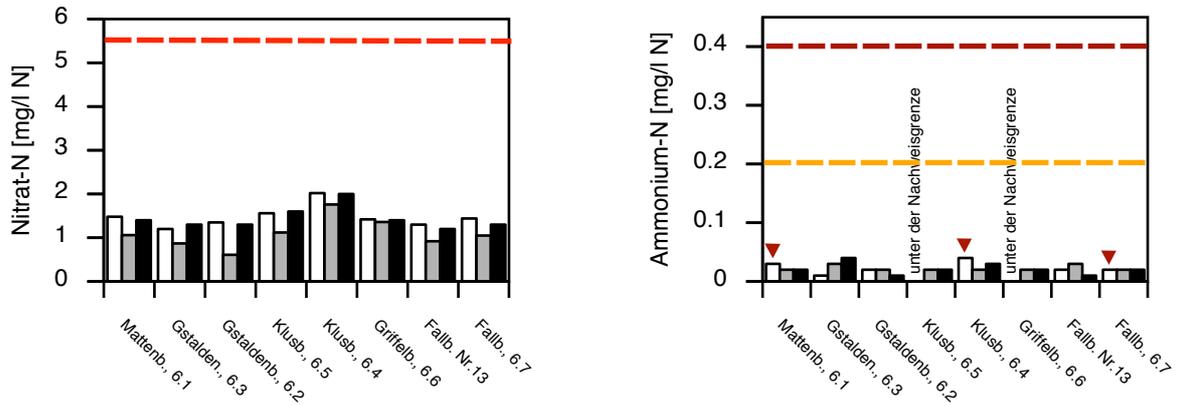


Abb. EZG Rheintal8. Nitrat-N- (links) und Ammonium-N-Werte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Rheintal während der 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.

- Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 2.
- Ammoniumkonz. bei > 10°C oder > pH 9 (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
- Ammoniumkonz. bei <10°C (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006). Gültig für markierte Werte: ▼

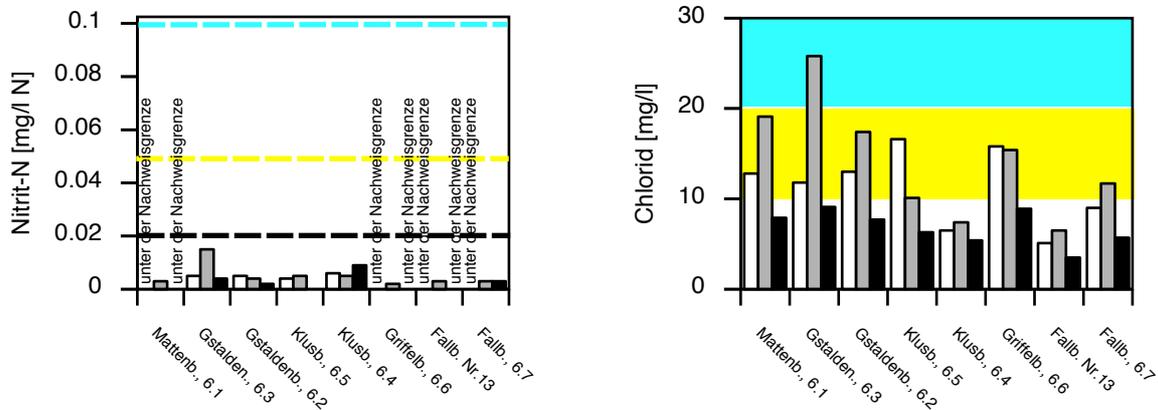


Abb. EZG Rheintal9. Nitrit-N- (links) und Chlorid-Werte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Rheintal während der 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.

- Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei < 10 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
- Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei 10-20 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).
- Nitritkonz. in Salmonidengewässern bei < 20 mg/l Cl⁻ (Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie, 2006).

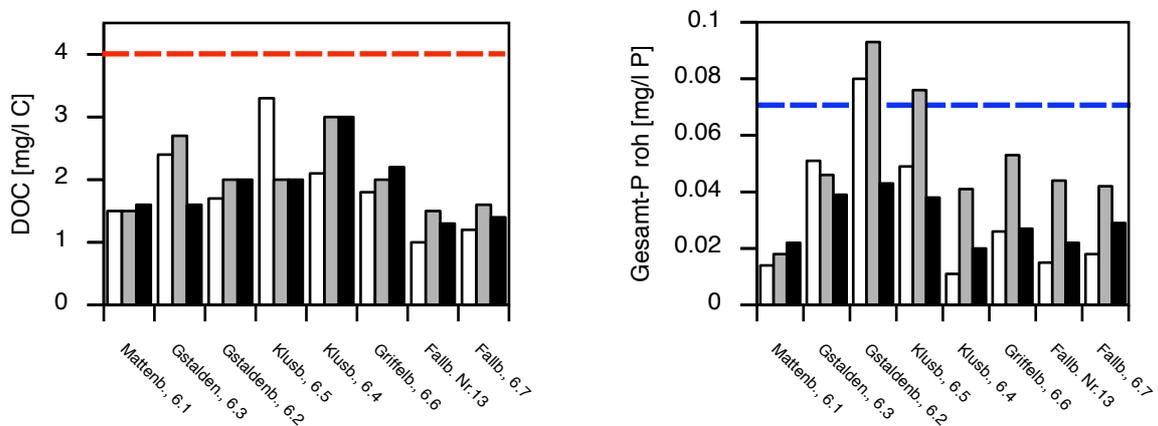


Abb. EZG Rheintal10. DOC (links) und Gesamt-Phosphor-Werte (rechts) an den Untersuchungsstellen des Flusseinzugsgebietes Rheintal während den 3 Messkampagnen 2008 (Untersuchungsstellen in Fließrichtung). Weiss = April/ Mai 2008, grau = Juni 2008, schwarz = September 2008.

- Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV, Anhang 2.
- Zielvorgabe gem. BAFU Modul Chemie (200).

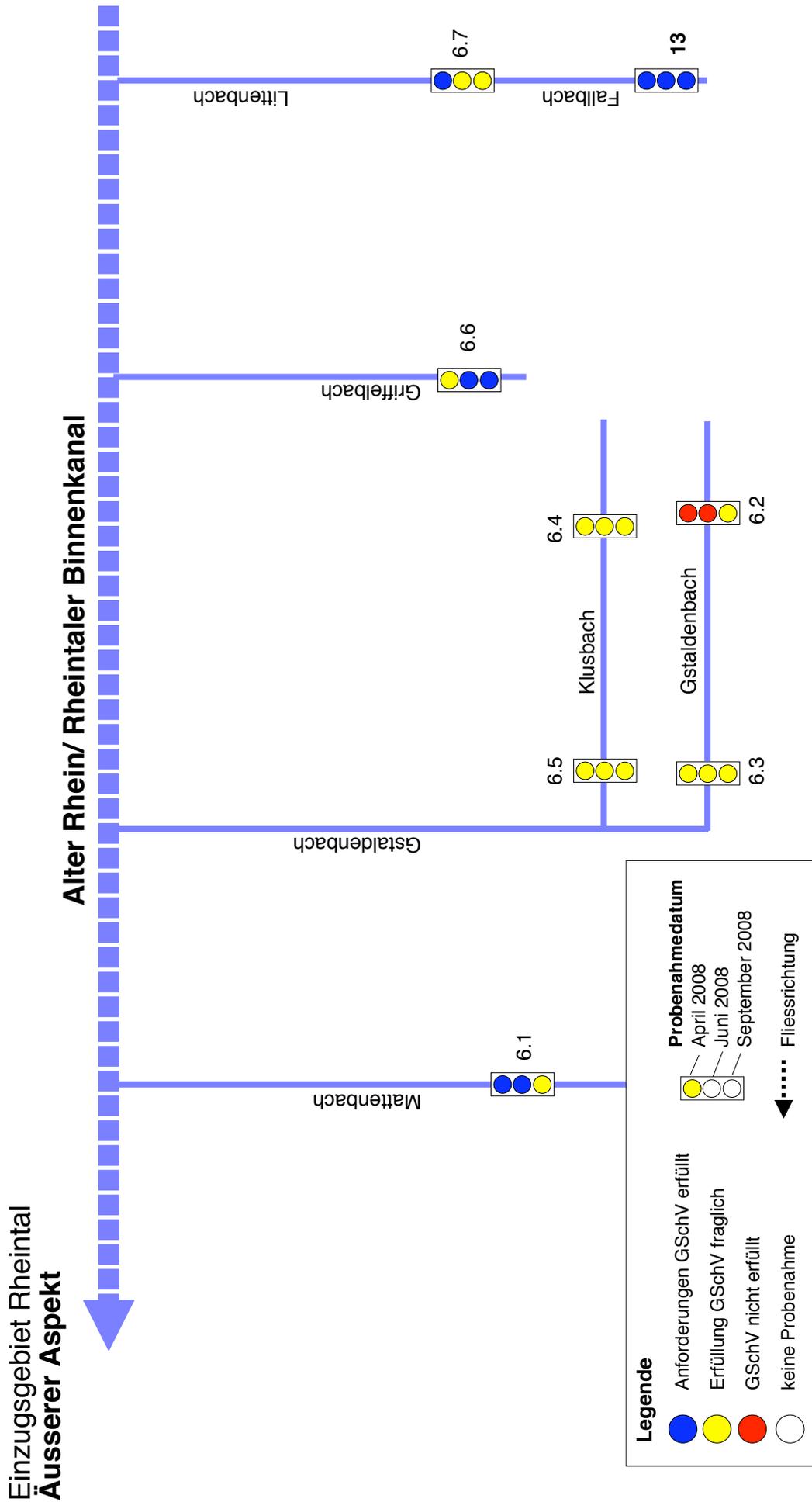


Abb. EZG Rheintal11. Gesamtbeurteilung Äusserer Aspekt während der drei Probenahmen im April/ Mai, Juni und September 2008 aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet des Rheintals gemäss BAFU Modul Äusserer Aspekt (2007). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

Einzugsgebiet Rheintal
Biologische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes

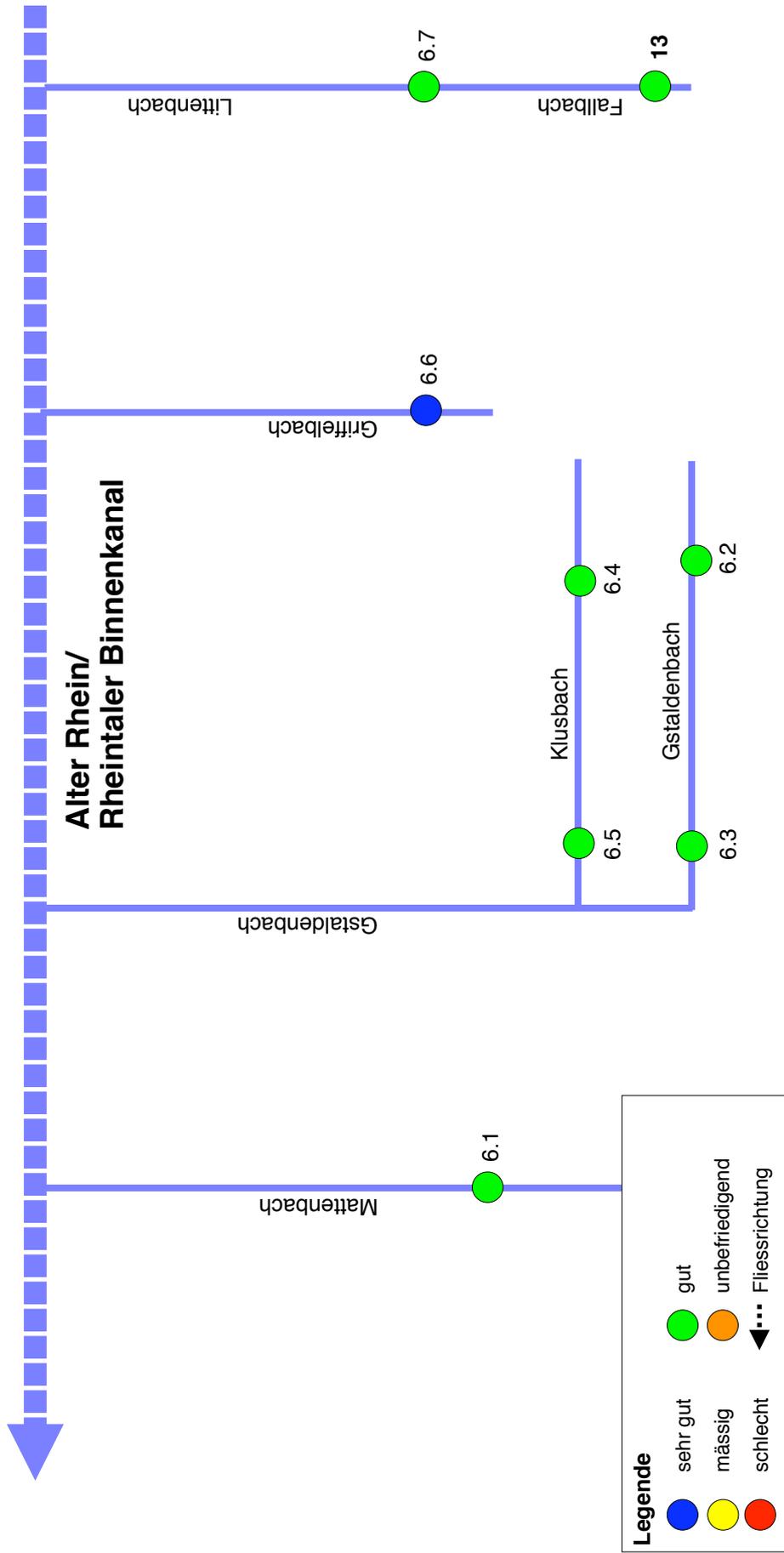


Abb. EZG Rheintal12. Biologische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet des Rheintals: Pflanzlicher Bewuchs in Anlehnung an *Chaix et al.* (1995), DI-CH gemäss BAFU Modul Kieselalgen (2007), Makroindex gemäss BAFU Modul Makrozoobenthos (2005). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

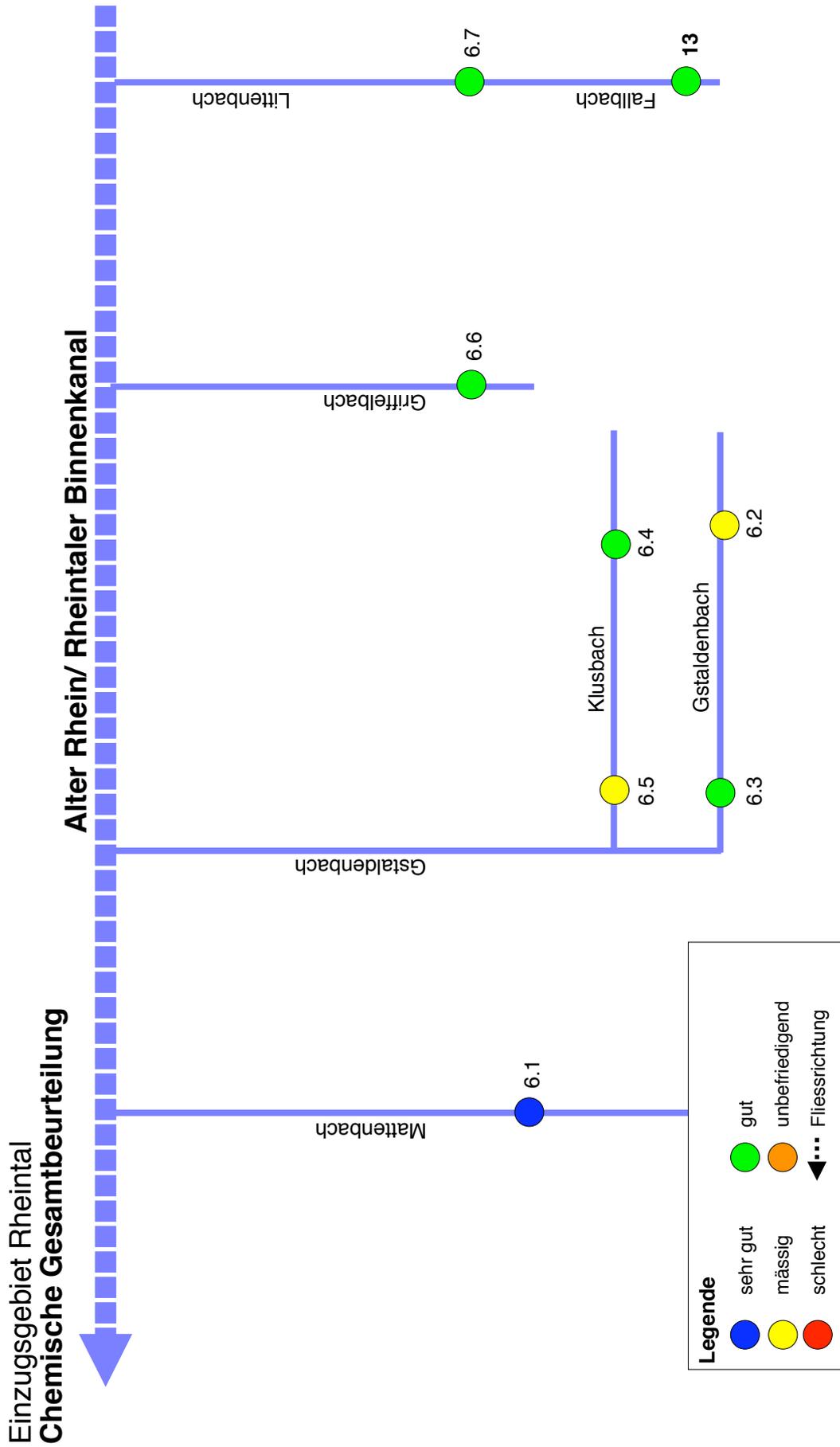


Abb. EZG Rheintal13. Chemische Gesamtbeurteilung des Gewässerzustandes aller untersuchten Fließgewässer im Einzugsgebiet des Rheintals gemäss dem BAFU Modul Chemie (Stufe F) (2006). Für die Gesamtbeurteilung war der jeweils am schlechtesten klassierte Parameter ausschlaggebend.

5 Folgerungen und Massnahmen

Die Untersuchungen 2008 zeigten insgesamt ein passables Bild der Fliessgewässer im Kanton Appenzell AR. Stellt man die Appenzeller Fliessgewässer vergleichbaren Gewässern in der Schweiz gegenüber, ist die Wasserqualität tendenziell schlechter, die Ökomorphologie der Gewässer hingegen tendenziell besser.

Die augenscheinlichsten und damit stärksten Belastungen der Fliessgewässer wurden hauptsächlich durch die Einleitung von geklärtem Abwasser verursacht. Die Verdünnung des gereinigten Abwassers durch das Gewässer kann nur bei den Flüssen (und ausserhalb der Restwasserstrecken) in einem ausreichenden Verhältnis von $> 1 : 10$ erreicht werden. Beim Grossteil der Kläranlagen wird dieser Wert überschritten. Bei Bächen verschlechtert sich dieses Verhältnis bei geringer Wasserführung zudem dramatisch. Um die Wasserqualität trotzdem gewährleisten zu können, müssen bei den einzelnen Anlagen strengere Anforderungen an die Qualität des gereinigten Abwassers gestellt werden. Falls technisch möglich, kann zudem ein alternativer Einleitungsort die Situation verbessern. Wird das gereinigte Abwasser in eine Restwasserstrecke eingeleitet, kann mit der Erhöhung der Restwassermenge das Mischverhältnis verbessert werden.

Die Verschmutzungen der Fliessgewässer ohne ARA-Anschlüsse stammen hauptsächlich aus der landwirtschaftlichen Nutzung des Umlandes, welche aus zum Teil intensivem Futteranbau mit entsprechend grossem Gülleaustrag besteht. Eine generelle Optimierung der Düngung, die vermehrte Bestockung der Ufer und die Durchsetzung der Düngeverbote sind Ansätze zur Verbesserung der Situation. Mittel- und langfristig ist es auch sinnvoll, Ökoflächen und Vernetzungsprojekte vermehrt an die Gewässer zu legen. Die Ausscheidung eines genügend grossen Gewässerraumes und die Renaturierung von Fliessstrecken um die Selbstreinigung im Gewässer zu verbessern, stellen weitere mögliche Massnahmen dar.

Die Einleitung von Strassen- und Platzabwasser führt zu einer weiteren Belastung der Gewässer, falls möglich sollte eine Versickerung angestrebt werden, um die Gewässer zu entlasten. Falls eine Versickerung des Strassenabwassers an viel befahrenen Strassen aus Platzgründen nicht möglich ist, sollte die Vorbehandlung des Schmutzwassers in einer Strassenabwasserbehandlungsanlage (SABA) geprüft werden. Die Versiegelung des Bodens soll wo nicht zwingend notwendig unterlassen werden.

Die Verbreitung von invasiven Neophyten konnte auch an den beprobten Fliessgewässern beobachtet werden. Es handelt sich dabei um das Springkraut, welches sich sehr schnell ausbreiten kann. Bestehende Vorkommen sollen so weit möglich vernichtet werden und eine weitere Ausbreitung (z.B. durch Bauprojekte) verhindert werden.

In Tabelle Mass.1 sind für die Gewässer im Kanton Appenzell AR., welche die ökologischen Ziele und die Anforderungen an die Wasserqualität nicht erreichten, die in Frage kommenden Ursachen für die Verschmutzung und die daraus abgeleiteten Massnahmen aufgeführt.

Tab. Mass1. Übersicht über die möglichen Ursachen der Beeinträchtigungen der untersuchten Fließgewässer und daraus abgeleitete mögliche Massnahmen.

Mögliche Ursache(n)	EZG	Gewässer	Mögliche Massnahme(n)
Kläranlagen Einleitung ARA	Glatt	Glatt	Verbesserung der Reinigungsleistung ARA
	Urnäsch	Urnäsch Unterlauf	Verdünnungsverhältnis verbessern
		Wissbach	Alternativen Einleitungsort wählen
		Sonderbach	Restwasser erhöhen
	Sitter	Sitter (v.a. Restwasserstrecke)	
		Rotbach	
		Klösterlibach	
	Goldach	Goldach	
		Mühlbach	
		Holderenbach	
Landwirtschaft Eintrag von Düngstoffen aus der Landwirtschaft, Abschwemmungen, Abwässer, etc.	Glatt	Glatt	Düngung optimieren
		Eggelibach	Düngeverbot im Pufferstreifen kontrollieren/ Ufer bestocken
		Wissenbach	
	Urnäsch	Sonderbach	Abwasserbehandlung überprüfen
	Sitter	Sitter Oberlauf	Erforderlichen Raumbedarf der aufgelisteten Gewässer und deren Zuflüsse sichern
		Rotbach Oberlauf	
		Wattbach	Zuflüsse der grösseren Gewässer im Bereich der landwirtschaftlichen Nutzflächen renaturieren um Selbstreinigung zu verstärken
	Goldach	Goldach	
	Rheintal	Fallbach	
		Klusbach	Vernetzungsprojekte entlang Gewässer fördern
Gstaldenbach			
Mattenbach			
Strassen-, Platzabwasser Chemische und hydraulische Belastung des Vorfluters		Gewässer im Siedlungsgebiet	Schmutzwasser versickern Versiegelte Flächen minimieren Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABAs) erstellen
Invasive Neophyten Verdrängung der einheimischen Pflanzenwelt	Urnäsch	Urnäsch (3.1)	Bestehende Bestände bekämpfen Weitere Besiedlung verhindern
	Goldach	Goldach (5.1)	
	Rheintal	Gstaldenbach (6.2)	

6 Literaturverzeichnis

- AWEL (1998): Oberflächengewässer und Abwasserreinigungsanlagen. Zürcher Umweltpraxis, Gewässerschutz. S. 1-67.
- Bayrisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1996): Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 4/96, 548 S.
- BAFU (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Kieselalgen. Stufe F (flächendeckend). Mitt. Gewässerschutz. Version vom 18. Sept. 2000.
- BAFU (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz: Äusserer Aspekt. Stufe F (flächendeckend).
- BAFU (Stand 2006): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz: Chemie. Stufe F (flächendeckend). In Arbeit.
- BAFU (Stand 2005): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz: Makrozoobenthos. Stufe F (flächendeckend). In Arbeit.
- Chaix, O., Ochsenbein, U. & Elber, F. (1995): Prioritäten für technisch-bauliche Gewässerschutzmassnahmen. Methode zur Festlegung von Prioritäten aufgrund von Indikatoren der chemisch-physikalischen und biologischen Gewässergüte und des Kosten-Nutzen-Verhältnisses der Massnahmen. Gas-Wasser-Abwasser 75 (9): 703-713.
- Douglas, B. (1958): The ecology of the attached diatoms and other algae in a small stony stream. J. Ecol. 46: 295-322.
- Eichenberger, E. (1972): Ökologische Untersuchungen an Fliessgewässern. III. Die jahreszeitlichen Veränderungen im Verhältnis von heterotropher zu phototropher Biomasse bei verschiedenen Abwasserbelastungen. Schweiz. Z. Hydrol. 34: 155-172.
- Frutiger, A. & Sieber U. (2005): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer, Makrozoobenthos - Stufe F, Entwurf, Stand März 2005.
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991 (Stand am 24. Dezember 1998).
- Gewässerschutzverordnung. Vom 28. Oktober 1998 (Stand am 15. Dezember 1998), Gesetzes-Nr. 814.201.
- Perret, P. (1977): Zustand der schweizerischen Fliessgewässer in den Jahren 1974/1975 (Projekt Mapos). Eidg. Amt für Umweltschutz und EAWAG, 276 S.
- Rott, E., Hofmann, G., Pall, K., Pfister, P. & Pipp, E. 1997. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fliessgewässern. Teil 1: Saprobielle Indikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaftskataster, Wien, 73 S.
- Schmedtje, U., Bauer, A., Gutowskil, A., Hofmann, G., Leukart, P., Melzer, A., Mollenhauer, D.,

- Schneider, S. & Tremp, H. (1998): Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophytendominierten Fließgewässern. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München. Informationsberichte Heft 4/99, 516 Seiten.
- Shannon, C. & Weaver, W. (1949): The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press., Urbana.
- Straub, F. (1981): Utilisation des membranes filtrantes en téflon dans la préparation des diatomées épilithique. Comptes rendus du 2e colloque de l'ADLAF. Cryptogamie, Algologie 2 (2), 153.
- Thomas, E. A. & Schanz, F. (1976): Beziehungen zwischen Wasserchemismus und Primärproduktion in Fließgewässern, ein limnologisches Problem. Vjsschr. Natf. Ges. Zürich, 121: 309-317.
- Zelinka, M., & Marvan, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. Arch. Hydrobiol. 57: 389-407.