



**Überwachung der Vorfluter im Kanton Appenzel Ausserrhoden
Auswertung der Messdaten 2005/2006**



Kontaktstelle

Amt für Umwelt Appenzell Ausserrhoden

Kasernenstrasse 17

9102 Herisau

Tel.: 071 353 65 35, Fax: 071 353 65 36; E-Mail: afu@ar.ch, www.ar.ch/afu



Inhalt

Vorwort	4
Zusammenfassung	5
Messprogramm	6
Messstellen	6
Glatt	6
Urnäsch	6
Sitter	6
Goldach	7
Untersuchte Parameter	7
Wechsel von Gesamt-Phosphor zu Ortho-Phosphat	7
Datenauswertung	8
Ergebnisse	9
Einzugsgebiet Glatt	10
Glatt	10
Einzugsgebiet Urnäsch	10
Urnäsch	10
Badtobelbach	10
Sonderbach	10
Stösselbach	11
Einzugsgebiet Sitter	11
Sitter	11
Rotbach	11
Goldibach	11
Klösterlibach	11
Einzugsgebiet Goldach	11
Goldach	11
Säglibach	12
Mülibach	12
Holderenbach	12
Anhang 1	13
Stickstoff	13
Ammonium-/Ammoniak-Stickstoff ($\text{NH}_4^+\text{-N}$ / $\text{NH}_3\text{-N}$):	13
Nitrit-Stickstoff ($\text{NO}_2^-\text{-N}$):	13
Nitrat-Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$):	13
Gesamt-Phosphor (P-gesamt):	13
Ortho-Phosphat (Ortho-P) :	14
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB_5):	14
Chlorid	14
pH-Wert	14
Temperatur	14
Sauerstoff	14
Elektrische Leitfähigkeit	14
Anhang 2	15
Modulstufenkonzept	15



Vorwort

Die allgemeinen Anforderungen an die Wasserqualität oberirdischer Gewässer sind in der Gewässerschutzverordnung definiert. Insbesondere darf sich im Gewässer nach weitgehender Durchmischung durch Abwassereinleitungen kein Schlamm, keine Trübung, keine Verfärbung und kein Schaum bilden. Der Geruch des Wassers darf sich gegenüber dem natürlichen Zustand nicht störend verändern und es darf sich kein sauerstoffarmer Zustand und kein nachteiliger pH-Wert einstellen. Für verschiedene chemische Parameter legt die Verordnung Grenzwerte oder Zielvorgaben fest. Im Rahmen des Modulstufenkonzeptes werden im Modul Chemie Zielvorgaben für weitere Parameter wie z.B. Nitrit und Ortho-Phosphat empfohlen (Erläuterung Modulstufenkonzept siehe Anhang 2).

Die Standorte der Kläranlagen (ARA) des Kantons Appenzell Ausserrhoden konzentrieren sich auf das Hinter- und Mittelland. Das gereinigte Abwasser wird in die Glatt, Urnäsch, Sitter oder Goldach resp. in ihre Nebenbäche (Vorfluter) eingeleitet. Im Vorderland befinden sich - mit Ausnahme der beiden Anlagen von Rehetobel - keine Kläranlagen. Das kommunale Abwasser wird via Abwasserkanäle sanktgallischen Kläranlagen zugeführt.

Die Belastung der Ausserrhoder Bäche, die als Vorfluter dienen, wird seit Mitte 2000 überprüft. Die Kläranlagenabläufe und die entsprechenden Bäche werden einmal monatlich durch das Personal der Kläranlagen und durch das Amt für Umwelt (AfU) zeitgleich beprobt. Die insgesamt 44 Proben werden in den Labors der Kläranlagen analysiert und die Daten anschliessend vom AfU ausgewertet.

Den Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen der partizipierenden Kläranlagen und insbesondere dem Personal der ARA Bachwis, welches im Auftrag des AfU AR für die Analytik der zusätzlichen AfU-Proben besorgt ist, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.



Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Messergebnisse der Vorfluterkontrolle 2005 - 2006. Basierend auf dem Modulstufenkonzept (Modul Chemie) wird die chemische Belastung der Gewässer mit Vorfluterfunktion grafisch dargestellt und kommentiert. Die Darstellung des Berichtes entspricht derjenigen des Berichtes 2003 - 2004. Bei der Auswertung des Phosphors wurde jedoch von Gesamt-Phosphor auf Ortho-Phosphat gewechselt. Damit kann der Einfluss der Kläranlagen auf die Gewässer besser erfasst werden.

Grundsätzlich hat sich die Qualität der appenzellischen Fließgewässer, die auch als Vorfluter dienen, kaum verändert. Auffallend waren die hohen Chloridkonzentrationen im Winter 2005/2006, welche auf dem massiv höheren Salzverbrauch im Winterdienst beruhen. Auffallend war in den letzten beiden Jahren auch der Vormarsch des drüsigen Springkrautes. Der rosa blühende Neophyt beeinträchtigt die Gewässerqualität zwar nicht, verdrängt aber die heimische Ufervegetation.

In den **Hauptgewässern** Urnäsch, Sitter und Goldach war die Wasserqualität bzgl. chemischer Belastung wiederum befriedigend. Die Qualität der Glatt lässt wegen der hohen Belastung durch die ARA Herisau - infolge sehr schlechter Verdünnung - und dem nach wie vor ungelösten Schaumproblem immer noch zu wünschen übrig. Dank allgemein guter Reinigungsleistung der Kläranlagen lagen die fischgiftigen Stickstoffkonzentrationen (Ammonium/Ammoniak und Nitrit) mit wenigen Ausnahmen wiederum ganzjährig unter den gesetzlichen Grenzwerten bzw. den erwünschten Zielvorgaben. Die Ortho-P-Konzentrationen überstiegen den Zielwert von 0.04 mg/l verschiedentlich. Da Phosphor für das Algenwachstum limitierend ist, sollte der Zielwert möglichst eingehalten werden. Verglichen mit anderen voralpinen Bächen weisen die appenzellischen Gewässer immer noch ein zu hohes Algenwachstum auf. Neben der weiteren Optimierung der Reinigungsleistung der Kläranlagen muss der Minimierung des Nährstoffeintrages durch landwirtschaftliche Tätigkeit mehr Beachtung geschenkt werden (Abstand zu Gewässern und Düngen zur rechten Zeit).

In den **Nebengewässern**, die gereinigtes Abwasser zu den Hauptgewässern führen, war die Belastung hauptsächlich wegen der geringen Verdünnung wiederum deutlich grösser als in den Hauptgewässern.

Oberhalb der Kläranlagen wiesen die Bäche in den meisten Fällen eine geringe, landwirtschaftlich bedingte Belastung auf. Vereinzelt überschritten die Ortho-P-Werte und der biologische Sauerstoffbedarf den Grenz- bzw. Zielwert.

Direkt **unterhalb der Kläranlagen** war die Wasserqualität trotz guter Reinigungsleistung der ARAs wiederum deutlich schlechter als oberhalb. Bei grösseren Vorflutern wurden die Grenz- und Zielwerte mit Ausnahmen bei Ortho-P und biologischem Sauerstoffbedarf jedoch meistens eingehalten. Dank allgemein guter Nitrifizierung in den Kläranlagen waren in den Vorflutern die fischtoxischen Ammonium- und Nitritkonzentration relativ tief und die Nitratbelastung war dementsprechend hoch. Eine Reduktion der Nitratbelastung wäre nur durch Denitrifizierung (eine zusätzliche Reinigungsstufe) möglich. Bei kleinen Vorflutern und der Glatt kann wegen dem schlechten Verdünnungsverhältnis kaum eine Verbesserung erwartet werden. Eine Verbesserung sollte sich hingegen im Goldibach einstellen, da die Kläranlage Wetti, Teufen, im Oktober 2006 aufgehoben wurde.

Da es sich bei der Vorfluterkontrolle um die Auswertung von monatlichen Einzelwerten handelt, kann die chemische Belastung der Gewässer im Jahresverlauf nicht vollständig abgebildet werden. Längerfristig kann aber die Entwicklung der Belastung dargestellt und allfällige Massnahmen können daraus abgeleitet werden.



Messprogramm

Die Beprobung der Kläranlagenabläufe und der entsprechenden Bäche erfolgt durch das Personal der Kläranlagen (ARA). Bei den grösseren Kläranlagen wird das Gewässer oberhalb und unterhalb des Einlaufes der Kläranlage und der Kläranlagenablauf selbst beprobt. Bei kleineren Gruppenanlagen wird neben dem Kläranlagenablauf das Gewässer nur unterhalb der Einleitung beprobt. Unterhalb der Kläranlagen sind die Probenahmestandorte so gewählt, dass eine genügende Durchmischung vorausgesetzt werden kann. Das Amt für Umwelt (AfU) untersucht zusätzlich und zeitgleich Standorte bei wichtigen Zusammenflüssen an den Kantons- und im Oberlauf der Gewässer (Referenz). Alle Probenahmen (Momentanproben) erfolgen zu einheitlichen und vorab festgelegten Terminen und Probenahmezeiten und unabhängig von Witterung und Wasserführung. Sämtliche Proben werden in den Kläranlagen nach einheitlichen Kriterien ausgewertet. Es werden nur Parameter untersucht, deren Messung dem Klärpersonal vertraut sind. Bei auffallenden Resultaten werden die Analysen wiederholt, um allfällige Fehlmessungen zu eliminieren.

Messstellen

Nr.	Einzugsgebiet	Bezeichnung/Lage (in Fliessrichtung des Gewässers, zuerst Haupt- und dann Nebenbäche)	Beprobung:
	Glatt		
2.2		Brücke vor ARA Bachwis, Herisau	ARA
2.1A		ARA Bachwis	ARA
2.1		Zellersmüli nach ARA Bachwis	ARA
2.6.1		Glatt nach Mündung Wissenbach	AfU
	Urnäsch		
3.8		Urnäsch nach Einmündung Tosbach	AfU
3.5.1		Urnäsch vor ARA Furt, Urnäsch	ARA
3.5°		ARA Furt	ARA
3.5		Urnäsch nach ARA Furt	ARA
3.3		Urnäsch nach Einmündung Badtobelbach	ARA
3.1		Urnäsch vor Einmündung Sitter	AfU
3.3.2		Badtobelbach vor ARA Aueli, Waldstatt	ARA
3.3.1A		ARA Aueli	ARA
3.3.1		Badtobelbach nach ARA Aueli	ARA
3.2.2		Sonderbach vor ARA Schmitte, Hundwil	ARA
3.2.1A		ARA Schmitte	
3.2.1		Sonderbach nach ARA Schmitte	ARA
2.8°		ARA Saum	ARA
2.8		Stösselbach nach ARA Saum	ARA
	Sitter		
4.4.1		Sitter vor ARA List, Stein	ARA
4.4°		ARA List	ARA
4.4		Sitter nach ARA List	ARA
4.3		Sitter vor Einmündung Rotbach	AfU
4.1		Sitter vor Einmündung Urnäsch	AfU
4.9.1		Rotbach vor ARA Au, Bühler-Gais	ARA



4.9A		ARA Au	ARA
4.9		Rotbach nach ARA Au	ARA
4.7		Rotbach vor Einmündung Sitter	AfU
4.1.3A		ARA Wetli, Teufen	ARA
4.1.3		Goldibach nach ARA Wetli	ARA
4.2.1		Klösterlibach vor ARA Mühltoibel	ARA
4.2°		ARA Mühltoibel, Teufen	ARA
4.2		Klösterlibach nach ARA Mühltoibel	ARA
	Goldach		
5.9		Goldach nach Einmündung Sägibach	AfU
5.7		Goldach nach Einmündung Säglibach	AfU
5.3		Goldach bei Achmüli	AfU
5.7.2		Säglibach vor ARA Brändli, Trogen	ARA
5.7.1A		ARA Brändli	ARA
5.7.1		Säglibach nach ARA Brändli	ARA
5.4.3		Mülibach vor ARA Mühleleli, Speicher	ARA
5.4.2A		ARA Mühleleli	ARA
5.4.2		Mülibach nach ARA Mühleleli	ARA
5.4.5		Holderenbach vor ARA Wiesli, Rehetobel	ARA
5.4.4A		ARA Wiesli	ARA
5.4.4		Holderenbach nach ARA Wiesli	ARA

Untersuchte Parameter

Bei der Probenahme werden Temperatur, pH und Leitfähigkeit vor Ort gemessen. Wasserführung, Wetter, Geruch, Schaum und Trübung werden nach einem einheitlichen Schema beurteilt. In den Labors der Kläranlagen werden chemischer und biologischer Sauerstoffbedarf, Chlorid, Ammonium, Nitrit, Nitrat und neu ab 2005 Ortho-Phosphat anstelle von Gesamt-Phosphor bestimmt. Die Daten werden im Amt für Umwelt gesammelt, ausgewertet und mit den gesetzlichen Anforderungen an die chemische Gewässerqualität verglichen. Die von den Kläranlagen erhobenen Messwerte der Vorfluterkontrolle werden jährlich als Teil des Jahresberichts der Anlage detailliert ausgewertet und beurteilt. Das Amt für Umwelt stellt diese Auswertung, ergänzt mit den Ergebnissen der Referenzstellen, zusammenfassend dar und veröffentlicht sie alle zwei Jahre als Bericht "Überwachung der Vorfluter im Kanton Appenzell Ausserrhoden". Die Anforderungen an die chemische Gewässerqualität sind im Anhang 1 zusammengestellt.

Wechsel von Gesamt-Phosphor zu Ortho-Phosphat

Im Bachwasser liegt ein Teil des Phosphors in partikulärer Form, das heisst gebunden an Partikel vor. Bei der Bestimmung des Gesamt-Phosphorgehaltes wird die Probe nicht filtriert. Vor der Messung wird der gebundene Phosphor in Lösung gebracht, um dann den gesamten Phosphorgehalt bestimmen zu können. Bei der Bestimmung von Ortho-Phosphat wird die Probe vor der Messung filtriert. Der an Partikel gebundene Phosphor wird somit bei der Messung nicht berücksichtigt.

Der Grund von P-gesamt auf Ortho-P zu wechseln besteht darin, dass der gebundene Phosphor zum grössten Teil an Erdpartikel gebunden ist. Bei starken Niederschlägen werden sehr viele Erdpartikel und damit gebundener Phosphor in die Gewässer gespült. Der aus den Kläranlagen stammende Phosphor liegt im Gewässer jedoch hauptsächlich als gelöstes Ortho-Phosphat vor.



Um den Einfluss der Kläranlagen auf die Gewässer zu beurteilen ist es deshalb von Vorteil, die "Verfälschung" durch gebundenen Phosphor zu eliminieren. Da Ortho-Phosphat für das Pflanzenwachstum direkt verfügbar ist und damit die Eutrophierung resp. Veralgung eines Gewässers unmittelbar beeinflusst, ist die Kontrolle von Ortho-P aussagekräftiger als diejenige von Gesamt-Phosphor.

Datenauswertung

In den vorliegenden Auswertungen wird die Situation in den Bachsystemen in den Boxplots abgebildet. Darin dargestellt sind Median, Perzentil 20 % - 80 % (hellblaue Flächen, Messwerte, die im Bereich von 20 % bis 80 % aller Messwerte liegen), Extremwerte und als Anhaltspunkte die Grenzwerte (rot) bzw. die Zielvorgaben (blau). Die Grösse des Perzentilbereiches (Abstand ober- und unterhalb des Medians) macht eine Aussage über die Streuung der Messwerte während der Untersuchungsperiode. Je grösser diese Abstände sind, desto weiter liegen die Daten auseinander. In den Säulendiagrammen sind die wichtigsten chemischen Parameter der monatlichen Probenahmen an den einzelnen Messstellen dargestellt.

Die Darstellung der Messresultate entspricht derjenigen im Bericht 2003 - 2004. Anstelle von P-gesamt ist jedoch Ortho-P dargestellt. In den Säulendiagrammen wurde die Skala für Ortho-P gegenüber der Darstellung von P-gesamt (Bericht 2003 - 2004) nicht verändert. Die Zielvorgabe beträgt für P-gesamt 0.07 mg/l und für Ortho-P 0.04 mg/l. Bei der Darstellung der Kläranlagenausläufe (grau hinterlegt) wurde die Skala für Ortho-P wegen der besseren Anschaulichkeit von max. 10 mg/l auf 5 mg/l reduziert. Im Gegensatz zu den individuellen Einleitbedingungen für P-gesamt bestehen für Ortho-P keine Vorschriften. Beim Vergleich der beiden Auswertungen ist zu beachten, dass die niedrigeren Phosphorwerte im Bericht 2005 - 2006 zum grössten Teil auf dem Wechsel von P-gesamt zu Ortho-P beruhen. Der für die Messung von Ortho-P angewendete Test hat eine Nachweisgrenze von 0.05 mg/l. Da das Modulstufenkonzept eine Konzentration von 0.04 - 0.06 mg/l als mässig und über 0.06 mg/l als unbefriedigend einstuft, wäre es empfehlenswert, hier eine Messmethode mit tieferer Nachweisgrenze zu wählen.

Fehlende Messwerte sind in der Regel durch analytische Probleme bedingt oder aber durch die zeitweise Unzugänglichkeit einzelner Probenahmestellen während der Wintermonate. Beim gewählten Probenahmekonzept mit monatlichen Stichproben können die grafischen Darstellungen - aufgrund der geringen Anzahl der Messwerte - die Wirklichkeit nur unvollständig abbilden. So ist es beispielsweise durchaus möglich, dass im Jahresverlauf höhere Konzentrationswerte auftraten, die nicht erfasst wurden. Eine diesbezügliche Verbesserung wäre nur mit häufigeren Probenahmen oder mittels Sammelpuben erreichbar. Dies ist jedoch aus Kapazitätsgründen und wegen fehlender finanziellen Ressourcen nicht möglich.

Ergebnisse

Temperatur, Niederschläge, sowie Art und Nutzung des Einzugsgebietes steuern die chemische Belastung eines Fließgewässers. Im Appenzellerland wirkt sich der intensive Futterbau - mit entsprechendem Düngeraustrag - und das bei den meisten Kläranlagen schlechte Verdünnungsverhältnis von gereinigtem Abwasser zu Vorfluter in unterschiedlichem Ausmass aus.

Grundsätzlich würde erwartet, dass die Konzentration eines gelösten Stoffes wie z. B. Nitrat bei hoher Wasserführung tief und bei Niedrigwasser hoch ist. Die Vorfluteruntersuchung zeigt, dass dies dort zutrifft, wo ein dominanter Einfluss einer Kläranlage besteht, nicht aber bei von Kläranlagen unbelasteten Gewässerabschnitten. Am Beispiel der Glatt mit der ARA Herisau kann dies deutlich gezeigt werden.

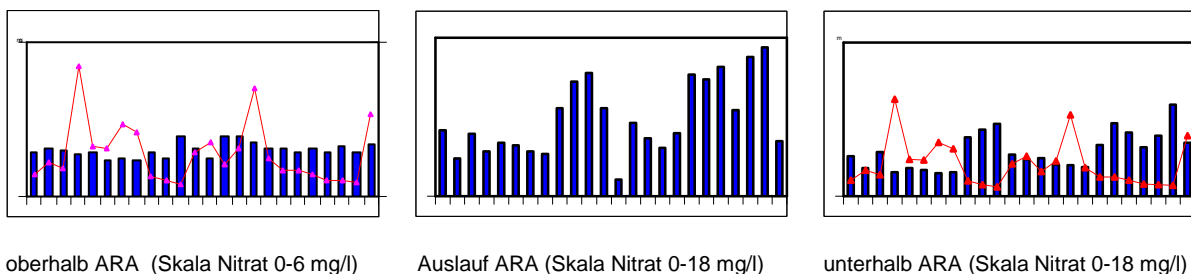


Abb. 1 Nitratbelastung der Glatt bei unterschiedlichen Abflussmengen
 blaue Säulen = Nitratkonzentration (wegen der besseren Anschaulichkeit sind die Skalen unterschiedlich)
 rote Linien = Abfluss in der Glatt

Oberhalb der Kläranlage schwanken die Nitratkonzentrationen wenig. Sie liegen zwischen 1 und 2.5 mg/l. Neben dem abflussbedingten Verdünnungseffekt beeinflussen andere Faktoren wie Abschwemmung und Nutzung des Einzugsgebietes (z. B. Art und Zeitpunkt von Düngeraustrag) die Nitratkonzentration und heben den Verdünnungseffekt teilweise wieder auf.

Im ARA-Auslauf schwanken die Konzentrationen zwischen 5 und 17 mg/l. Sie reduzieren sich unterhalb der ARA auf 3 und 11 mg/l. Der Eintrag aus der Kläranlage ist von Abschwemmung und Nutzung des Einzugsgebietes rel. unabhängig und gemessen am Gesamteintrag dominant. Deshalb wird die Nitratkonzentration unterhalb der ARA fast ausschliesslich durch die Abflussmenge bestimmt.

In der Regel ist zwar die landwirtschaftliche Belastung der Gewässer weit geringer als diejenige durch die Kläranlagen. Verglichen mit der landwirtschaftlich wenig beeinflussten Referenzstelle (Urnäsch nach der Einmündung des Tosbaches) ist der Einfluss der Landwirtschaft jedoch nicht vernachlässigbar.

Grundsätzlich sind gegenüber der Berichtsperiode 2003 - 2004 keine wesentlichen Veränderungen festgestellt worden. Auffallend sind jedoch bei allen Messstellen die hohen Chloridwerte im Winter 2005/2006, die auf einem markant höheren Streusalzeinsatz beruhen.



Einzugsgebiet Glatt

Glatt

Oberhalb der ARA Bachwis, Herisau, wurden die Grenzwerte resp. Zielvorgaben mit sehr wenigen Ausnahmen wie in den beiden Vorjahren eingehalten.

Das Verdünnungsverhältnis zwischen Bachwasser und ARA-Zulauf lag mehrheitlich im Bereich von 1:2, was die Wasserqualität direkt unterhalb der ARA deutlich beeinträchtigte. Die Konzentrationen für Ortho-P lagen immer und diejenigen für Nitrat häufig über dem Ziel- resp. Grenzwert. Die Wasserqualität muss hier bzgl. chemischer Belastung als unbefriedigend bis schlecht bezeichnet werden. Aussergewöhnliche Belastungen durch fischtoxisches Ammonium, wie sie in den Vorjahren in den Wintermonaten vorkamen, wurden in dieser Berichtsperiode jedoch nicht mehr festgestellt. Unterhalb der ARA Herisau besteht aber das Schaumproblem nach wie vor.

Unterhalb der Einmündung des Wissenbaches bewirkte die zusätzliche Verdünnung eine Halbierung der Konzentrationen. Die Wasserqualität kann hier als mässig eingestuft werden. Der sehr hohe Ortho-P Wert im März 2005 steht in keinem Zusammenhang mit den übrigen Werten und könnte auf einem Messfehler beruhen.

Einzugsgebiet Urnäsch

Urnäsch

Wegen des sehr guten Verdünnungsverhältnisses (vor Sitter ca. 1:20) belasten die Kläranlagen von Urnäsch, Waldstatt, Hundwil und Saum, Herisau, die Urnäsch in weit geringerem Masse, als dies bei der Glatt mit der ARA Bachwis (Verdünnungsverhältnis < 1:2) der Fall ist. Wie in der Periode 2003 - 2004 nahm die Belastung bis zur Mündung in die Sitter leicht zu. Die Grenzwerte resp. Zielvorgaben wurden jedoch nur vereinzelt überschritten. Grundsätzlich ist die Urnäsch bei der Mündung des Tosbaches anthropogen nur schwach belastet und weist immer eine gute Wasserqualität (Referenz). Die Überschreitungen des Zielwertes für Ortho-P sind ungewöhnlich und im Vergleich mit den übrigen Daten nicht schlüssig erklärbar. Unterhalb der ARA Furt bewirkte in den Wintermonaten die temperaturbedingt schlechtere Nitrifikation der Kläranlage deutlich erhöhte Ammonium- und Nitritwerte. Am 25. August 2006 wurde an der Messstelle 3.5 Gülleschaum festgestellt und die Nitratkonzentration war sehr hoch.

Badtobelbach

Der kleine Badtobelbach ist vor der ARA Waldstatt durch das landwirtschaftliche Einzugsgebiet schwach belastet. Die Ursache für die hohen Ammoniumkonzentrationen im Februar und März 2005 sind unklar. Unterhalb der ARA Waldstatt ist die Wasserqualität bzgl. Ortho-P unbefriedigend, was aber nur teilweise auf die Beeinflussung durch die ARA zurückzuführen ist. Die sehr hohe Ammoniumkonzentration im Februar 2005 beruht auf einem Räumdefekt in der ARA. Im März 2006 wurde der Ammoniumgrenzwert infolge Starkregens und damit verbundener hydraulischer Überlastung der ARA überschritten.

Sonderbach

Der Sonderbach wies oberhalb der ARA Hundwil wie in den Vorjahren eine mässige Belastung auf. Der Zulauf der ARA Hundwil beeinflusste den Sonderbach in ähnlichem Ausmass wie in den beiden Vorjahren. Der Zielwert für Ortho-P wurde während des ganzen Jahres und der Grenzwert für Nitrat verschiedentlich überschritten.



Stösselbach

Oberhalb der ARA Saum, Herisau, ist der kleine Zubringer zum Stösselbach eingedolt und es liegen keine Messresultate vor. Unterhalb der ARA war der Stösselbach wie in den Vorjahren stark belastet. Beim fischtoxischen Ammonium und Nitrit wurde jedoch gegenüber der Vorperiode eine geringere Belastung gemessen. Der Grenzwert für Nitrat wurde mehrmals überschritten und die Ortho-P-Konzentrationen lagen immer weit über dem Zielwert. Der Stösselbach beeinflusste die Wasserqualität der Urnäsch dank der guten Verdünnung kaum.

Einzugsgebiet Sitter

Sitter

Die Sitter nimmt das Abwasser der innerrhodischen Kläranlagen sowie der Anlagen List (Stein), Au (Bühler / Gais via Rotbach), Wetti (Teufen via Goldidach) und Mühltoibel (Teufen via Klösterlibach) auf. Wie in den beiden Vorjahren war schon beim Eintritt in den Kanton Appenzell Ausserrhoden eine deutliche Hintergrundbelastung – bedingt durch die ARA Appenzell – messbar. Die Belastung der Sitter nahm im Verlauf der Fliessstrecke kontinuierlich zu. Vor der Einmündung des Rotbaches lagen die Ortho-P-Werte meist über der Zielvorgabe, nahmen aber bis zur Einmündung der Sitter wieder ab. Die übrigen Parameter blieben dank dem sehr guten Verdünnungsverhältnis und der Selbstreinigungskraft wieder deutlich unter den Grenzwerten und Zielvorgaben.

Rotbach

Oberhalb der ARA Au, Bühler, wies der Rotbach keine nennenswerte anthropogene Belastung auf. Die Belastung durch die ARA war unterhalb der Kläranlage deutlich spürbar, erreichte aber die Grenz- bzw. Zielwerte nur vereinzelt. Die hohen Ammoniumwerte im Februar und März 2005 sind auf einen Zusammenbruch der Nitrifikation in der ARA zurückzuführen.

Goldibach

Vom Goldibach liegen oberhalb der ARA Wetti, Teufen, keine Messdaten vor. Unterhalb der ARA überstiegen die Ortho-P-Werte die Zielvorgabe. Die ARA Wetti wurde im Oktober 2006 aufgehoben. Die Gesamtbelastung des Goldibaches müsste sich demnach in der nächsten Messperiode verbessern.

Klösterlibach

Oberhalb der ARA Mühltoibel, Teufen, war der Klösterlibach wie bisher kaum belastet. Die Belastung nach der ARA war nach wie vor sehr gross, was bei der sehr schlechten Verdünnung (fast mehr gereinigtes Abwasser als Bachwasser) nicht verwunderlich ist. In der Sitter war die Belastung durch den Klösterlibach dank hoher Wasserführung und entsprechender Verdünnung kaum spürbar.

Einzugsgebiet Goldach

Goldach

Das Abwasser der Kläranlagen Brändli, Trogen, Mühleli, Speicher, und Wiesli, Rehetobel, gelangt via Sägli-Müli- resp. Holderenbach in die Goldach. Die Belastung der Goldach hat sich gegenüber den Vorjahren nicht verändert und die Wasserqualität ist gemäss Modulstufenkonzept gut.



Säglibach

Wie in den Vorjahren fielen an dieser Probenahmestelle zugangs- und witterungsbedingt einige Messungen aus. Gegenüber den Vorjahren trat keine wesentliche Veränderung auf. Oberhalb der ARA Trogen war die Wasserqualität gut. Unterhalb der ARA lagen die Nitritwerte im November und Dezember 2005 und die Nitratwerte verschiedentlich über dem Grenzwert. Die Wasserqualität muss hier als unbefriedigend eingestuft werden.

Mülibach

Oberhalb der ARA Mühleli, Speicher, hat sich die Belastung des Mülibaches 2005 kaum verändert. Im Januar, Februar und März 2006 fielen die Probenahmen auf Tage mit Eisregen. Auffallend sind die hohen Nitritkonzentrationen. Gemäss Auskunft des Kantonalen Werkhofes setzte der Winterdienst an diesen Tagen anstelle von Streusalz stickstoffhaltige Salzsole ein. Der Nitritanstieg im Mülibach dürfte darauf zurück zu führen sein. Infolge des schlechten Verdünnungsverhältnisses ist die Belastung durch Nitrat und Ortho-P unterhalb der ARA hoch und die Wasserqualität ist unbefriedigend.

Holderenbach

Die Qualität des Holderenbaches hat sich oberhalb der ARA Wiesli, Rehetobel, nicht verändert. Der Bach wies eine relativ geringe Grundbelastung auf. Die Belastung durch das gereinigte Abwasser der ARA Rehetobel war immer noch hoch, lag aber deutlich unter derjenigen der Vorjahre. Die Ursache dafür dürfte in der verbesserten Reinigungsleistung der ARA und im geringeren Abwasseranfall aus der Optiprint liegen.



Anhang 1

Die Anforderungen an die chemische Gewässerqualität sind in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) festgelegt. In der Folge werden die Einflüsse der wichtigsten chemischen Stoffe, die unsere Gewässer belasten können, kurz umschrieben.

Stickstoff

Stickstoff ist ein Schlüsselement in Ökosystemen. Er ist Bestandteil fast aller organischer Verbindungen. Durch das Absterben und den biologischen Abbau von organischem Material entstehen Fäkalien. Der Stickstoffanteil daraus gelangt vorwiegend als Ammonium (NH_4^+) resp. Ammoniak (NH_3) in die Kläranlagen. Im Klärschlamm bauen spezielle Bakterien unter Sauerstoffzufuhr Ammonium in zwei Schritten zu Nitrit (NO_2^-) resp. Nitrat (NO_3^-) ab. Diesen Vorgang nennt man Nitrifikation. Das Nitrat kann dann wieder von den Pflanzen aufgenommen werden.

Ammonium-/Ammoniak-Stickstoff ($\text{NH}_4^+\text{-N}$ / $\text{NH}_3\text{-N}$):

Die Ammoniumkonzentration gibt Aufschluss über die Belastung eines Gewässers durch kommunale Abwässer und durch Einträge aus Abschwemmung und Auswaschung landwirtschaftlich genutzter Flächen. Die Anforderung der GSchV für Ammonium-/Ammoniak-Stickstoff liegt in Abhängigkeit der Wassertemperatur bei 0.2 mg/l ($> 10^\circ\text{C}$) resp. 0.4 mg/l ($< 10^\circ\text{C}$). Grund dafür ist der mit zunehmender Temperatur höhere Anteil des fischgiftigen Ammoniaks. In der Regel ist die Ammoniakkonzentration in einem Fließgewässer vernachlässigbar klein.

Nitrit-Stickstoff ($\text{NO}_2^-\text{-N}$):

Erhöhte Nitritkonzentrationen können bei der biologischen Umsetzung von Ammonium zu Nitrat entstehen oder unter anaeroben Bedingungen bei der Denitrifikation von Nitrat zu gasförmigem N_2O oder N_2 . Nitrit wirkt bereits bei verhältnismässig tiefen Konzentrationen für Fische toxisch. Die Toxizität von Nitrit sinkt mit steigender Chlorid-Konzentration. Die GSchV verzichtet auf eine Anforderung für Nitrit im Gewässer. Das Modul Chemie des Modulstufenkonzepts benennt demgegenüber die folgenden Richtwerte für Nitrit: 0.02 mg/l (< 10 mg Chlorid), 0.05 mg/l (10 – 20 mg/l Chlorid), 0.1 mg/l (> 20 mg/l Chlorid).

Nitrat-Stickstoff ($\text{NO}_3\text{-N}$):

Stickstoff als essentieller Nährstoff wird von Pflanzen insbesondere über Nitrat-N aufgenommen. Der grösste Teil des anorganischen Stickstoffs liegt in Gewässern in Form von Nitrat vor. Negative Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften in Oberflächengewässern sind bei Nitratgehalten unter 10 mg N/l nicht bekannt. Nitratgehalte > 1.5 mg N/l lassen in der Regel auf Abschwemmung und Auswaschung von landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie auf die Einleitung von kommunalen Abwässern schliessen. Die Anforderung der GSchV für Nitrat in Fließgewässern, welche der Trinkwassernutzung dienen, liegt bei 5.6 mg N/l.

Gesamt-Phosphor (P-gesamt):

Phosphor ist nicht toxisch, die GSchV enthält daher keine Anforderung. Phosphor ist ein essentieller Nährstoff für Pflanzen und somit auch für solche, die im Wasser leben. Da er natürlicherweise nur in geringen Mengen in die Gewässer gelangt, ist die Zufuhr aus anthropogenen Quellen (Abwasser, Landwirtschaft) bestimmend für das Ausmass des aquatischen Pflanzenwachstums. Es gibt in der GSchV nur verbale Anforderungen an stehende Gewässer. Das Modul Chemie des Modulstufenkonzepts gibt für Gesamt-Phosphor als Richtwert resp. Zielvorgabe 0.07 mg/l an. Konzentrationen von 0.04 - 0.07 mg/l werden als schwache, 0.07 - 0.14 mg/l als deutliche und über 0.14 mg/l als starke Belastung eingestuft.



Ortho-Phosphat (Ortho-P) :

Gelöster Phosphor (Ortho-Phosphat) ist für die Pflanzen direkt verfügbar und für deren Wachstum limitierend (in Seen wegen des Algenwachstums von grosser Bedeutung, Richtwert gem. Modulstufenkonzept 0.04 mg/l Ortho-P). Wenn das Verdünnungsverhältnis in einem Vorfluter nur 1:10 beträgt, kann es vorkommen, dass die Konzentration von Ortho-Phosphat grösser wird als die oben genannte Zielvorgabe, obwohl die betreffende ARA die Anforderungen gemäss GSchV einhält.

Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅):

Der biochemische Sauerstoffbedarf ist ein Mass für den Sauerstoffverbrauch durch biologische Abbauvorgänge innerhalb einer festgelegten Zeit (bei BSB = 5 Tage). Sauerstoffzehrende Substanzen sind u.a.: Organischer Kohlenstoff, Ammoniak, Nitrit und Schwefelwasserstoff. Im Gewässer ist der Abbau solcher Substanzen stark von der Morphologie, der Hydrologie und von der Wassertemperatur abhängig. Die Anforderung der GSchV an den biochemischen Sauerstoffbedarf in Fliessgewässern liegt bei 2 bis 4 mg O₂/l; bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der untere Wert. Bei sehr kalten Temperaturen kann der Abbau von natürlicher Substanzen vermindert sein.

Chlorid

Chlorid kommt als geogener Parameter in kleineren Konzentrationen (2 - 4 mg/l) natürlicherweise in Gewässern vor. Erhöhte Gehalte sind meist zivilisatorischen Ursprungs (z.B. Fällungsmittel in ARA, Strassensalz, Ionentauscher). Bei der Beurteilung der fischtoxischen Wirkung von Nitrit muss der Chloridwert mitberücksichtigt werden.

pH-Wert

Der pH-Wert in einem Gewässer wird durch die Kalk-Kohlensäuregleichgewichte und die geochemischen Verhältnisse im Einzugsgebiet bestimmt. In kalkreichen Gebieten (z.B. Appenzellerland) ist die Pufferkapazität des Wassers hoch, und der pH liegt natürlicherweise bei ca. 8.3. Mit zunehmender Temperatur nimmt der pH-Wert wegen der erhöhten Löslichkeit von CO₂ zu mit abnehmender ab. In Fliessgewässern folgt der pH-Wert einem Jahresgang, was auf die Temperatur und die biologischen Prozesse zurückzuführen ist. Als Folge von Abwassereinleitung ergeben sich in kalkreichen Gebieten mit genügend grosser Wasserhärte in der Regel keine nachteiligen pH-Werte.

Temperatur

Die Temperatur ist einer der physikalischen Schlüsselparameter, der die chemischen und vor allen die biologischen Prozesse in einem Fliessgewässer mitbestimmt. Die Temperatur eines Fliessgewässers folgt um einige Wochen verzögert der Lufttemperatur, wobei der Anstieg meist langsamer erfolgt als die Abkühlung.

Sauerstoff

Die Sauerstoffkonzentration in einem Fliessgewässer wird durch die temperaturabhängige Löslichkeit des Sauerstoffes, den Gasaustausch Wasser – Atmosphäre sowie durch Photosynthese, Respiration und Mineralisation organischer Stoffe bestimmt. Die Bestimmung von Sauerstoff bei Stichproben ist sehr heikel. Sauerstoff ist jedoch in Fliessgewässern mit genügend Gefälle und Turbulenzen in der Regel kein Problemparameter.

Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist Indikator für den Gehalt an gelösten Salzen. In erster Linie ist es die Wasserhärte (Calcium, Magnesium, Bikarbonat), welche die Leitfähigkeit beeinflusst. Anthropogene Parameter, welche die Leitfähigkeit beeinflussen, sind Stickstoff, Phosphat, Chlorid und Salze. Die Leitfähigkeit ist ebenfalls von der Temperatur abhängig.



Anhang 2

Modulstufenkonzept

Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer (BUWAL Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26)

Das Modulstufenkonzept stellt eine Weiterentwicklung der Empfehlungen von 1982 über die Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer dar. Es richtet sich nach den umfassenden Schutzgedanken des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991 und ist aus Teilmethoden, sogenannten Modulen, aufgebaut. Vorgesehen oder bereits ausgearbeitet sind Module für die Bereiche Hydrodynamik, Morphologie (Hydrologie und Ökomorphologie), Biologie (Ufer und Umlandvegetation, höhere Wasser- und Sumpfpflanzen, Algen, Makrozoobenthos, Fische) und chemische und toxische Effekte (Wasserchemie, Ökotoxikologie). Die Auswahl der zur Anwendung kommenden Teilmethoden richtet sich nach den verschiedenen Zielen, die mit der Gewässeruntersuchung verfolgt werden.

Die Untersuchungen sind in drei Stufen unterschiedlicher Bearbeitungsintensität unterteilt:

- Stufe F Flächendeckend, d.h. alle Fliessgewässer in einem Gebiet; wenige Schlüsselparameter, geringe Untersuchungstiefe, geringer Aufwand pro Einzeluntersuchung. Gibt Aufschluss über allfällig notwendige weitere Untersuchungen.
- Stufe S Systembezogen, d.h. ganze Fliessgewässer mit ihren Zuflüssen; grössere Anzahl an Parametern, mittlere Untersuchungstiefe, mittlerer Aufwand pro Einzeluntersuchung.
- Stufe A Abschnittsbezogen, d.h. bestimmte Bereiche eines Fliessgewässers; gezielte Untersuchungen zur Beantwortung von Detailfragen, lokal aufwändige Erhebungen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Stufe F angewendet.