



**Überwachung der Vorfluter im Kanton Appenzel Ausserrhoden
Auswertung der Messdaten 2003/2004**



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



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 empfohlen (Erläuterung Modulstufenkonzept siehe Anhang 2).

Die 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 2003 – 2004. Basierend auf dem Modulstufenkonzept (Modul Chemie) wird die chemische Belastung der Gewässer mit Vorfluterfunktion grafisch dargestellt und kommentiert. Wie in den beiden Vorjahren erfolgten die Probenahmen an den verschiedenen Messstellen teilweise durch das Personal der Kläranlagen und teilweise durch das Amt für Umwelt. In Ergänzung zum Bericht 2001 – 2002 sind in diesem Bericht auch die parallel zu den Bachproben erhobenen Momentanproben der Einleitungen der Kläranlagen grafisch dargestellt. In Abweichung zum Bericht 2001 – 2002 wurden die Skalen der Grafiken vereinheitlicht, was beim Vergleichen der Daten beachtet werden muss. Grundsätzlich waren gegenüber der Berichtsperiode 2001 – 2002 keine wesentlichen Veränderungen feststellbar. Der heisse Sommer 2003 und der sehr kalte Winter 2004 beeinflussten einerseits die Verdünnung und andererseits den biologischen Abbau in Kläranlagen und Gewässern. Die daraus resultierende Mehrbelastung der Gewässer war an den meisten Messstellen nachweisbar.

In den **Hauptgewässern** war die Wasserqualität bzgl. chemischer Belastung wie in den Vorjahren befriedigend, wobei die Glatt wegen der schlechten Verdünnung des geklärten Abwassers aus der ARA Bachwis schlechter abschnitt als Urnäsch, Sitter und Goldach. Dank allgemein guter Reinigungsleistung der Kläranlagen blieben die fischgiftigen Stickstoffkonzentrationen (Ammonium/Ammoniak und Nitrit) abgesehen von wenigen Ausnahmen ganzjährig unter den gesetzlichen Grenzwerten bzw. den erwünschten Zielvorgaben. Zeitweise überstiegen die Phosphorkonzentrationen die Zielvorgabe. Phosphor ist zwar nicht giftig, führt aber schon in geringen Konzentrationen zu einem unerwünscht starken Wachstum von Algen und Wasserpflanzen. Im Vergleich zu andern Voralpenbächen ist das Algenwachstum in unserem Kanton hoch. Dies ist auf die kleinen Vorfluter (schlechte Verdünnung des gereinigten Abwassers) und die intensive Landwirtschaft zurück zu führen. Vorbehalten bleibt auch der erhöhte Eintrag von refraktärem Kohlenstoff, der in den Kläranlagen nicht abgebaut werden kann und nicht Bestandteil der Vorfluterkontrolle ist.

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

Oberhalb der Kläranlagen war die Wasserqualität in den meisten Fällen gut. In kleinen Bächen mit intensiv genutzten Einzugsgebieten war eine hauptsächlich landwirtschaftlich bedingte Hintergrundbelastung (Nitrat, Phosphor) feststellbar.

Erwartungsgemäss war die Wasserqualität **direkt unterhalb der Kläranlagen** deutlich schlechter als oberhalb. Kleine Vorfluter mit schlechter Verdünnung reagierten bei Schwankungen in der Wasserführung und infolge zeitweise ungenügender Reinigungsleistungen der Kläranlagen viel sensibler als grössere Gewässer wie Urnäsch, Sitter und Goldach. Die Grenzwerte und Zielvorgaben konnten - mit Ausnahme des Phosphors - jedoch auch direkt unterhalb der Kläranlagen meist eingehalten werden.

Infolge des schlechten Verdünnungsverhältnisses (1:3) wurde in der **Glatt** unterhalb der ARA Bachwis die Zielvorgabe für Phosphor während der ganzen Messperiode um ein Mehrfaches überschritten. Die zeitweisen Überschreitungen des Grenzwertes für Ammonium sind auf temperaturbedingte schlechtere Nitrifikationsleistung und auf einen Räumerdefekt in der ARA (Stilllegung einer Strasse) zurückzuführen.



Eine Ausnahme bildet der **Klösterlibach**, dessen Wasserqualität unterhalb der ARA Teufen wie in den Vorjahren ganzjährig sehr schlecht war. Die verhältnismässig grosse Kläranlage (10'000 Einwohnergleichwerte) hatte während der Berichtsperiode eine gute Reinigungsleistung. Die grosse Belastung des Klösterlibaches ist allein auf die sehr ungünstige Verdünnung zurückzuführen. In der Sitter ist diese Belastung dank der guten Verdünnung kaum noch nachweisbar.

Die Ergebnisse der Vorfluteranalysen decken sich weitgehend mit der Untersuchung appenzellischer Fliessgewässer 2003. Zu erwähnen ist jedoch, dass bei der vorliegenden Untersuchung nur die chemischen Aspekte nicht aber die biologischen (Lebewesen, äusserer Aspekt) berücksichtigt wurden. Zu erwähnen ist auch, dass es sich bei den Messungen um monatliche Einzelwerte handelt, was den Jahresverlauf nicht vollständig abdecken kann. Da für die Kläranlagenabläufe - neben den mit den Vorfluterkontrollen zeitlich übereinstimmenden Probenahmen - weitere Messungen vorliegen, ist die Beurteilung der ARA Einflüsse relativ zuverlässig.



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
3.5A		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
2.8A		ARA Saum, Herisau	ARA
2.8		Stösselbach nach ARA Saum	ARA
	Sitter		
4.4.1		Sitter vor ARA List, Stein	ARA
4.4A		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, Teufen	ARA
4.2A		ARA Mühltoibel	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 Gesamt-Phosphor bestimmt. Die Daten werden im Amt für Umwelt gesammelt, ausgewertet und mit den 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 Auser-rhoden". Die Anforderungen an die chemische Gewässerqualität sind im Anhang 1 zusammengestellt.

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.



Fehlende Messwerte sind in der Regel durch analytische Probleme bedingt oder aber durch die zeitweise Unzugänglichkeit einzelner Probenahmestellen während der Wintermonate. In Abweichung zum Bericht 2001 – 2002 sind auch die Ausläufe der Kläranlagen dargestellt (grau hinterlegt). Beachtet werden muss, dass die entsprechenden Massstäbe in den Darstellungen gegenüber den übrigen blau hinterlegten Diagrammen verändert sind. Im Gegensatz zum Bericht 2001 – 2002 sind die Skalen für alle Messstellen einheitlich, was beim Vergleichen der beiden Berichte beachtet werden muss. Beim gewählten Probenahmekonzept mit monatlichen Stichproben können die grafischen Darstellungen - aufgrund der geringen Anzahl 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 Sammelproben erreichbar. Dies ist jedoch aus Kapazitätsgründen und wegen fehlenden finanziellen Ressourcen nicht möglich.

Ergebnisse

Grundsätzlich waren gegenüber der Berichtsperiode 2001 – 2002 keine wesentlichen Veränderungen feststellbar. Der heisse Sommer 2003 und der sehr kalte Winter 2004 beeinflussten einerseits die Verdünnung und andererseits den biologischen Abbau in Kläranlagen und Gewässern. Die daraus resultierende Mehrbelastung der Gewässer war an den meisten Messstellen nachweisbar.

Einzugsgebiet Glatt

Glatt

Temperatur, Niederschläge, Landwirtschaft und die Kläranlage Bachwis, Herisau, beeinflussen die Konzentration der gemessenen Stoffe in der Glatt massgebend.

Oberhalb der Kläranlage wurden während der Berichtsperiode die Qualitätsziele und die Grenzwerte aller gemessenen Parameter mit wenigen Ausnahmen eingehalten. Die hohen Phosphorwerte im Juni und November 2003 fielen mit Regenereignissen sowie erhöhtem Abfluss in der Glatt zusammen und sind wahrscheinlich auf Abschwemmung von gedüngten Landwirtschaftsflächen zurückzuführen.

Unterhalb der Kläranlage zeichnete sich in der Glatt das sehr schlechte Verdünnungsverhältnis - durchschnittlich 1:3 gereinigtes Abwasser zu Glattwasser - durch markant erhöhte Konzentrationen deutlich ab. Obwohl im Kläranlagenabfluss die Einleitbedingungen für Phosphor eingehalten werden konnten, lagen die Konzentrationen in der Glatt unterhalb der ARA erheblich über der Zielvorgabe des Gewässerschutzgesetzes. Das Gebiet unterhalb der ARA Bachwis wird landwirtschaftlich intensiv genutzt. Der Anstieg der Phosphorkonzentration in den Frühlingsmonaten hing zumindest teilweise mit dem Einsetzen der Düngeperiode zusammen. Die Qualitätsziele der fischtoxischen Stoffe (Ammonium, Nitrit) und der Grenzwert für den biologischen Sauerstoffbedarf (BSB₅) konnten nur in den Monaten Februar bis Mai 2004 nicht eingehalten werden. Einerseits ist dies auf die sehr kalten Wintermonate mit einem Teilzusammenbruch der Nitrifikation in der Kläranlage und andererseits auf einen Räumdefekt (Stilllegung einer Strasse) im Mai zurückzuführen.

An allen Messstellen wurden wie in den Vorjahren sehr hohe Chloridgehalte gemessen. Oberhalb der ARA wurden sie hauptsächlich durch das direkte Einleiten von chloridreichen Abwässern aus der Wasseraufbereitung der Textilindustrie (Ionentauscher-Regeneration) verursacht, unterhalb durch die ARA.

Nach Einmündung des Wissenbaches entsprach der Konzentrationsverlauf in der Glatt demjenigen an der Messstelle Zellersmüli. Die Werte waren aber dank der Verdünnung und Durchmischung mit dem sauberen Wasser des Wissenbaches jedoch kleiner.



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 1:3) der Fall ist. Im Verlaufe der Fließstrecke nahmen die Konzentrationen aller Parameter leicht zu, blieben aber auch in dieser Berichtsperiode mit ein paar wenigen Ausnahmen unterhalb der Grenzwerte bzw. Zielvorgaben. Wegen der guten Verdünnung und der Tatsache, dass grosse Teile des Einzugsgebietes nicht landwirtschaftlich genutzt werden (Wald, Tobel), führte das Einsetzen der Düngeperiode im Frühjahr zu keinem nennenswerten Phosphoranstieg.

Badtobelbach

Der kleine Badtobelbach war vor der ARA Waldstatt chemisch nur schwach belastet. Unterhalb der ARA wurden im ersten Halbjahr 2003 erhöhte Ammonium- und Nitritwerte gemessen. Nach diversen technischen Massnahmen in der ARA Waldstatt verbesserte sich die Situation ab September 2003 markant. Die hohen Phosphorwerte im heissen Sommer 2003 hingen mit der geringen Verdünnung zusammen. Im sehr kalten Winter 2004 verlangsamte sich die Stickstoffumwandlung, was die Nitritkonzentration ansteigen liess.

Sonderbach

Wie der Badtobelbach war auch der Sonderbach oberhalb der Kläranlage Hundwil mit einigen, wahrscheinlich landwirtschaftlich bedingten Ausnahmen im Frühjahr 2004, nur schwach belastet. Unterhalb der ARA wurden bei Nitrat, Phosphor und BSB5 deutlich höhere Konzentrationen gemessen als oberhalb. Insbesondere lag die Phosphorkonzentration fast während der ganzen Berichtsperiode über der Zielvorgabe. Wegen Verstopfungsproblemen in der ARA Hundwil war die Reinigungsleistung anfangs 2004 vermindert, was zu einer deutlichen Mehrbelastung des Sonderbaches führte.

Stösselbach

Oberhalb der ARA Saum ist der kleine Zubringer zum Stösselbach eingedolt und es liegen keine Messresultate vor. Unterhalb der ARA war der Stösselbach während der ganzen Berichtsperiode stark belastet. In den Wintermonaten wurden die Stickstoffverbindungen Ammonium und Nitrit schlecht abgebaut, und die Phosphorkonzentration lag fast immer über der Zielvorgabe. Das belastete Wasser des Stösselbaches beeinflusst die Wasserqualität der Urnäsch dank der guten Verdünnung jedoch kaum.

Einzugsgebiet Sitter

Sitter

Die Sitter nimmt das Abwasser der innerrhodischen Kläranlagen sowie der Anlagen , List (Stein), Au (Bühler / Gais via Rotbach), Wettli (Teufen via Goldidach) und Mühltoibel (Teufen via Klösterlibach) auf. Schon beim Eintritt in den Kanton Appenzell Ausserrhoden war eine deutliche Hintergrundbelastung – bedingt durch die ARA Appenzell – messbar. Zwar nahm während der Berichtsperiode die Belastung der Sitter im Verlauf der Fließstrecke kontinuierlich zu, blieb aber dank dem sehr guten Verdünnungsverhältnis und der Selbstreinigungskraft des Baches deutlich unter den Grenzwerten und Zielvorgaben.

Rotbach

Oberhalb der ARA Au, Bühler, wies der Rotbach im Gegensatz zu den beiden Vorjahren keine nennenswerte anthropogene Belastung auf. Die Belastung durch die gut ausgelastete ARA war unterhalb der Kläranlage deutlich spürbar. Die Zielvorgaben und Grenzwerte wurden jedoch nur selten überschritten.



Goldibach

Vom Goldibach liegen oberhalb der ARA Wetti, Teufen, keine Messdaten vor. Unterhalb der ARA Wetti übersteigen die Phosphorwerte im Winter die Zielvorgaben. Im Zusammenhang mit dem Neubau der Speicherstrasse wird die ARA Wetti in eine Pumpstation umgewandelt, die das Abwasser in die ARA Mühltoibel, Teufen, befördert. Dies wird zu einer spürbaren Verbesserung der Wasserqualität des Goldibaches führen.

Klösterlibach

Oberhalb der ARA Mühltoibel, Teufen, war der Klösterlibach während der Berichtsperiode kaum belastet. Nach der ARA hat sich an der Situation des Klösterlibaches gegenüber der Berichtsperiode 2001 - 2002 nichts geändert. Die sehr schlechte Verdünnung führte trotz guter Reinigungsleistung der ARA bei allen gemessenen Parametern zu übermässig hohen Konzentration. In der Sitter ist 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. Bei der obersten Probenahmestelle - nach der Einmündung des Säglibaches, und vor der Einmündung des Säglibaches - war die Goldach während der Berichtsperiode kaum belastet. Analog der Sitter nahmen vor allem die Nitrat- und Chloridkonzentrationen mit zunehmendem Anteil gereinigten Abwassers zu. Die Belastung lag jedoch bei allen Messstellen unter den Grenzwerten resp. Zielvorgaben.

Säglibach

Wie in den Vorjahren fielen an dieser Probenahmestelle zugangs- und witterungsbedingt einige Messungen aus. Nach dem Zulauf des geklärten Abwassers aus der ARA Brändli, Trogen, waren die Konzentrationen aller Parametern deutlich erhöht. Die Grenzwerte und Zielvorgaben wurden insbesondere im Sommer 2003 (geringere Verdünnung) und im Winter 2004 (verringertes Abbau) verschiedentlich überschritten. Auffallend ist die Probenahme vom September 2003 mit sehr hohen Phosphor- und Nitratwerten, jedoch tiefen Ammonium- und Nitritkonzentrationen. Diese Belastung korrespondiert nicht mit den gleichzeitig gemessenen Konzentrationen im Kläranlagenauslauf, sondern muss anderen Ursprungs sein.

Mülibach

Im Gegensatz zu den Vorjahren wurde im Mülibach oberhalb der ARA Mühleli, Speicher, mit Ausnahme einer Stossbelastung im Juli 2004, die auf landwirtschaftlichen Aktivitäten beruhen dürfte, keine Hintergrundbelastung gemessen. Unterhalb der ARA sind die sehr hohen Nitrat-, Chlorid- und Phosphorkonzentrationen auffallend. Dies ist auf das schlechte Verhältnis von gereinigtem Abwasser zu Bachwasser zurückzuführen. Die fischgiftigen Stickstoffkomponenten Ammonium und Nitrit lagen aber weit unter den kritischen Werten. Die hohen aber ungiftigen Phosphorwerte tragen jedoch zu einer unerwünschten Düngung des Gewässers bei.

Holderenbach

Bezüglich Phosphor wies der Holderenbach oberhalb der ARA Wiesli, Rehetobel, eine landwirtschaftlich bedingte Grundbelastung auf. Der Einfluss des gereinigten Abwassers führte unterhalb der ARA wie in den Vorjahren zu einer massiven Belastung. Infolge einiger Probleme auf der Kläranlage und des auch hier schlechten Verdünnungsverhältnisses wurden unterhalb der ARA die Grenzwerte und Zielvorgaben bei allen Parametern teilweise massiv überschritten. Die hohen Stickstoff- und Phosphorwerte im Mai 2004 können nicht mit der Einleitung des gereinigten Abwassers aus der ARA in Verbindung gebracht werden, sondern beruhen wahrscheinlich auf einer Stossbelastung durch Düngung.



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 Orthophosphat 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 Abbauprozesse 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 grösseren Fliessgewässern 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.