

Überwachung der Wasserqualität des Alten Rheins



Gemeinsames Untersuchungsprogramm
des Landes Vorarlberg
und
des Kantons St.Gallen

**Auswertung der Daten
Januar 1996 bis August 2006**

Schlussbericht

November 2006

Inhalt	Seite
1. AUFTRAG UND ZIEL	3
2. AUSBAU DER ARA ALTENRHEIN.....	4
3. PROJEKT "ENDGESTALTUNG ALTER RHEIN"	4
4. UNTERSUCHUNGSPROGRAMM	5
5. ERGEBNISSE DER ÜBERWACHUNG DES ALTEN RHEINS.....	6
5.1 QUALITÄT UND BEURTEILUNG DER MESSWERTE	6
5.2 STICKSTOFFVERBINDUNGEN.....	6
5.3 PHOSPHOR	8
5.4 ORGANISCHE BELASTUNG.....	8
5.5 CHLORID.....	9
5.6 BAKTERIOLOGISCHE BELASTUNG	10
6. ERGEBNISSE DER ÜBERWACHUNG DER BADEWASSERQUALITÄT	11
6.1 BADESTELLE RHEINSPITZ GAISSAU (VORARLBERG)	11
6.2 STRANDBAD CAMPING WEISSES HAUS (ST. GALLEN).....	12
7. BEURTEILUNG DER ABLAUFWERTE DER ARA ALTENRHEIN	13
7.1 ORGANISCHE STOFFE	13
7.2 NITRIFIKATION/ ANORGANISCHE STICKSTOFFVERBINDUNGEN	14
7.3 PHOSPHORELIMINATION	14
7.4 GESAMTE UNGELÖSTE STOFFE.....	15
8. ZUSAMMENFASSUNG UND FOLGERUNGEN.....	15
9. BESCHLÜSSE UND WEITERES VORGEHEN.....	17
10. VERDANKUNG	18

Beilagen	Nummer
Übersichtskarte	1
Messprogramm	2
Längsprofil Ammonium/Ammoniak-Stickstoff	3
Längsprofil Nitrit-Stickstoff.....	4
Längsprofil Gesamt-Phosphor	5
Längsprofil BSB ₅	6
Längsprofil DOC.....	7
Längsprofil Chlorid	8
Längsprofil Escherichia Coli	9
Badewasserqualität: Daten Rheinspitz Gaissau (Vorarlberg).....	10.1 – 10.2
Badewasserqualität: Daten Strandbad Camping Weisses Haus (St. Gallen)	11
Bewertungsschema für die Beurteilung der Badequalität der Vorarlberger Gewässer.....	12
Bewertungsschema für die Beurteilung der Badequalität der St.Galler Gewässer	13
Auslauf ARA Altenrhein: Zeitreihen wichtiger Stoffkonzentrationen	14.1 – 14.2
Stoff-Frachten Alter Rhein und ARA Altenrhein	15
Datenliste	16.1 – 16.11

1. Auftrag und Ziel

Entsprechend einer Vereinbarung, die anlässlich des Umweltgesprächs Vorarlberg - St. Gallen am 17. November 1994 getroffen wurde, führten Vorarlberg und St. Gallen von Januar 1996 bis August 2006 gemeinsame Qualitätsuntersuchungen am Alten Rhein durch. Die Untersuchungen erfolgten nach einem gemeinsam festgelegten Untersuchungsprogramm durch das Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg (UIV) und durch das Amt für Umweltschutz des Kantons St. Gallen (AFU-SG). Gemäss Beschluss am Umweltgespräch vom November 2003 sollten die Untersuchungen bis zum April 2006 dauern und in einem abschliessenden Bericht durch die beiden Fachstellen kommentiert werden.

Die Ziele der Untersuchungen waren die Erhebung geeigneter Datengrundlagen für eine Erfolgskontrolle des Ausbaus der Abwasserreinigungsanlage (ARA) Altenrhein, die Quantifizierung der verbleibenden Belastung des Gewässers durch die ARA Altenrhein nach deren Ausbau und die Quantifizierung der Vorbelastung des Alten Rheins oberhalb der Einleitung der ARA Altenrhein. Im November 1999, im November 2001 und im November 2003 wurde jeweils anlässlich eines Umweltgesprächs über die Ergebnisse berichtet. Der vorliegende Schlussbericht ersetzt die bisherigen Berichte.

Im Mai 1998 wurden von den beteiligten Fachstellen ausserdem folgende Beschlüsse gefasst:

1. Das gemeinsame Untersuchungsprogramm gemäss Beilagen 1 und 2 ist geeignet, den Auftrag und die erwähnten Zielsetzungen zu erfüllen. Gegenstand der Untersuchungen ist es, den Zustand und die Entwicklung des Alten Rheins hinsichtlich der chemischen und der bakteriologischen Wasserqualität zu dokumentieren.
2. Das Grenzgewässer wird nicht als Badegewässer genutzt und im Rahmen der gemeinsamen Untersuchungen nicht als solches bewertet.
3. Das Bewertungsschema für die Beurteilung der Badequalität der Vorarlberger Gewässer wird bezüglich Zuordnung der Qualitätsklassen aufgrund der Anzahl an E. coli an die entsprechenden schweizerischen Empfehlungen für die hygienische Beurteilung von See- und Flussbädern angepasst (vgl. Beilage 13). Damit ist die Vergleichbarkeit der in Vorarlberg und im Kanton St. Gallen angewendeten Bewertungsschemata gewährleistet.

Basierend auf den Ergebnissen der gemeinsamen Wasseruntersuchungen im Alten Rhein und ihrer Bewertung sollen nach Inbetriebnahme der erweiterten ARA Altenrhein nötigenfalls weitergehende Massnahmen zur Verringerung der Abwasserbelastung des Alten Rheins aus der ARA Altenrhein geprüft werden (vgl. gemeinsame Erklärung der österreichischen und der schweizerischen Delegation vom 6. Juli 1998 im Anschluss an österreichisch-schweizerische Expertengespräche betreffend die Auswirkungen der Einleitung der Abwässer der ARA Altenrhein in den Alten Rhein). Weitergehende Massnahmen müssen bei Bedarf zweckmässigerweise auch für obenliegende Einleiter geprüft werden.

2. Ausbau der ARA Altenrhein

vgl. auch Kapitel 7

Der Ausbau der weitergehenden Abwasserreinigung mit Trägerbiologie und Flockungsfiltration in der ARA Altenrhein wurde im September 2000 abgeschlossen. Seit dem Jahr 2000 sind auf der ARA in Ergänzung zur bisherigen Belebtschlammbiologie eine biologische Reinigungsstufe mit Festbett-Technologie sowie eine Filtrationsstufe in Betrieb. Die hydraulische Kapazität der ARA wurde verdoppelt. Im Mai 2001 wurde die neue Anlage einer Delegation interessierter Vertreter Vorarlbergs vorgestellt.

Durch die Verdoppelung der hydraulischen Kapazität der ARA und durch die Nutzung des Abwasserstollens zwischen Rorschach und Altenrhein als Zwischenspeicher können die bei Regenwetter aus dem Kanalnetz in den Alten Rhein entlasteten Mischwassermengen gegenüber früher um rund 85 % reduziert werden. Weitere Reduktionen der Entlastungsmengen und –häufigkeiten werden durch die geplante Kanalnetzbewirtschaftung mit Fernwirksystem möglich sein. Neben der Erweiterung der Reinigungsstufen auf der ARA tragen diese Massnahmen zusätzlich wesentlich zur Verbesserung der Wasserqualität im Alten Rhein und zur Verminderung der Belastung des Sees mit Nährstoffen bei.

Der Betrieb der neuen Festbettbiologie und der Filtrationsstufe verläuft heute sehr zufriedenstellend. Während der Kohlenstoffabbau und die Nitrifikation von Beginn an einwandfrei betrieben werden konnten, ergaben sich bei der Phosphor- und Schwebstoffelimination anfänglich teils erhebliche Probleme. Die ARA-Betreiber unternahmen unter Beizug einer Fachexpertengruppe grosse Anstrengungen, um die diesbezüglich geforderten und von den Lieferanten garantierten Ablaufwerte zu erreichen. Seit 2003 können die Anforderungen an die Phosphorelimination gemäss der Bodensee-Richtlinien 2005 der IGKB eingehalten werden. Bei der Elimination der ungelösten Stoffe ist seit 2000 eine kontinuierliche Verbesserung zu verzeichnen. Die vom Kanton St.Gallen vorgegebene strenge Anforderung wurden seit Januar 2006 von knapp 50% aller Messwerte eingehalten.

3. Projekt "Endgestaltung Alter Rhein"

Im Januar 2005 haben die Arbeiten für das österreichisch-schweizerische Projekt "Endgestaltung Alter Rhein" begonnen. Bis zum heutigen Zeitpunkt wurden vorallem im Mündungsbereich bereits verschiedene Massnahmen umgesetzt (seitliche Führungsdämme inkl. Spundwand, Ostzufahrt Marina-Hafen, Gestaltung Flachufer im Bereich Vorarlberger Rheinspitz, Ausbaggerung Schifffahrtsrinne). Flussaufwärts wurden bisher zwei von zwölf geplanten Massnahmen erstellt. Die gesamte Bauzeit für das Projekt ist auf zehn Jahre veranschlagt.

4. Untersuchungsprogramm

vgl. Beilagen 1 und 2

Zwischen St.Margrethen und der Mündung wurden durch das UIV und durch das AFU-SG zweimonatlich an verschiedenen Stellen Wasserproben gezogen und chemisch sowie bakteriologisch analysiert. Zudem wurden zwecks Qualitätssicherung der Analysenwerte regelmässig gleichzeitige Beprobungen vom Boot aus durchgeführt.

Untersuchungsstellen in Fliessrichtung:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| - St.Margrethen / Pegel (Stelle 1) | Untersuchung durch AFU-SG |
| - Höchst (Stelle 2) | Untersuchung durch UIV |
| - Gaissau (Stelle 3) | Untersuchung durch UIV |
| - oberhalb ARA Altenrhein (Stelle 4) | Untersuchung durch UIV und AFU-SG |
| - Mündung / Paradiesli (Stelle 9) | Untersuchung durch UIV und AFU-SG |

Die Stellen bei St.Margrethen und Gaissau sind gleichzeitig Hauptmessstellen des St. Galler bzw. des Vorarlberger Gewässerüberwachungsnetzes, sodass von diesen Stellen zusätzliches umfangreiches Datenmaterial verfügbar war und in die Auswertungen aufgenommen wurde.

Weitere Proben wurden am Vorarlberger Rheinspitzufer (Stelle 7) durch das UIV und am schweizerischen Ufer beim Strandbad Camping Weisses Haus (Stelle 8) durch das Amt für Lebensmittelkontrolle des Kantons St. Gallen entnommen und hinsichtlich badehygienischer Gesichtspunkte untersucht. Die Ergebnisse wurden im Rahmen eines gegenseitigen Informationsaustausches bekanntgegeben und sind auch im Internet einsehbar (www.vorarlberg.at/umweltinstitut; www.kal.ch). Das UIV untersucht die Badewasserqualität mehrmals pro Badesaison, das Amt für Lebensmittelkontrolle des Kantons St. Gallen hat seit 1997 die Untersuchungshäufigkeit reduziert und führt nicht mehr in jedem Jahr Messungen durch. Anlässlich des Hochwassers im Mai/Juni 1999 wurden zusätzliche Proben zur Beurteilung der Badewasserqualität untersucht.

Der Auslauf der ARA Altenrhein (Stelle 6) wird durch das Labor der ARA anhand mehrmals wöchentlich bis täglich entnommener Proben intensiv überwacht. Um die Vorbelastung des Alten Rheins zu quantifizieren, untersuchte das Labor der ARA im Rahmen des gemeinsamen Untersuchungsprogramms ausserdem mehrmals wöchentlich Tagessammelproben, die oberhalb der ARA-Einleitung (Stelle 4) entnommen wurden, auf ausgewählte chemische Parameter.

5. Ergebnisse der Überwachung des Alten Rheins

vgl. Beilagen 3 - 9

5.1 Qualität und Beurteilung der Messwerte

Die Qualitätssicherung der durch die Labors des UIV und des AFU-SG ermittelten Messwerte war durch regelmässig stattfindende Vergleichsuntersuchungen gewährleistet (gemeinsame Beprobungen am Alten Rhein, Teilnahme an Vergleichsuntersuchungen der am Bodensee tätigen Labors). Die Beurteilung der chemischen Messwerte erfolgte gemäss den Vorgaben des schweizerischen Bundesamtes für Umwelt (BAFU: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der schweizerischen Fliessgewässer, Modul Chemie, Stufen F & S, Entwurf 2004). Die Vorgaben lehnen sich an EU-Standards an. Für einzelne Messgrössen gelten strengere Beurteilungskriterien. Die Einhaltung der Grenzwerte und Zielvorgaben wurde anhand der 90%-Werte überprüft.

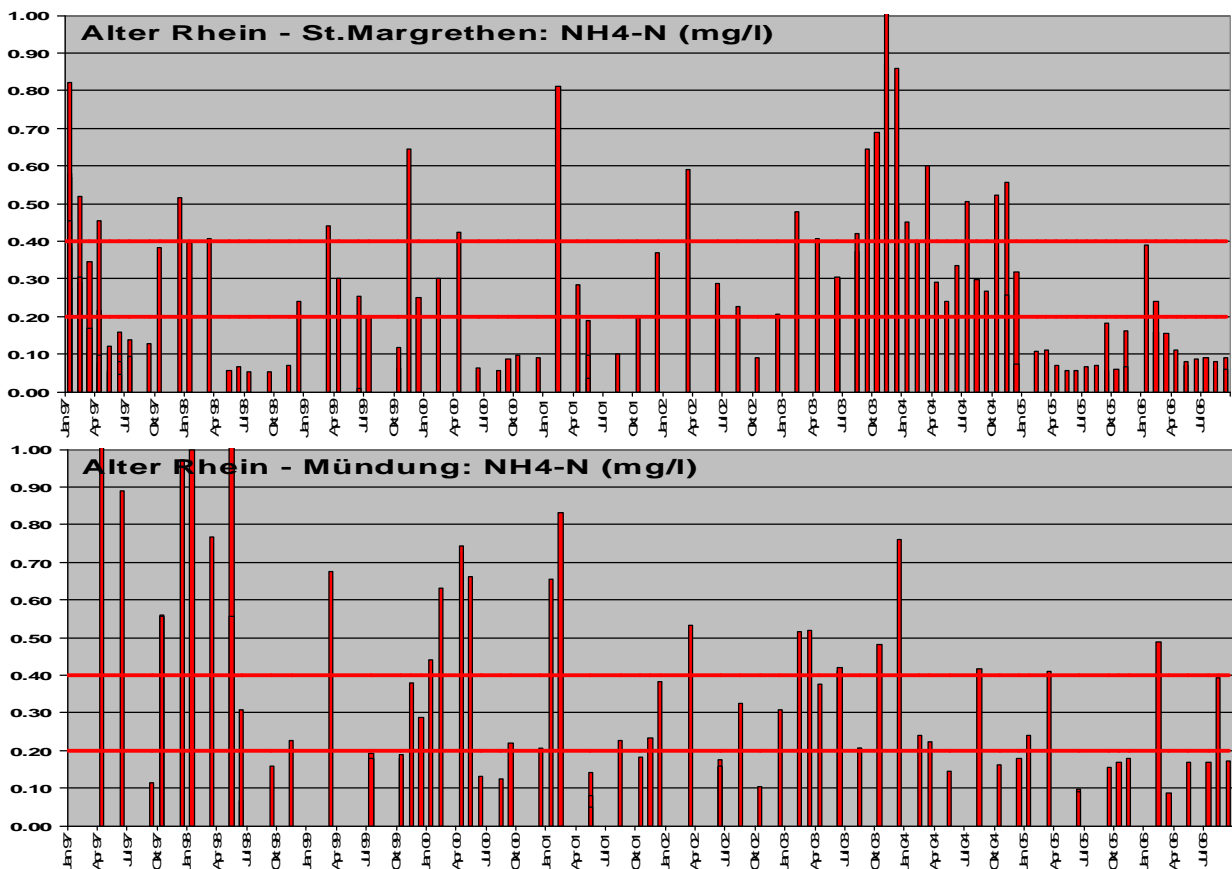
5.2 Stickstoffverbindungen

Ammonium (NH_4^+) und das **fischgiftige Ammoniak** (NH_3) stehen miteinander in einem pH- und temperaturabhängigen Gleichgewicht. Die beiden Verbindungen werden bei der chemischen Analyse als Summe bestimmt. Bei erhöhtem pH-Wert und bei hohen Wassertemperaturen steigt der Anteil an freiem Ammoniak. In der schweizerischen Gewässerschutzverordnung ist für den Ammoniumgehalt in Fliessgewässern daher ein Grenzwert in Abhängigkeit der Wassertemperatur festgehalten (0.2 mg/l N für $t > 10^\circ\text{C}$; 0.4 mg/l N für $t < 10^\circ\text{C}$). Nach der Qualitätszielverordnung Chemie in Österreich errechnet sich der Grenzwert für Ammonium-Stickstoff in Abhängigkeit der Wassertemperatur und des pH-Wertes.

Die Belastung des Alten Rheins zwischen St.Margrethen und der ARA Altenrhein mit Ammonium-Stickstoff war früher insbesondere jeweils im Winter gross. Die Konzentrationen lagen in den kalten Monaten oftmals deutlich über dem Grenzwert von 0.4 mg/l, mit Spitzenwerten weit über 1 mg/l. Der Grund dafür lag darin, dass sowohl die oberhalb St.Margrethen gelegene ARA Rosenbergsau als auch die ARA Altenrhein nicht für eine gesicherte Nitrifikation des Abwassers ausgerüstet waren. Im Mündungsbereich lag der 90 %-Wert damals bei 1.3 mg/l. Die höchsten Werte wurden alle in den Jahren 1996 bis 1998 gemessen. Seit Abschluss des Ausbaus der ARA-Altenrhein im Herbst 2000 konnte im Mündungsbereich keine Belastungszunahme mit Ammonium mehr festgestellt werden. Der Ausbau der oberliegenden ARA Rosenbergsau wurde Ende 2004 abgeschlossen. Entsprechend waren seit diesem Zeitpunkt die Ammonium-Grenzwerte auch im oberen Abschnitt des Alten Rheins eingehalten (vgl. Abb. 1).

Der Richtwert für die kurzzeitige Belastung mit Ammoniak wurde vor dem Ausbau der ARA Altenrhein bei einzelnen Proben im Mündungsbereich leicht überschritten. Die chronische Belastung mit Ammoniak lag an den Messterminen jeweils auf der gesamten Flussstrecke unterhalb des kritischen Wertes.

Abb. 1: Zeitreihen für Ammonium-Stickstoff an den Messstellen bei St.Margrethen und bei der Mündung



Für das ebenfalls **fischtoxische Nitrit** (NO_2^-) lagen vor dem Ausbau der ARA Altenrhein im Mündungsbereich noch zu viele Werte über der Zielvorgabe. Die Fischtoxizität von Nitrit ist abhängig von der Chlorid-Konzentration im Gewässer. Bei den im Alten Rhein gemessenen Chloridgehalten gilt als Zielvorgabe ein Wert von $0.05 \text{ mg/l NO}_2\text{-N}$. Seit Abschluss des ARA-Ausbaus in Altenrhein wurde der Wert auch im Mündungsbereich gut eingehalten. Für Nitrit war im Gewässer keine Belastungszunahme mehr festzustellen, und es wurden auch keine Spitzenwerte mehr verzeichnet – ein Indiz für die stabile und vollständige Nitrifikation des Abwassers.

Im Abschnitt zwischen St.Margrethen und der ARA Altenrhein wurde die Zielvorgabe für Nitrit während der gesamten Berichtsperiode ebenfalls gut eingehalten. Einzig während der Ausbaurbeiten auf der ARA Rosenbergsau in den Jahren 2003 und 2004 traten im Gewässer zeitweise erhöhte Belastungen auf. Auch nach der Qualitätszielverordnung Chemie in Österreich zeigen die Befunde bei Ammonium-Stickstoff und Nitratstickstoff seit 2005 keine Grenzwertüberschreitungen mehr.

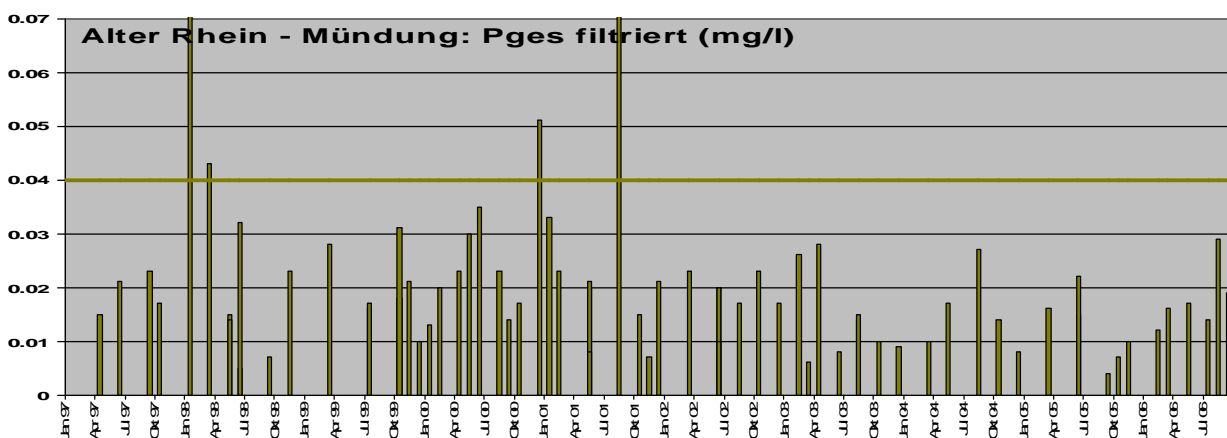
Der Alte Rhein gilt heute bezüglich Ammonium und Nitrit als schwach belastet (guter Zustand).

5.3 Phosphor

Seit dem Ausbau der ARA Altenrhein im Herbst 2000 wurden an allen Messstellen deutlich tiefere Werte für **Gesamtphosphor** gemessen als zuvor. Sie lagen mehrheitlich im Bereich zwischen 30 und 50 µg/l. Die Zielvorgabe nach schweizerischen Beurteilungskriterien liegt bei 70 µg/l. Nach dem in Österreich vorliegenden Entwurf „Leitfaden zur typspezifischen Bewertung der allgemeinen chemisch/physikalischen Parameter in Fließgewässern“ (Stand September 2005) liegt der Abgrenzungswert des „guten Zustands“ zum „mäßigen Zustand“ für den Alten Rhein bei 100 µg/l. Die Zunahme der Belastung mit Phosphor durch die ARA-Einleitung lag seit 2004 bezüglich der mittleren Konzentrationen bei 38 Prozent, während sie in der Zeit vor dem ARA-Ausbau noch bei etwa 86 Prozent lag. Damals galt das Gewässer bezüglich Phosphor als deutlich belastet.

Heute kann der Alte Rhein bezüglich Phosphor als schwach belastet bezeichnet werden (guter Zustand).

Abb. 2: Zeitreihe für Gesamt-Phosphor (filtriert) an der Messstelle bei der Mündung



5.4 Organische Belastung

Die Belastung mit leicht abbaubaren organischen Verbindungen wird mit dem biochemischen Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (**BSB₅**) angegeben. Hohe BSB₅-Werte deuten auf verstärkte Sauerstoffzehrung im Gewässer infolge des Abbaus organischer Stoffe hin. Die Anforderung für Fließgewässer nach schweizerischer Gesetzgebung beträgt 4 mg/l, nach dem österreichischen „Leitfaden“ für den guten Zustand 5 mg/l.

Diese Werte wurden seit Herbst 2000 auf der ganzen Flussstrecke nur in einzelnen wenigen Fällen überschritten. Mehrheitlich lagen die Werte im Bereich zwischen 1 und 3 mg/l. In den vergangenen Jahren war unterhalb der ARA keine Zunahme der Belastung mit sauerstoffzehrender organischer Verschmutzung mehr feststellbar und mit einem 90 %-Wert von 3.4 mg/l war der strengere Schweizer Grenzwert im Mündungsbereich gut eingehalten. Vor dem Ausbau der ARA war er noch knapp überschritten. Während der Ausbauarbeiten auf der ARA Rosenbergsau waren aufgrund der ver-

minderten Reinigungsleistung der ARA an der obersten Messstelle bei St.Margrethen zeitweilig etwas höhere Werte zu verzeichnen.

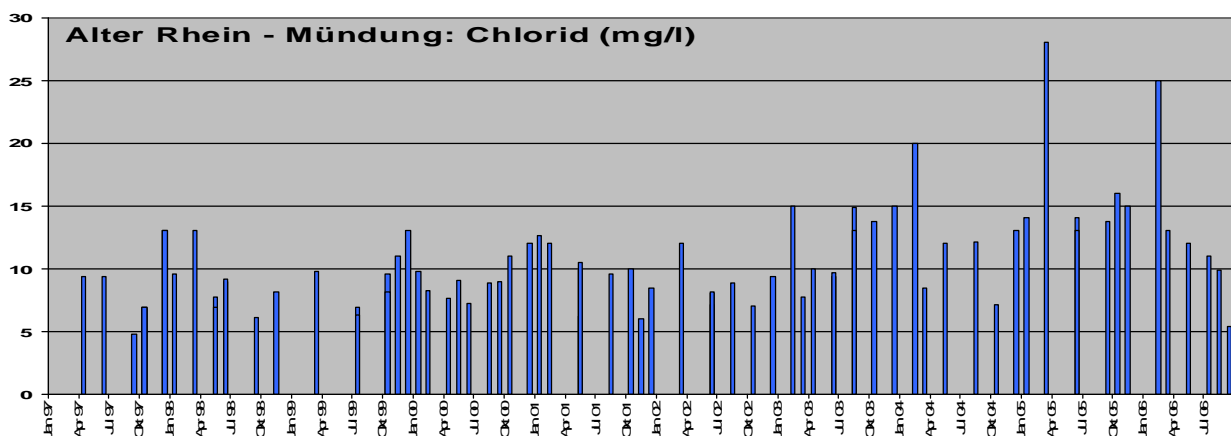
Die Belastung mit gelösten organischen Kohlenstoffverbindungen lässt sich mit den **DOC**-Konzentrationen (dissolved organic carbon) angeben. Der DOC umfasst auch die schwer- und nichtabbaubaren organischen Kohlenstoffverbindungen. Die Anforderung für Fließgewässer nach schweizerischer Gesetzgebung beträgt 4 mg/l, nach dem österreichischen „Leitfaden“ für den guten Zustand 5 mg/l. Bezüglich der DOC-Konzentrationen hat sich die Belastungssituation im Alten Rhein durch den Ausbau der ARA in Altenrhein und in Au nicht wesentlich verändert. Eine leichte Belastungszunahme durch die ARA Altenrhein ist feststellbar, der Grenzwert ist aber an allen Messstellen eingehalten.

Der Alte Rhein kann heute bezüglich seiner organischen Belastung (BSB₅ und DOC) als schwach belastet klassiert werden (guter Zustand).

5.5 Chlorid

Chlorid gelangt vor allem mit dem Abwasser und durch die Strassensalzung in die Gewässer. Ein Grenz- oder Richtwert für Oberflächengewässer existiert nicht. Bei den Chloridmessungen im Alten Rhein fällt auf, dass in der jüngsten Berichtsperiode im ganzen Flussverlauf teils markant höhere Werte verzeichnet wurden als in den Perioden zuvor (vgl. Abb.3). Diese Beobachtung wurde sowohl in Vorarlberg als auch in St.Gallen in den vergangenen zwei Jahren an verschiedenen Messstellen an Fließgewässern und im Grundwasser gemacht. Insbesondere in den Wintermonaten waren die Chloridwerte jeweils erhöht, sodass ein Zusammenhang mit der Strassensalzung im Vordergrund steht. Aus gewässerökologischer Sicht stellen diese Chloridgehalte jedoch kein vorrangiges Problem dar.

Abb. 3: Zeitreihe für Chlorid an der Messstelle bei der Mündung



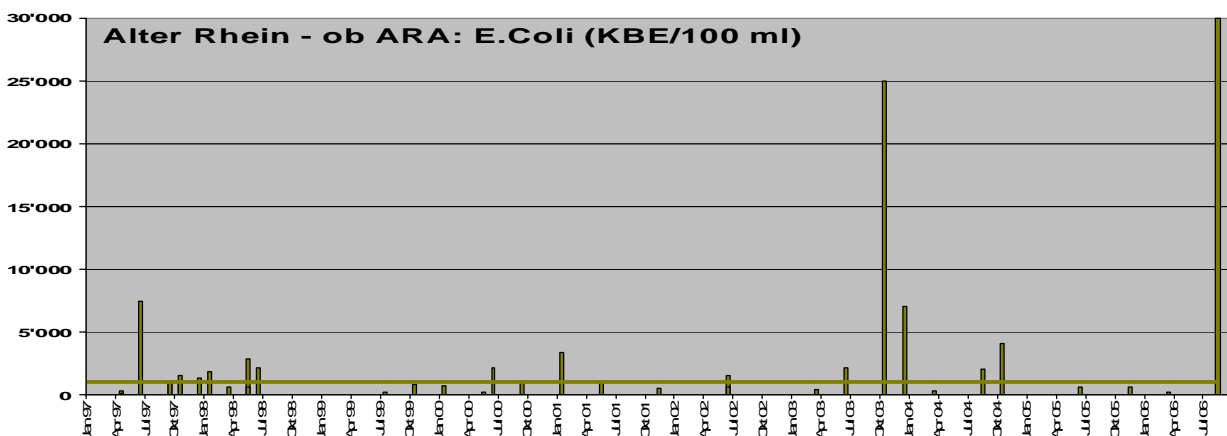
5.6 Bakteriologische Belastung

Der Flusslauf des Alten Rheins ist kein Badegewässer und wird deshalb auch nicht als solches bewertet. Die Erhebung der Keimzahlen an verschiedenen Messstellen soll neben den chemisch-physikalischen Untersuchungen lediglich der Dokumentation der allgemeinen Belastungssituation dienen, da die österreichischen Immissionsbestimmungen für Fließgewässer bislang auch diesbezüglich bestimmte Qualitätsvorgaben beinhalten. Zu diesem Zweck wurde regelmässig an allen Messstellen unter anderem die Anzahl der Kolibakterien (E. Coli) ermittelt. Angegeben wird die Anzahl der Kolonien bildenden Einheiten in 100 ml Wasserprobe (KBE/100 ml).

An den Messstellen oberhalb der ARA Altenrhein wurden für E.Coli in der Regel Werte zwischen 1'000 und 3'000 KBE/100 ml gemessen. Durch die Einleitung der ARA Altenrhein erhöhte sich früher im Mündungsbereich die Belastung mit Bakterien deutlich. Der 90 %-Wert stieg unterhalb der ARA um mehr als das Doppelte auf knapp 6000 KBE/100 ml an, und es wurden einzelne sehr hohe Spitzenwerte verzeichnet. In der ersten Messperiode nach dem ARA-Ausbau lagen die Bakterienzahlen unterhalb der ARA tendenziell etwas tiefer als zuvor. Salmonellen wurden im Flusswasser jedoch nach wie vor häufig nachgewiesen.

In der jüngsten Messperiode seit September 2003 wurden an einzelnen Terminen an den Messstellen unmittelbar oberhalb der ARA und bei der Mündung sehr hohe Bakterienzahlen festgestellt (vgl. Abb. 4). Eine schlüssige Erklärung dafür konnte bisher nicht gefunden werden. Überläufe aus Regenklärbecken fanden vor oder während der betreffenden Probenahmen nicht statt. Eine erhöhte Belastung könnte sich möglicherweise durch Baggerarbeiten im Fluss ergeben. Mit den vorliegenden Daten kann nicht belegt werden, ob sich die festgestellten Belastungen auf die seeseitigen Badestellen beidseits der Flussmündung ungünstig auswirkten. Eine anhaltende Beeinträchtigung kann aufgrund der Badequalitätsbefunde für diese Stellen jedoch ausgeschlossen werden.

Abb. 4: Zeitreihe für Bakterienzahlen (E.Coli) an der Messstelle oberhalb der ARA



6. Ergebnisse der Überwachung der Badewasserqualität

vgl. Beilagen 10 - 13

6.1 Badestelle Rheinspitz Gaissau (Vorarlberg)

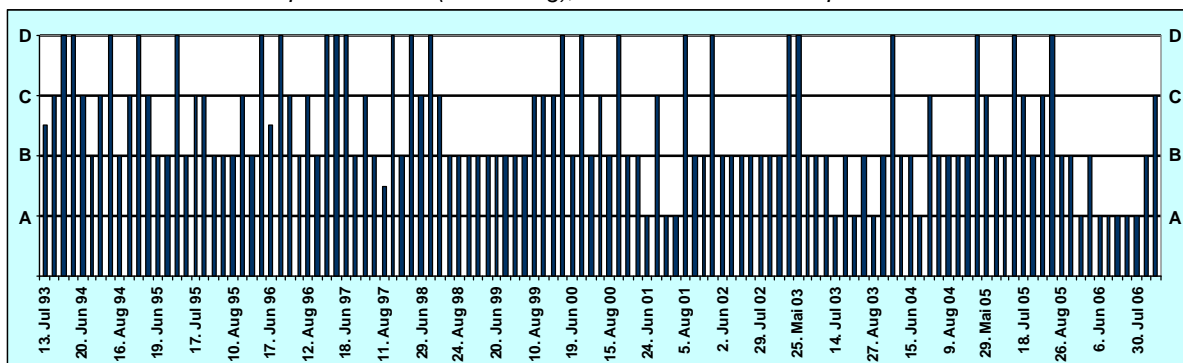
Das Flusswasser des Alten Rheins wird nach der Mündung – wenn keine Bise herrscht – tendenziell nach Osten gedrängt und kann grundsätzlich bis zur Badestelle beim Rheinspitz Gaissau gelangen. Die Badewasserqualität wurde hier in den Jahren 1993 bis 2006 insgesamt 119 Mal untersucht. Davon erfolgten die letzten 57 Untersuchungen seit 2001, als der Ausbau der ARA Altenrhein bereits abgeschlossen war. Es ergab sich folgende Verteilung der Befunde:

Tab. 1: Badestelle Rheinspitz Gaissau (Vorarlberg), Befunde Badewasserqualität 1993 bis 2006

Qualitätsklasse (vgl. Beilage 13)	A einwandfrei	A-B	B befriedigend	B-C	C mangelhaft	D schlecht
1993 bis 2000	--	1 Befund (2 %)	26 Befunde (42 %)	2 Befund (3 %)	17 Befunde (27 %)	16 Befunde (26 %)
2001 bis 2003	6 Befunde (22 %)	--	16 Befunde (59 %)	--	1 Befund (4 %)	4 Befunde (15 %)
2004 bis 2006	7 Befunde (23%)	--	14 Befunde (47%)	--	5 Befunde (17%)	4 Befunde (13%)

In der Periode vor dem Ausbau der ARA Altenrhein zeigten mehr als die Hälfte aller Befunde eine erhöhte oder stark erhöhte bakteriologische Belastung des Wassers an (Qualitätsklasse B-C, C oder D). Auffällig ist, dass jeweils zu Beginn der Badesaison die Befunde tendenziell schlechter ausfielen als gegen deren Ende. Grund dafür ist das Einschichten des Wassers aus dem Alten Rhein in tiefere Schichten im Bodensee. Dies geschieht, sobald sich das oberflächennahe Seewasser im Verlaufe des Sommers genügend erwärmt hat und die Temperaturen über denjenigen des Flusswassers liegen.

Abb. 5: Badestelle Rheinspitz Gaissau (Vorarlberg), Befunde Badewasserqualität 1993 bis 2006



Während der Hochwassersituation im Mai/Juni 1999 befand sich der Alte Rhein bis weit flussaufwärts im Einstau des Sees. Daher wurden in dieser Zeit, im Unterschied zu den vorangegangenen Jahren, zu Beginn der Badesaison keine schlechten Befunde bezüglich der Badewasserqualität am Vorarlberger Rheinspitz gemessen.

Seit dem Ausbau der ARA ist an dieser Stelle eine deutliche Verbesserung der Situation feststellbar. 75 % aller Befunde ergaben in der jüngsten Periode eine einwandfreie oder befriedigende Badewasserqualität. Die Bestnote konnte bei 13 von 57 Messungen vergeben werden. Dies war in den acht Messjahren vor dem ARA-Ausbau nicht ein einziges Mal möglich gewesen. Die Ergebnisse lassen darauf schliessen, dass die neue Filtrationsstufe auf der ARA Altenrhein – trotz der anfänglich aufgetretenen Probleme – einen verbesserten Rückhalt von Keimen ermöglicht. Seit Frühjahr 2006 wirken sich zudem die Massnahmen des Projekts "Endgestaltung Alter Rhein" positiv auf die Badewasserqualität am Vorarlberger Rheinspitz aus. Durch seitliche Führungsdämme wird das Flusswasser heute weiter in den See geleitet. So konnte im Sommer 2006 fünfmal in Folge das Prädikat "einwandfrei" erteilt werden (vgl. Abb. 5).

6.2 Strandbad Camping Weisses Haus (St. Gallen)

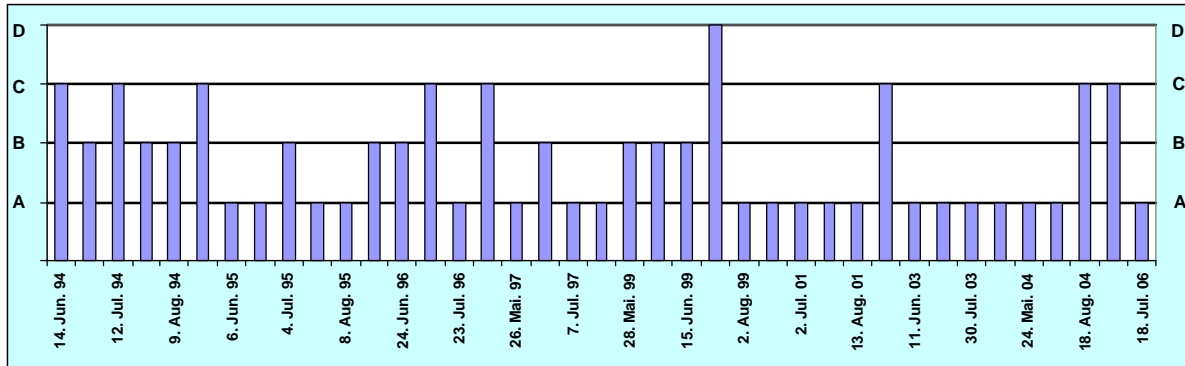
Die Badewasserqualität beim Strandbad am schweizerischen Rheinspitzufer wird aufgrund der Strömungsverhältnisse durch das Flusswasser des Alten Rheins in der Regel nicht beeinflusst. Sie wurde zwischen 1994 und 2006 insgesamt 39 Mal untersucht. Es ergab sich folgende Aufteilung der Befunde:

Tab. 2: Badestelle Camping Weisses Haus (St.Gallen), Befunde Badewasserqualität 1994 bis 2003

Qualitätsklasse (vgl. Beilage 14)	A einwandfrei	A-B	B befriedigend	B-C	C mangelhaft	D schlecht
1994 bis 2000	9 Befunde (36 %)	--	10 Befunde (40 %)	--	5 Befunde (20 %)	1 Befund (4 %)
2001 bis 2003	8 Befunde (89 %)	--	--	--	1 Befund (11 %)	--
2004 bis 2006	3 Befunde (60%)	--	--	--	2 Befunde (40%)	--

In der Zeit vor dem Ausbau der ARA war die Badewasserqualität in 76 % aller Befunde einwandfrei oder befriedigend. 20 % der Befunde ergaben eine mangelhafte und ein Befund eine schlechte Qualität. Im Jahr 2000 wurden keine Proben untersucht. Seit Abschluss des ARA-Ausbaus ergaben 11 von 14 untersuchten Proben (79%) eine einwandfreie Qualität.

Abb. 6: Badestelle Camping Weisses Haus (St.Gallen), Befunde Badewasserqualität 1994 bis 2006



7. Beurteilung der Ablaufwerte der ARA Altenrhein

vgl. Beilagen 14 und 15

Die nachfolgende Beurteilung beruht auf den durch das Labor der ARA Altenrhein mehrmals wöchentlich bis täglich erhobenen Messwerten im Ablauf der ARA und im Alten Rhein oberhalb der ARA. Für die Interpretation der Messergebnisse wurde die Periode vor dem ARA-Ausbau (1996 bis September 2000) separat ausgewertet. Die Auswertungsperioden nach dem ARA-Ausbau (Oktober 2000 bis August 2003 und September 2003 bis August 2006) entsprechen den Perioden der Berichterstattung (vgl. Kap. 4 bis 6 bzw. Beilagen 3 bis 9). Gemäss der schweizerischen Gewässerschutzverordnung richtet sich die Anzahl der zulässigen Abweichungen bei den im ARA-Ablauf gemessenen Konzentrationswerten nach der Anzahl der Probenahmen. Bei täglich bis zweitäglich untersuchten Proben sind ca. 7 % abweichende Werte zulässig. Die Beurteilung der Einhaltung der Anforderungen wurde daher auf der Basis von 93 %-Werten vorgenommen.

7.1 Organische Stoffe

Durch den infolge der Ausbauarbeiten beeinträchtigten Betrieb der ARA wurden in den Jahren 1997 bis 1999 zeitweise deutlich erhöhte Werte für die Belastung des Alten Rheins mit sauerstoffzehrenden leichtabbaubaren organischen Stoffen (**BSB₅**) gemessen. Die Zahl der zulässigen Abweichungen war in diesen Jahren jeweils klar überschritten. Die Anforderung der Bodensee-Richtlinien 2005 der IGKB für BSB₅ liegt bei 15 mg/l. Seit dem Ausbau wird diese Anforderung generell gut, seit 2004 sogar sehr gut erfüllt. Im Jahr 2006 lagen praktisch alle gemessenen Werte unter 5 mg/l. Die Jahresfracht an BSB₅ aus der ARA Altenrhein lag früher zwischen 150 und 200 Tonnen, stieg in der Zeit des ARA-Ausbaus auf 243 Tonnen (1998) und lag seit 2004 noch im Bereich von 30 Tonnen. Diese Reduktion an sauerstoffzehrenden organischen Verbindungen führte auch zu tieferen Werten für die gesamte Restbelastung mit organischen Stoffen (**DOC**, **CSB** = chemischer Sauerstoffbedarf, seit 2003 wird auf allen St.Galler ARA anstelle des CSB der DOC gemessen). Für DOC liegt der

Grenzwert gemäss der Bodensee-Richtlinien 2005 bei 10 mg/l. Dieser wird von der überwiegenden Mehrheit der Messwerte eingehalten.

7.2 Nitrifikation / anorganische Stickstoffverbindungen

Vor dem Ausbau konnte die ARA in der warmen Jahreszeit das **Ammonium** jeweils weitgehend zu Nitrat oxidieren, während bei tiefen Wassertemperaturen die Ammonium-Konzentrationen im Ablauf hohe Werte annahmen. Ebenfalls viele hohe Werte und sehr hohe Spitzen wurden in den Jahren 1997 und 1998 während der Ausbauarbeiten gemessen. Das AFU-SG hat als Anforderung für Ammonium-Stickstoff einen Ablaufwert von 2 mg/l vorgeschrieben. 2001 bis 2003 wurde dieser Wert infolge der wechselnden Betriebsweisen der ARA zur Optimierung der Phosphor- und Feststoffelimination zeitweise noch überschritten. Seit 2004 wird er sehr gut erfüllt. Die Ablaufwerte für Ammonium-Stickstoff liegen in der Regel unter 0.5 mg/l.

Die in den Alten Rhein eingeleitete Fracht an Ammonium-Stickstoff konnte gegenüber früher um etwa das Zehnfache auf heute 2 bis 4 Tonnen im Jahr gesenkt werden.

Auch die Werte für **Nitrit**-Stickstoff im Ablauf konnten gegenüber der Zeit vor dem ARA-Ausbau deutlich gesenkt werden. Sie liegen heute meist deutlich unter 0.1 mg/l. Der Richtwert beträgt 0.3 mg/l. Von besonderer Bedeutung ist zudem das Ausbleiben von Spitzenbelastungen, wie sie früher häufig auftraten.

Diese Ergebnisse bestätigen, dass auf der ARA heute eine gut funktionierende und gesicherte Nitrifikation betrieben werden kann.

Die Fracht der aller **anorganischen Stickstoffverbindungen** (Ammonium, Nitrit, Nitrat) in der Mündung des Alten Rheins lag je nach Niederschlagsverhältnissen bei 600 bis 1'200 Tonnen Stickstoff pro Jahr. Davon stammten jeweils rund 10 bis 20 % aus der ARA Altenrhein.

7.3 Phosphorelimination

Für die Gesamt-Phosphor-Konzentrationen im Auslauf der ARA lagen die 93 %-Werte vor dem Ausbau zwischen 1 und 1.5 mg/l, die 50%-Werte zwischen 0.5 und 0.8 mg/l. In den Bodensee-Richtlinien 2005 ist ein Grenzwert von 0.3 mg/l festgelegt. Wenn gleichzeitig bei den Mischwasserentlastungen Massnahmen zur Reduktion der Phosphorfrachten getroffen werden, ist dieser Wert im Jahresmittel anzustreben. Mit dem Bau der Filtrationsstufe sollten insbesondere die Anforderungen an die Phosphorelimination eingehalten werden können. Die anfänglich aufgetretenen Probleme beim Betrieb dieser Stufe konnten bis zum Sommer 2003 weitgehend gelöst werden. Seit 2004 wurde der geforderte Ablaufwert im Jahresmittel eingehalten.

7.4 Gesamte ungelöste Stoffe

Für die gesamten ungelösten Stoffe (GUS) wurden die Ablaufwerte erst seit Mitte 1999 ausgewertet. Die Bodensee-Richtlinien 2005 enthalten für GUS keine Anforderungen mehr, während die schweizerische Gewässerschutzverordnung einen Wert von 15 mg/l vorschreibt. Vom AFU-SG wurde die Anforderung an die GUS-Elimination im Jahre 1994 auf den strengen Ablaufwert von 5 mg/l verschärft. Dieser Wert konnte nach Abschluss des ARA-Ausbaus nicht eingehalten werden. Die 93%-Werte lagen im Bereich von 15 mg/l. Durch verschiedene Optimierungen beim Betrieb der ARA konnte die Eliminationsleistung für GUS seit Inbetriebnahme der Filtration jedoch sukzessive verbessert werden, sodass heute knapp 50% aller Messwerte unter 5 mg/l und rund 90% der Messwerte unter 10 mg/l liegen.

Die Ursache für die noch nicht ganz erwartungsgemässe Eliminationsleistung der Filtration liegt im hohen Anteil an Abwasser aus der zentralen Schlammbehandlung der ARA Altenrhein, welcher zu instabilen Flocken in der Fällstufe und zu einer feinen Trübung führt. Dadurch reduziert sich die Rückhaltewirkung der gesamten ungelösten Stoffe im Sandbett der Filtration.

8. Zusammenfassung und Folgerungen

Die Belastung des Alten Rheins durch die Einleitung der gereinigten Abwässer aus der ARA Altenrhein war in den Jahren vor dem ARA-Ausbau deutlich. Die Konzentrationen für Ammonium und für Phosphor sowie der Gehalt an leicht abbaubaren organischen Verbindungen erfuhren im Mündungsbereich im Vergleich zur Belastung oberhalb der ARA-Einleitung eine Verdoppelung bis Verdreifachung. Für Ammonium wurden damals im Mündungsbereich die gesetzlichen Anforderungen nach schweizerischem, österreichischem und EU-Recht klar überschritten.

Mit der Inbetriebnahme der erweiterten ARA Altenrhein im Herbst 2000 konnte die Belastung des Alten Rheins mit Ammonium und Nitrit sowie mit organischer Restverschmutzung deutlich reduziert werden. Die neue Anlage erfüllt die diesbezüglichen Anforderungen an die Eliminationsleistung gut. Im Mündungsbereich war seit dem ARA-Ausbau für Ammonium und Nitrit sowie für sauerstoffzehrende organische Verbindungen keine Belastungszunahme mehr feststellbar.

In Bezug auf die gesamten ungelösten Stoffe und Phosphor liessen es Probleme mit dem Betrieb der neuen Filtrationsstufe lange Zeit nicht zu, dass die Anforderungen an die Ablaufwerte dieser Messgrössen eingehalten werden konnten. Durch grosse Anstrengungen der ARA-Betreiber sind diese Probleme heute jedoch weitgehend gelöst. Seit Mitte 2003 können die Anforderungen an die Phosphorelimination erfüllt werden. Der Rückhalt der ungelösten Stoffe kann seit Mitte 2005 ebenfalls als zufriedenstellend bezeichnet werden.

Infolge der Verdoppelung der hydraulischen Kapazität der ARA und durch die Nutzung des Abwasserstollens zwischen Rorschach und Altenrhein als Zwischenspeicher werden heute bei Regenwetter rund 85% weniger Mischwasser in den Alten Rhein entlastet als früher. Weitere Reduktionen der Entlastungsmengen und –häufigkeiten werden durch die geplante Kanalnetzbewirtschaftung mit Fernwirkssystem möglich sein. Neben der Erweiterung der Reinigungsstufen auf der ARA tragen diese Massnahmen zusätzlich wesentlich zur Verbesserung der Wasserqualität im Alten Rhein und zur Verminderung der Belastung des Sees mit Nährstoffen bei.

Seit Abschluss des Ausbaus der ARA Rosenbergsau in Au im Jahr 2004 entfällt die Vorbelastung des Alten Rheins mit Ammonium. Diese war zuvor vor allem in der kalten Jahreszeit aufgefallen.

Aus bakteriologischer Sicht war der Alte Rhein vor Abschluss des ARA-Ausbaus im untersten Flussabschnitt oft deutlich belastet. Eine gewisse Vorbelastung mit Keimen war jedoch auch oberhalb der Einleitung der ARA feststellbar. Seit 2001 wurden der Badestelle am Vorarlberger Rheinspitz bei 75% aller Befunde eine einwandfreie oder befriedigende Badewasserqualität attestiert, was gegenüber den Vorjahren eine markante Verbesserung darstellt. Seit Frühjahr 2006 wirken sich zudem die Massnahmen des Projekts "Endgestaltung Alter Rhein" positiv auf die Badewasserqualität am Vorarlberger Rheinspitz aus. So konnte hier im Juni /Juli 2006 fünfmal in Folge das Prädikat "einwandfrei" erteilt werden. An der Badestelle am St.Galler Rheinspitzufer wurden seit 2001 in 11 von 14 Fällen einwandfreie Befunde ermittelt.

Der Alte Rhein wird heute durch die ARA Altenrhein deutlich weniger belastet als vor deren Ausbau. Die Auswirkungen der ARA auf die chemische Wasserqualität im Mündungsbereich sind nur noch gering und führen in der Regel nicht mehr zu einer messbaren Belastungszunahme. Der Ausbau der obenliegenden ARA Rosenbergsau in Au hat zudem eine deutliche Verringerung der Vorbelastung des Gewässers bewirkt. Dem Alten Rhein kann heute bezüglich seiner chemischen Wasserqualität (Ammonium, Nitrit, Phosphor, DOC) auf der ganzen Strecke ein "guter Zustand" attestiert werden.

Die neue Filtrationsstufe auf der ARA Altenrhein ermöglicht auch bezüglich der Bakterienzahlen eine bessere Reinigungsleistung. Die verbleibende Belastung wirkt sich aufgrund der baulichen Massnahmen des Projektes "Endgestaltung Alter Rhein" im Mündungsbereich nach den vorliegenden Befunden nicht mehr negativ auf die Badewasserqualität am Vorarlberger Rheinspitz aus.

Weitergehende Massnahmen zur Verringerung der Abwasserbelastung des Alten Rheins sind nach heutigen Kenntnissen nicht erforderlich. Die Betreiber der Abwasserreinigungsanlagen Altenrhein und Rosenbergsau sind angehalten, weiterhin einen optimalen Betrieb der Anlagen zu gewährleisten.

9. Beschlüsse und weiteres Vorgehen

Am Umweltgespräch zwischen Vorarlberg und St.Gallen vom 22. November 2006 wurde der vorliegende Bericht vorgestellt und verabschiedet. Die anwesenden Delegationen haben die folgenden Beschlüsse gefasst:

- Y Der vorliegende Schlussbericht wird zustimmend zur Kenntnis genommen.
- Y Das gemeinsame Sonder-Messprogramm wird mit diesem Bericht abgeschlossen.
- Y Das Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg und das Amt für Umweltschutz des Kantons St.Gallen tauschen die an den jeweiligen Hauptmessstellen bei Gaissau und bei St.Margrethen erhobenen Messdaten sowie die Daten aus der Überwachung der Badewasserqualität an den jeweiligen Badestellen regelmässig aus.
- Y Einmal pro Jahr soll an den Messstellen im Flusslauf weiterhin eine gemeinsame koordinierte Probenahme erfolgen.
- Y Das Amt für Umweltschutz des Kantons St.Gallen sorgt in Absprache mit dem Abwasserverband Altenrhein dafür, dass inskünftig unterhalb der ARA im Mündungsbereich einmal monatlich eine Beprobung erfolgt.
- Y Zusätzliche Untersuchungen können von beiden Fachstellen in gegenseitiger Absprache durchgeführt werden, wenn der Bedarf gegeben ist.
- Y Die Durchführung einer weiteren Schwerpunktsuntersuchung am Alten Rhein soll nach Abschluss der Bauarbeiten des Projektes "Endgestaltung Alter Rhein" durch die beiden Fachstellen geprüft werden.
- Y Bei massgeblichen Abweichungen vom normalen Betrieb der ARA Altenrhein orientiert der Betreiber der ARA das Amt für Umweltschutz des Kantons St.Gallen unverzüglich. Dieses wiederum informiert das Umweltinstitut Vorarlberg.
- Y Der vorliegende Schlussbericht wird von beiden Fachstellen in ihrem jeweiligen Internetauftritt veröffentlicht.

10. Verdankung

Für die zuverlässige Probenahme und Durchführung der Laboranalysen sei den Herren H. Urthaler und B. Mangold (UIV) sowie M. Faden (AFU-SG) herzlich gedankt. Für die bakteriologischen Analysen gilt der Dank der Abteilung Mikrobiologie im Umweltinstitut Vorarlberg, für die Datenauswertungen Herrn A. Herold (AFU-SG).

Ein besonderer Dank gebührt ausserdem den Mitarbeitern und Verantwortlichen der Abwasserreinigungsanlagen Altenrhein und Rosenbergsau, die stets für eine optimale Reinigung der Abwässer besorgt sind. Speziell erwähnt sei der grosse Einsatz, welcher auf der ARA Altenrhein zur Lösung der Probleme mit dem anfänglich nicht zufrieden stellenden Betrieb der erweiterten ARA geleistet wurde.

Amt für Umweltschutz
des Kantons St.Gallen
Fachbereich Oberflächengewässer

Umweltinstitut Vorarlberg
Abteilung Gewässergüte

M. Eugster

G. Hutter

St. Gallen und Bregenz, 22. November 2006