



**CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS**

Département des transports, de l'équipement et de l'environnement
Service de la protection de l'environnement

Departement für Verkehr, Bau und Umwelt
Dienststelle für Umweltschutz

STATUSBERICHT DER ABWASSERREINIGUNG IM WALLIS

JAHR 2005



Abwasserreinigungsanlage Martigny

Technische Abteilung

Marc Bernard, Sektionchef (027 606 31 70)

Hervé Bessero, Ingenieur (027 606 31 74)



INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
LISTE DER GRAPHIKEN UND ANHÄNGE.....	4
1. EINLEITUNG.....	5
1.1. ZWECK DES BERICHTS.....	5
1.2. GESETZLICHE GRUNDLAGEN UND EMPFEHLUNGEN	5
2. BESTEHENDE INFRASTRUKTUR: ABWASSERNETZ UND ARA'S	6
2.1. ANGESCHLOSSENE BEVÖLKERUNG.....	6
2.2. REINIGUNGSLEISTUNG DER ARA'S	7
2.3. ENTWÄSSERUNGSNETZ	7
2.3.1. <i>Mischsystem</i>	8
2.3.2. <i>Trennsystem</i>	8
2.4. AUSGEFÜHRTE ARBEITEN UND ARBEITEN IN AUSFÜHRUNG	9
2.5. ÜBERWACHUNGSSYSTEM DER ARA'S	9
3. ENTWICKLUNG DER VON DEN ARA'S BEHANDELTEN SCHMUTZFRACHTEN.....	10
3.1. ENTWICKLUNG DER HYDRAULISCHEN BELASTUNGEN	10
3.2. ENTWICKLUNG DER BSB ₅ -FRACHT	10
3.3. ENTWICKLUNG DER PHOSPHOR-FRACHT.....	11
3.4. ENTWICKLUNG DER KLÄRSCHLAMMPRODUKTION.....	12
4. WIRKUNGSGRAD DER ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN FÜR DAS JAHR 2005 UND DIE KONZENTRATIONEN IM ABLAUF	13
4.1. ORGANISCHES MATERIAL	13
4.2. PHOSPHOR.....	13
4.3. STICKSTOFF	14
4.4. QUALITÄTSKLASSEN UND BESTIMMUNG DEREN MERKMALE.....	14
5. SCHLUSSFOLGERUNG, AUSSICHTEN UND EMPFEHLUNGEN.....	15
5.1. ANGESCHLOSSENE BEVÖLKERUNG.....	15
5.2. ABWASSERNETZ	15
5.3. ÜBERWACHUNG DER ARA	16
5.4. AMMONIUM.....	16
5.5. KLEINSTVERSCHMUTZER.....	16
A N H Ä N G E	17

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Bericht wird eine Betriebsanalyse der 68 funktionierenden Abwasserreinigungsanlagen (ARA's) des Kantons Wallis gemacht.

Der Betrieb der ARA's wird auf der Basis der Resultate der Selbstkontrollen von 54 ARA's, welche 94.2 % der Reinigungskapazität vertreten, dargestellt. Die Dienststelle für Umweltschutz hat auf 17 ARA's Proben entnommen und analysiert. Diese Kontrollmessungen erlauben eine Überprüfung der Messresultate der Betreiber.

Zusätzlich zur globalen Betriebsanalyse werden im Anhang die Wirkung der Abwasserreinigung der wichtigsten ARA's aufgezeigt. In verschiedenen Gewässern im Wallis sind starke Stickstoffbelastungen festgestellt worden. Im letzten Anhang des Berichts werden die Bedingungen, welche für eine genügende Nitrifikation des behandelten Abwassers einzuhalten sind, aufgezeigt.

Die von der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GschV) verlangten Grenzwerte im Ablauf werden im Grossen und Ganzen eingehalten. Die gute Funktionsweise der ARA's wird mit dem guten Wirkungsgrad des Abbaus der organisch-abbaubaren Stoffe von 96.8 % Zwischen Zu- und Ablauf gezeigt (Wirkungsgrad BSB₅ von 96,8 % 2005, 96,2 % 2004 und 97,1% 2003). Im Jahr 2005 wurde 88.5 % des Phosphors abgebaut (87,7 % 2004 und 89,3 % 2003).

Selbst wenn die Betriebsanalyse der ARA's zufrieden stellend ist, weist diese eingangs der ARA eine zu grosse ständige Fremdwassermenge auf. Dieses nicht verschmutzte Abwasser hat einen negativen Einfluss auf den Betrieb der ARA. Es erhöht die hydraulische Belastung und die Betriebskosten und vermindert die Reinigungsleistungen.

Die Generellen Entwässerungspläne (GEP), welche in den Gemeinden in der Bearbeitung sind, müssen die Definition der Prioritäten der Sanierungen im Abwassernetz festlegen, damit die Fremdwassermenge verringert werden kann und somit auch Betriebskosten gesenkt werden.

LISTE DER GRAPHIKEN UND ANHÄNGE

Figur 1:	Anteil der angeschlossenen Wohnbevölkerung und touristischen Betten	6
Figur 2:	Verteilung der Einwohnerwerte	7
Figur 3:	Entwicklung BSB ₅ -Fracht im Zulauf der ARA's.....	10
Figur 4 :	Entwicklung der Produktion und Entsorgung des Klärschlammes.....	12
Figur 5 :	Entsorgungswege des Klärschlammes 2005.....	12
Figur 6 :	Qualitätsmerkmale im Ablauf.....	14
Anhang 1 :	Biologische Ausbaugrösse	18
Anhang 2 :	Selbstüberwachung (Phosphor)	19
Anhang 3 :	Abflussmenge pro angeschlossenen Einwohner.....	20
Anhang 4 :	Tabelle der Wirkungsgrade und der Konzentrationen	21
Anhang 5 :	Wirkungsgrad (BSB ₅).....	23
Anhang 6 :	Fracht BSB ₅ im Ablauf	24
Anhang 7 :	Phosphorfracht im Ablauf	25
Anhang 8 :	Ammoniumfracht im Ablauf (N-NH ₄)	26
Anhang 9 :	Tabelle der Frachten im Ablauf	27
Anhang 10 :	BSB ₅ -Konzentration.....	28
Anhang 11 :	Wirkungsgrad BSB ₅	29
Anhang 12 :	Phosphorkonzentration	30
Anhang 13 :	Wirkungsgrad des Phosphorabbaus	31
Anhang 14 :	Ammoniumkonzentration.....	32
Anhang 15 :	Beispiel einer Zuflussanalyse	33
Anhang 16 :	Der Stickstoff und die Nitrifikationsmöglichkeit auf der ARA.....	35
Anhang 17 :	Schwankungen der Ammonium-Konzentrationen im Ablauf der ARA.....	44

1. EINLEITUNG

1.1. ZWECK DES BERICHTS

Dieser Bericht bezweckt eine Bilanz der betrieblichen Belange der Abwasserreinigungsanlagen (ARA's) des Kantons Wallis unter Berücksichtigung der von der Dienststelle für Umweltschutz (DUS) gesammelten Daten zu erstellen. Die Resultate dieses Berichts erlauben es, Mängel sowie auch Verbesserungsmöglichkeiten der Abwasserreinigungsanlagen zu erkennen.

1.2. GESETZLICHE GRUNDLAGEN UND EMPFEHLUNGEN

Die Anforderungen an eine Abwasserreinigungsanlage sind im eidgenössischen Gewässerschutzgesetz (GSchG) vom 24. Januar 1991 und in der eidgenössischen Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 (Art. 13 und 17, sowie in den Anhängen 2 und 3 festgelegt).

Das kantonale Gewässerschutzgesetz vom 16. November 1978 regelt die Kompetenzen und Aufgaben der mit der Umsetzung dieses Gesetzes beauftragten Instanzen (Departement, Dienststelle und Gemeinden).

Der vorliegende Bericht stellt vor, dass der Kanton und die Gemeinden den Bau des öffentlichen Abwassernetzes, der zentralen Abwasserreinigungsanlagen sowie den wirtschaftlichen Betrieb und die Finanzierung nach dem Verursacherprinzip dieser Anlagen überwachen.

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) erlässt Weisungen und Empfehlungen, welche die Forderungen der eidgenössischen Gesetzgebung näher bestimmen. Der Kanton Wallis verpflichtet sich, die Empfehlungen der Internationalen Kommission zum Schutz des Genfersees (CIPEL), welche die Sicherung der Wasserqualität des Genfersees verlangt, zu erfüllen.

2. BESTEHENDE INFRASTRUKTUR: ABWASSERNETZ UND ARA'S

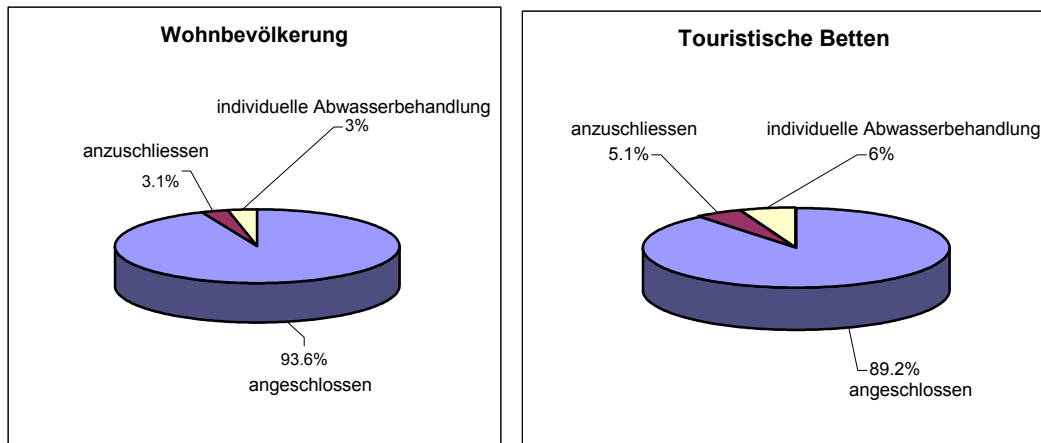
2.1. ANGESCHLOSSENE BEVÖLKERUNG

Im Rahmen der Ermittlung des angeschlossenen Bevölkerungsanteils ist zu unterscheiden zwischen dem Bevölkerungsanteil, welcher an ein öffentliches Abwassernetz angeschlossen ist und jenem, wo eine individuelle Lösung der Abwasserreinigung notwendig ist. Eine individuelle Abwasserreinigung (Reinigungssystem mit Sammeln der Abwässer, deren Vorbehandlung und Behandlung sowie der Rückgabe oder Infiltration) muss die Behandlung der Abwässer jener Einwohner garantieren, welche keine Möglichkeit haben, ans öffentliche Abwassernetz angeschlossen zu werden.

Die saisonale Bevölkerung wird statistisch in touristischen Betten erfasst. Diese touristischen Betten widerspiegeln die Kapazität der touristischen Beherbergung (Hotel, Ferienhäuser und –Wohnungen, Massenlager, Campingplätze).

	Angeschlossen	Individuelle Abwasserbehandlung	Noch anzuschliessen
Wohnbevölkerung	267'103	9'477	8'906
Touristische Betten	322'799	20'676	18'398

Die untenstehenden Grafiken zeigen den Anteil der Wohnbevölkerung, bzw. der touristischen Betten, welche einen Anschluss ans öffentliche Abwassernetz haben.

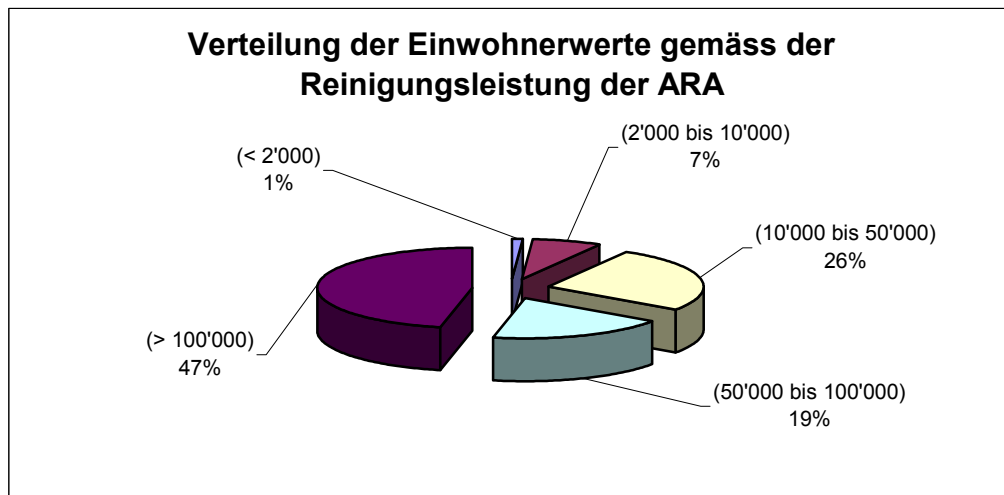


Figur 1: Anteil der angeschlossenen Wohnbevölkerung und touristischen Betten

2.2. REINIGUNGSLEISTUNG DER ARA'S

Der Kanton Wallis zählt 68 Abwasserreinigungsanlagen. Die Verteilung in Abhängigkeit der Reinigungsleistung ist Folgende:

- 24 ARA's 100 bis 2'000 Einwohnerwerte
- 23 ARA's 2'000 bis 10'000 Einwohnerwerte
- 15 ARA's 10'000 bis 50'000 Einwohnerwerte
- 4 ARA's 50'000 bis 100'000 Einwohnerwerte
- 2 ARA's über 100'000 Einwohnerwerte



Figur 2: Verteilung der Einwohnerwerte

Die obenstehende Figur zeigt, dass 70 % aller Abwasserreinigungsanlagen eine Kapazität von weniger als 10 000 Einwohnerwerten haben. Ihre Kapazität entspricht 8 % der Gesamtleistung aller Abwasserreinigungsanlagen im Wallis (siehe Anhang 1: Biologische Ausbaugrösse der ARA's)

2.3. ENTWÄSSERUNGSNETZ

Das Entwässerungsnetz ist mehrheitlich als Mischsystem erstellt worden (ein Netz mit Schmutz- und Regenwasser). Das Trennsystem entwickelt sich hauptsächlich in den neu zur Überbauung freigegebenen Zonen. Die beiden Entwässerungssysteme werden anschliessend kurz vorgestellt:

2.3.1. Mischsystem

Die Regenauslässe (RA) und die Regenklärbecken (RKB) sind geläufige Bestandteile des Mischsystems.

Während eines Regenereignisses kann im RKB ein Teil des verschmutzten Wassers vor der Entlastung ins Oberflächengewässer vorgereinigt werden. Das im RKB gelagerte schlammhaltige Wasser kann nach dem Regenereignis der ARA zugeleitet werden. Das Wasser, welches aus dem Mischsystem weder der ARA zugeleitet noch im RKB zurückgehalten werden kann, wird über den Regenauslass in die Umwelt abgegeben. Diese Entlastungen können eine direkt sichtbare Verschmutzung in kleinen Gewässern verursachen (insbesondere bei Fliessgewässern in den Seitentälern und den Kanälen der Rhoneebene).

Um diese Einleitung in die Gewässer zu verhindern ist es notwendig, schrittweise das Regenwasser vom Schmutzwasser zu trennen. Diese Trennung ist auch notwendig, um die Wasserqualität aufrechtzuerhalten, aber auch um einen wirtschaftlichen Betrieb der ARA's sicher zu stellen.

Das Fremdwasser (Drainagewasser, Einleitungen von Brunnen, Kühlwasser, etc.) belastet das Abwassernetz ebenfalls unnötigerweise. Es verdünnt das Schmutzwasser vor der Reinigung, erhöht die in die Gewässer entlastete Wassermenge und führt zu höheren Betriebskosten.

Die Internationale Kommission zum Schutz des Genfersees (CIPEL) schätzt die Schmutzfracht der Einleitungen aus den Regenauslässen und Regenklärbecken gleich gross wie die Schmutzfracht aus den ARA's selbst. Damit die in die Umwelt abgegebene Schmutzfracht ermittelt werden kann und die notwendigen Massnahmen im Abwassernetz oberhalb Regenentlastungen ergriffen werden können, müssen die Betreiber der Abwassernetze ihre Anstrengungen zur Bestückung der Hauptregenentlastungen (RA und RKB) mit Messungen weiterführen.

Die Messwerte der Stundenmittel der Abflüsse geben wichtige Hinweise zur Funktion des Abwassernetzes bei Regenereignissen und Trockenperioden. Aus diesen Messwerten kann der Anteil des ständigen Fremdwassers, des Regenwassers und des Schmutzwassers ermittelt werden. Eine solche Analyse der Messwerte erlaubt die bessere Ermittlung der Korrekturmassnahmen auf dem Abwassernetz und die Reduktion der Betriebskosten.

2.3.2. Trennsystem

Das Regenwasser im Trennsystem wird meist ohne Behandlung in ein natürliches Entwässerungssystem abgeleitet. Das von den Dächern abgeleitete Regenwasser kann als nicht verschmutzt angesehen werden. Das von den versiegelten Flächen (Strassen, Plätze, usw) abgeleitete Wasser kann hingegen verschmutzt sein und muss vor der Einleitung in ein Gewässer vorbehandelt werden.

2.4. AUSGEFÜHRTE ARBEITEN UND ARBEITEN IN AUSFÜHRUNG

Die folgenden Arbeiten sind im Laufe des Jahres 2005 ausgeführt worden:

- Die Transportleitung Orsières-Martigny (AELOVS) wurde nach den Unwettern 2000 wieder erstellt (Bemerkung: Wiederinbetriebnahme Februar 2006).
- Die Ausbau- und Erneuerungsarbeiten der ARA Nendaz-Bieudron haben begonnen.
- Mit den Arbeiten an der Erneuerung der Schlammbehandlung und der zusätzlichen Schlammfäulung der ARA Sion / Châteauneuf wurde begonnen.
- Beim Projekt „Klärschlammverbrennung in der Kehrrechtverbrennungsanlage Uvrier (UTO)“ hat man mit der Bauphase begonnen. Die Inbetriebnahme ist für das Jahr 2008 vorgesehen.
- Die Arbeiten für den Anschluss der Gemeinden Salvan und Finhaut sind im Herbst 2005 begonnen worden.

Folgende wichtige Arbeiten werden im 2006 begonnen:

- Bau der ARA Simplon-Dorf.
- Bau der Sammelleitungen für die zukünftige ARA Bourg-St-Pierre.
- Im Laufe des Jahres 2006 wird mit dem Bau der ARA Evolène begonnen, sofern keine Einsprache gegen die Baubewilligung vom Juni 2006 eingereicht wird.

2.5. ÜBERWACHUNGSSYSTEM DER ARA'S

Eine strenge Überwachung der ARA's ist unerlässlich, um eine gute Bewirtschaftung der bestehenden Infrastruktur zu sichern.

Um Klarheit bei den Anforderungen auf dem Gebiet der Kontrollen zu geben, hat die Dienststelle für Umweltschutz eine Weisung an die Betreiber der ARA's erlassen. Dieses Dokument, veröffentlicht auf der WEB-Seite des Kantons (www.vs.ch/Press/DS_3/PU-2006-04-03-9086/de/Selbstkontrollen%20ARA-2005-VA.pdf), beinhaltet folgende Hauptthemen:

- Überwachung und Messungen auf dem Abwassernetz
Diese Überwachung erlaubt die Quantifizierung des gesammelten Schmutzwassers und die Bestimmung der in die Oberflächengewässer entlasteten Abwassermengen.
- Überwachung und Messungen auf den Abwasserreinigungsanlagen
Die Messung des Durchflusses, eine angepasste Häufigkeit der Probeentnahmen und angepasste analytische Methoden sichern den guten Betrieb der ARA.

3. ENTWICKLUNG DER VON DEN ARA'S BEHANDELTEN SCHMUTZ-FRACHTEN

3.1. ENTWICKLUNG DER HYDRAULISCHEN BELASTUNGEN

Seit einigen Jahren beobachtet man eine Abnahme der Niederschläge, was eine leichte Verringerung der in den ARA's zu behandelnden Abwassermenge zur Folge hat.

	2003	2004	2005
Behandelte Abwassermenge (m ³ /Jahr)	71'329'000	70'533'000	68'719'000

Schweizweit liegt der Abwasseranfall pro Einwohner bei 160 bis 170 Liter pro Tag. Das Mittel im Wallis liegt bei mehr als 450 Liter pro Tag und Einwohner. Bei 46 überprüften Abwasserreinigungsanlagen ergibt sich folgende Verteilung für den Abwasseranfall (siehe Anhang 3: Abwasseranfall pro angeschlossener Einwohner):

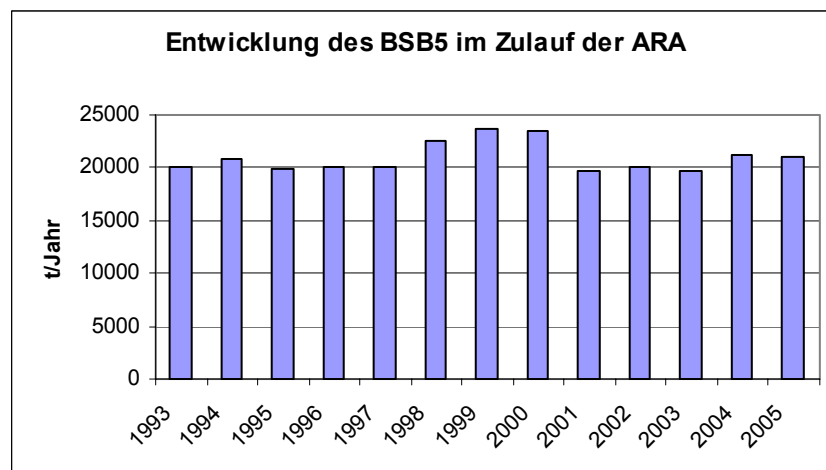
- 5 ARA's mehr als 600 Liter pro Einwohner
- 18 ARA's zwischen 400 und 600 Liter pro Einwohner
- 20 ARA's weniger als 400 Liter pro Einwohner

Diese sehr hohen Abwasseranfänge stören den Betrieb der ARA's und verursachen Mehrkosten beim Betrieb. Die beobachteten Abwasseranfänge erklären sich zum Teil durch die industrielle, gewerbliche, landwirtschaftliche etc. Nutzung des Wassers, aber hauptsächlich durch den Fremdwasser- und den Regenwasseranfall (siehe Anhang 3: Abwasseranfall pro angeschlossener Einwohner).

Diese Resultate unterstreichen die Notwendigkeit, den Fremdwasser- und Regenwasseranteil im Zufluss der ARA's zu reduzieren (siehe auch Abschnitt 2.3).

3.2. ENTWICKLUNG DER BSB₅-FRACHT

Die jährliche, als leicht biologisch-abbaubare organische Verschmutzung berechnete Fracht im Zulauf wird mit 20'992 Tonnen BSB₅ angegeben. Wie in der untenstehenden Grafik dargestellt, hat diese Fracht in den letzten Jahren nur wenig variiert.



Figur 3: Entwicklung BSB₅-Fracht im Zulauf der ARA's

658 Tonnen BSB₅ sind in die Fliessgewässer eingeleitet worden. Dies bedeutet einen sehr guten Abbau von 96.8 % gegenüber der Fracht im Zulauf der ARA. Im Vergleich zu den Vorjahren hat man eine Verringerung der in die Fliessgewässer eingeleiteten BSB₅-Fracht festgestellt.

	Fracht in Zulauf t/Jahr BSB ₅	Fracht im Ablauf t/Jahr BSB ₅
2002	20'900	1066
2003	19'600	570
2004	21'300	801
2005	20'992	658

3.3. ENTWICKLUNG DER PHOSPHOR-FRACHT

Der Phosphor hat seinen Ursprung in den Detergenen (mit Ausnahmen der Waschmittel, wo seit 1986 ein Verbot in Kraft ist) und den häuslichen Abwässer. Eine zu grosse Phosphorkonzentration begünstigt das Wachstum der Algen und Wasserpflanzen in den Oberflächengewässern (Flüsse, Seen, etc.). Der Phosphor wird in mg/l P (Milligramm Phosphor pro Liter) angegeben.

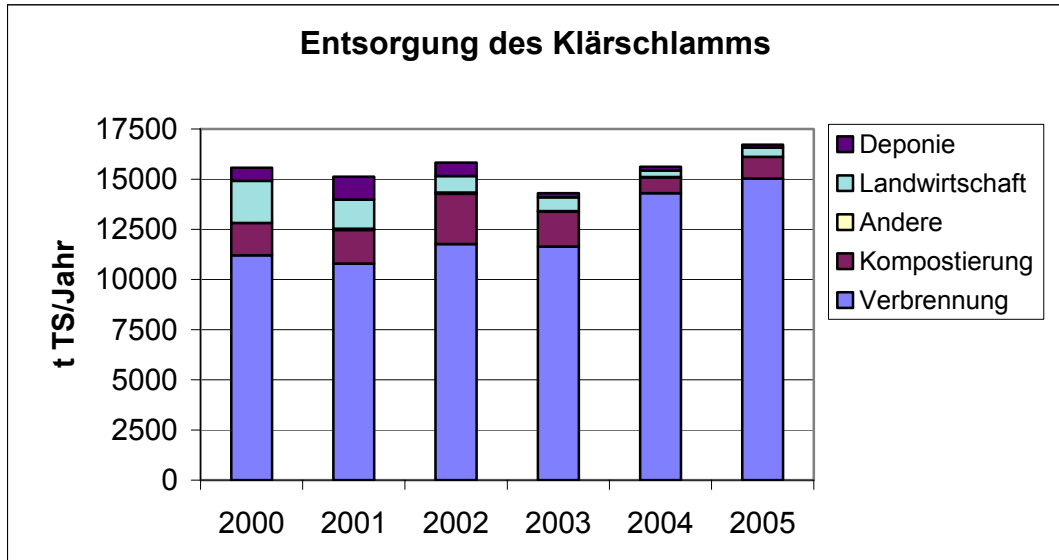
Die Gesamtfracht im Zulauf der Abwasserreinigungsanlage beträgt 306 Tonnen Phosphor und im Auslauf 34.1 Tonnen, was also einem Abbau von rund 90 % des Phosphors entspricht. Die Phosphorfracht hat im Zu- und Ablauf in den letzten Jahren nur wenig variiert.

	Fracht in Zulauf t/Jahr Phosphor	Fracht im Ablauf t/Jahr Phosphor
2002	323	46.6
2003	291	31.0
2004	308	37.7
2005	306	34.1

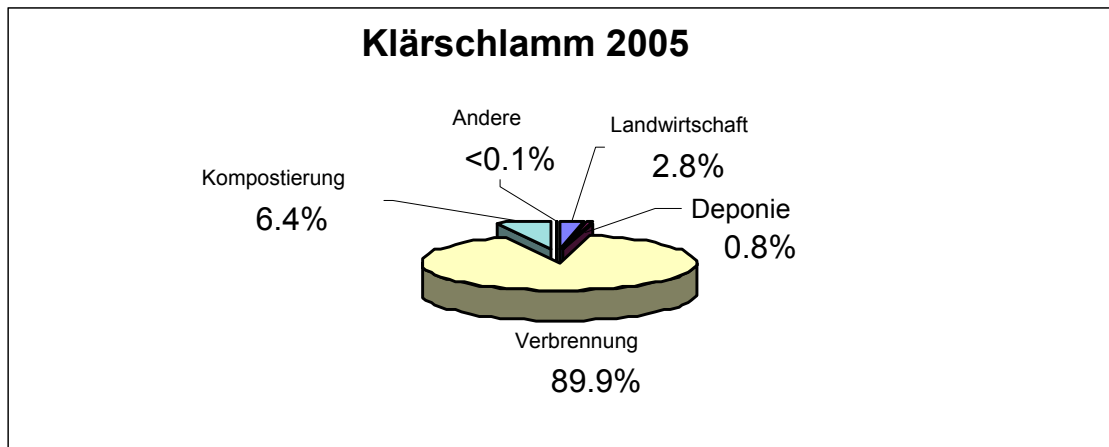
Die Kosten der für die Phosphorelimination verbrauchten Produkte belaufen sich auf eine Million Franken für das Jahr 2005. Diese Kosten werden zum Teil vom Kanton Genf übernommen, da der Phosphor zu einer Überdüngung des Wassers des Genfersees führt. Diese Subvention wird per 1. Juli 2006 gestrichen. Die Pflicht der ARA-Betreiber, den Phosphor aus dem Abwasser zu entfernen, bleibt aber unverändert bestehen.

3.4. ENTWICKLUNG DER KLÄRSCHLAMMPRODUKTION

Die Walliser ARA's (Anlagen für häusliche und industrielle Abwasser) haben 2005 rund 16'700 Tonnen Trockensubstanz produziert. Die Entsorgungswege des Klärschlammes werden in der untenstehenden Grafik dargestellt.



Figur 4 : Entwicklung der Produktion und Entsorgung des Klärschlammes



Figur 5 : Entsorgungswege des Klärschlammes 2005

Die Menge des in der Landwirtschaft verwendeten Klärschlammes ist unbedeutend. Sie beträgt nur gerade 460 Tonnen. Die integrale Produktion (IP) und die Ankündigung des Klärschlammverbotes ab dem 1. Oktober 2006 in der Landwirtschaft haben das Interesse der Landwirte am Klärschlamm versiegen lassen.

Die Mehrheit des Klärschlammes aus häuslichem Abwasser wird im Lonzaofen und in der SATOM verbrannt. Die Betriebsaufnahme eines Klärschlammverbrennungsofens bei UTO (Uvrier) 2008 gewährleistet, dass der gesamte Walliser Klärschlamm anfall verbrannt werden kann. Die Gemeinden müssen unbedingt die Kosten für die Klärschlammverbrennung in ihren Abwassergebühren berücksichtigen.

4. WIRKUNGSGRAD DER ABWASSERREINIGUNGSANLAGEN FÜR DAS JAHR 2005 UND DIE KONZENTRATIONEN IM ABLAUF

Die Wirkungsgrade der ARA's und die Konzentration der Schmutzfrachten im Ablauf werden in diesem Kapitel besprochen und sind in den Anhängen 4 bis 14 detailliert dargestellt.

4.1. ORGANISCHES MATERIAL

Die Hauptaufgabe der Abwasserreinigungsanlagen ist es, das organische Material im Schmutzwasser abzubauen. Dieser Abbau wird durch Bakterien (Mikroorganismen) gemacht, welche anschliessend in Form von Klärschlamm zurückgewonnen und mit diesem entsorgt werden.

Der BSB₅ (Biologischer Sauerstoffbedarf) ist eine Masseinheit, die den Fünftagesbedarf der Bakterien an im Wasser gelöstem Sauerstoff für den Abbau des organischen Materials angibt. Der BSB₅ wird in mg/l O₂ angegeben. Die biologischabbaubare Fracht pro Einwohnerwert (EW) entspricht einem BSB₅ von 60 g O₂/Tag.

Die Grenzwerte im Ablauf für organisches Material (BSB₅) sind in der Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV) festgelegt.

- ARA (< 10'000 EW) : 20 mg/l O₂ und einen Wirkungsgrad von 90 %
- ARA (> 10'000 EW) : 15 mg/l O₂ und einen Wirkungsgrad von 90 %

Die Anhänge 5 und 11 stellen die Wirkungsgrade des BSB₅-Abbaus der verschiedenen ARA's dar. Die Anhänge 6 und 10 stellen die BSB₅-Fracht, bzw. die BSB₅-Konzentrationen im Ablauf der ARA's dar.

Die Konzentrationen im gereinigten Abwasser und der mittlere Wirkungsgrad der ARA's im Wallis sind sehr gut. Einige Anlagen sind durch zu grosse Anteile an Fremdwasser im Zulauf beeinträchtigt und können den Wirkungsgrad von 90 % nicht erfüllen (z. B. St Niklaus, Isérables).

Die letzten vorhandenen Resultate zeigen, dass die sogenannten „natürlichen“ Abwasserreinigungsanlagen (Eisten, Ferden, Kippel und Wiler) Mühe bekunden, die von der Gewässerschutzverordnung festgelegten Bedingungen während des Winters zu erfüllen.

4.2. PHOSPHOR

Die Grenzwerte für Phosphor im Ablauf sind folgende:

- ARA 200 bis 2'000 EW 0.8 mg/l P und 80 % Wirkungsgrad(GSchV)
- ARA 2'000 bis 10'000 EW 0.8 mg/l P und 85 % Wirkungsgrad (CIPEL)
- ARA > 10'000 EW 0.8 mg/l P und 90 % Wirkungsgrad (CIPEL)

Da die heute in den Genfersee eingeleitete Phosphormenge immer noch zu gross ist, wurden im Rahmen der Verfahren für den Bau oder Ausbau der Abwasserreinigungsanlagen Sierre, Martigny, Sion-Châteauneuf, Anniviers und Nendaz strengere Anforderungen für den Ablauf festgelegt.

Die Anhänge 7 und 13 stellen die Wirkungsgrade der Phosphorelimination der ARA's sowie die Fracht im Ablauf dar. Die Phosphorkonzentrationen im Ablauf der ARA's werden im Anhang 12 gezeigt.

Im Allgemeinen haben die Abwasserreinigungsanlagen, welche Probleme beim Abbau des organischen Materials haben, auch Schwierigkeiten bei der Einhaltung des Grenzwertes für die totale Phosphorfracht im Ablauf (St. Niklaus, Isérables, Champéry). Auch gewisse gemischte Abwasserreinigungsanlagen (Industrie) mit Ausnahmenbewilligungen bekunden Mühe, diese Grenzwerte einzuhalten.

4.3. STICKSTOFF

Die Gewässerschutzverordnung (GSchV) bestimmt nicht direkt die Bedingungen für die Ammoniumkonzentration im Ablauf. Hingegen legt sie Qualitätsanforderungen in Bezug auf das Ammonium für die Oberflächengewässer fest. Das Fließgewässer unterhalb einer Einleitung von gereinigtem Abwasser hat diese Qualitätsanforderungen zu erfüllen (0.2 mg/l N-NH₄, bei einer Wassertemperatur >10°C oder 0.4 mg/l N-NH₄, bei einer Wassertemperatur <10°C). Das Ammonium ist für Fische und andere Wassertiere giftig.

Das Verdünnungspotenzial des Vorfluters bestimmt die Notwendigkeit einer Nitrifikation des Abwassers auf der ARA. In den Fällen, bei denen eine solche Nitrifikation notwendig ist, wurden die Grenzwerte wie folgt festgelegt:

- Die Konzentration im Ablauf muss kleiner als 2 mg/l N sein.
- Der Wirkungsgrad muss mindestens 90 % betragen $(((N\text{-Kjeldahl})-(N\text{-NH}_3))/N\text{-Kjeldahl})$.

Die täglich eingeleiteten Frachten der ARA sind im Anhang 8 aufgezeigt und die Konzentrationen im Ablauf der ARA sind im Anhang 4 dargestellt.

Der Anhang 16 zeigt die Bedingungen, welche die ARA's erfüllen müssen, um eine Nitrifikation des Stickstoffs zu gewährleisten.

4.4. QUALITÄTSKLASSEN UND BESTIMMUNG DEREN MERKMALE

In Funktion des Wirkungsgrads und der Konzentrationen im Ablauf kann die Reinigungsqualität pro ARA für die verschiedenen Parameter gemäss der untenstehenden Tabelle festgelegt werden, unter Berücksichtigung des gewichteten Mittels des Zuflusses.

	BSB5		CSB		DOC		P tot		NH ₄		Note
	%	Konz.	%	Konz.	%	Konz.	%	Konz.	%	Konz.	
Sehr gut	> 95	0 à 10	> 95	0 à 20	> 90	0 à 6	> 90	< 0.3	> 90	< 1	< 1.3
Gut	90 à 95	10 à 15	90 à 95	20 à 60	85 à 90	6 à 10	85 à 90	0.3 à 0.7	80 à 90	1 à 2	1.3 à 1.7
Genügend	85 à 90	15 à 20	80 à 90	60 à 80	80 à 85	10 à 15	80 à 85	0.7 à 1.2	60 à 80	2 à 3	1.7 à 2.1
Schlecht	< 85	> 20	< 80	> 80	< 80	> 15	< 80	> 1.2	< 60	> 3	> 2.1

Figur 6 : Qualitätsmerkmale im Ablauf

Die Schlussnote oder der Qualitätsindex ist das arithmetische Mittel der fünf Parameter der oben stehenden Tabelle. Die meisten Abwasserreinigungsanlagen sind nicht für den Abbau von Ammonium ausgelegt worden. Dies beeinträchtigt die Schlussnote.

Die Tabellen der Wirkungsgrade und Konzentrationen sind im Anhang 4 dargestellt.

Die kartografischen Darstellungen gemäss den Qualitätsklassen werden in den folgenden Anhängen gezeigt:

- Konzentration BSB₅: Anhang 10
- Wirkungsgrad BSB₅: Anhang 11
- Konzentration P_{tot}: Anhang 12
- Wirkungsgrad P_{tot}: Anhang 13
- Ammoniumkonzentration: Anhang 14

5. SCHLUSSFOLGERUNG, AUSSICHTEN UND EMPFEHLUNGEN

Als Gesamtes kann die Bilanz der Abwasserreinigung im Kanton als genügend angesehen werden. Die bis zum heutigen Tag gemachten Anstrengungen haben eine wahrnehmbare Verbesserung der Wasserqualität bis in den Genfersee bewirkt. Die Hauptrichtungen der Entwicklung der Zukunft werden in den untenstehenden Abschnitten behandelt.

5.1. ANGESCHLOSSENE BEVÖLKERUNG

Einige Gemeinden (Finhaut, Salvan, Bourg-St-Pierre, Evolène und Simplon-Dorf) müssen noch an eine Abwasserreinigungsanlage angeschlossen werden. Verschiedene Kleinanlagen sind noch zu erstellen, um kleine Weiler (Mâche, Pralong, La Luette, Châtelard, La Fouly, etc.) mit einer Abwasserreinigung zu versorgen. Parallel dazu sind die Erneuerungen und Erweiterungen weiterzuverfolgen.

5.2. ABWASSERNETZ

Heute sind sowohl das Fremdwasser wie auch das Regenwasser die hauptsächlichen Verursacher der Schwierigkeiten in den ARA's. Diese Abwässer sind die Verursacher der verschmutzten Einleitungen in die Gewässer und verursachen wahrnehmbar höhere Betriebskosten. Die gute Betriebsführung der ARA's muss in Zukunft über bessere Kenntnisse und Bewirtschaftung des Abwassernetzes erfolgen.

Die Generellen Entwässerungspläne (GEP), bei der Mehrheit der Walliser Gemeinden in Bearbeitung, erlauben die Planung der notwendigen Verbesserungen auf den Abwassernetzen.

5.3. ÜBERWACHUNG DER ARA

Die saisonalen Schwankungen der Auswirkungen und die Qualitätsschwankungen der Einleitungen auf das aquatische Milieu müssen klarer festgehalten werden. Dieses Ziel kann über die Selbstkontrollen und die vermehrten regelmässigen Kontrollen der Dienststelle für Umweltschutz erreicht werden. Es ist ebenfalls wichtig, dass die Betreiber die Zu- und Abflussmengen der ARA korrekt ermitteln.

5.4. AMMONIUM

Die Mehrheit der ARA's im Wallis sind nicht mit einer Nitrifikation ausgestattet. Beim Bau von neuen Anlagen oder bei Erneuerungs- und Umbauarbeiten an bestehenden Anlagen muss die Notwendigkeit des Ammoniumabbaus in Abhängigkeit des Vorfluters (Fluss, Bach, Kanal, usw) abgeklärt werden.

5.5. KLEINSTVERSCHMUTZER

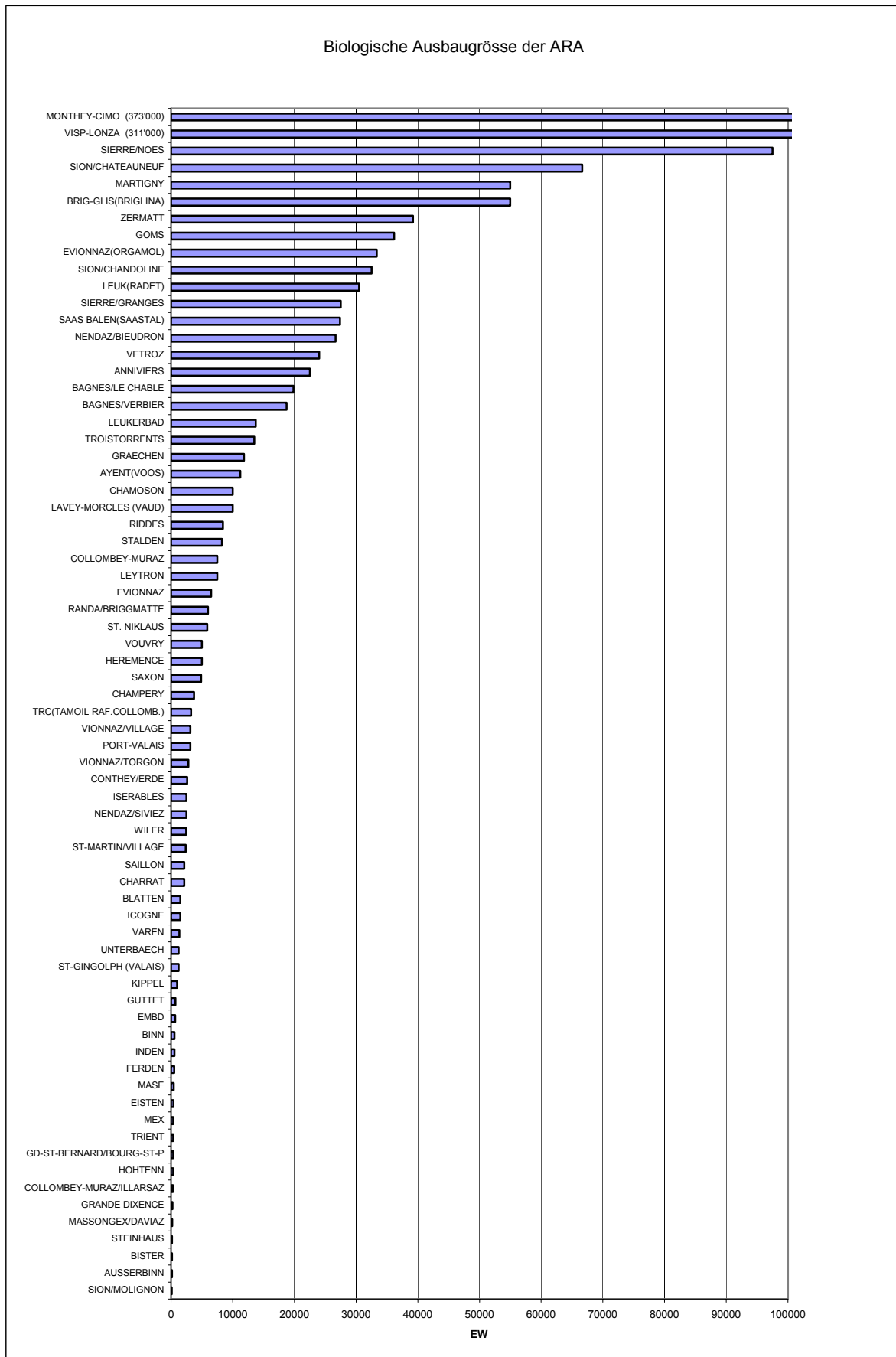
Der analytische Fortschritt erlaubt eine bessere Erkennung der chemischen Zusammensetzung der in die Gewässer eingeleiteten Substanzen. Aktuell werden grosse Anstrengungen im Bereich der industriellen Abwasserreinigung getätigt, um die Fracht der für den Mensch und die aquatische Umwelt problematischen Substanzen zu reduzieren. Ebenfalls sind Anstrengungen im Bereich der kommunalen Abwasserreinigung notwendig.

Die Reduktion der Einleitungen von Kleinstverschmutzern geht über die gute Funktionsweise der ARA's, aber auch über eine Reduktion an der Quelle (z. B. keine Entsorgung von Medikamenten über die Toilette, Vorbehandlung von Gewerbeabwasser, etc.).

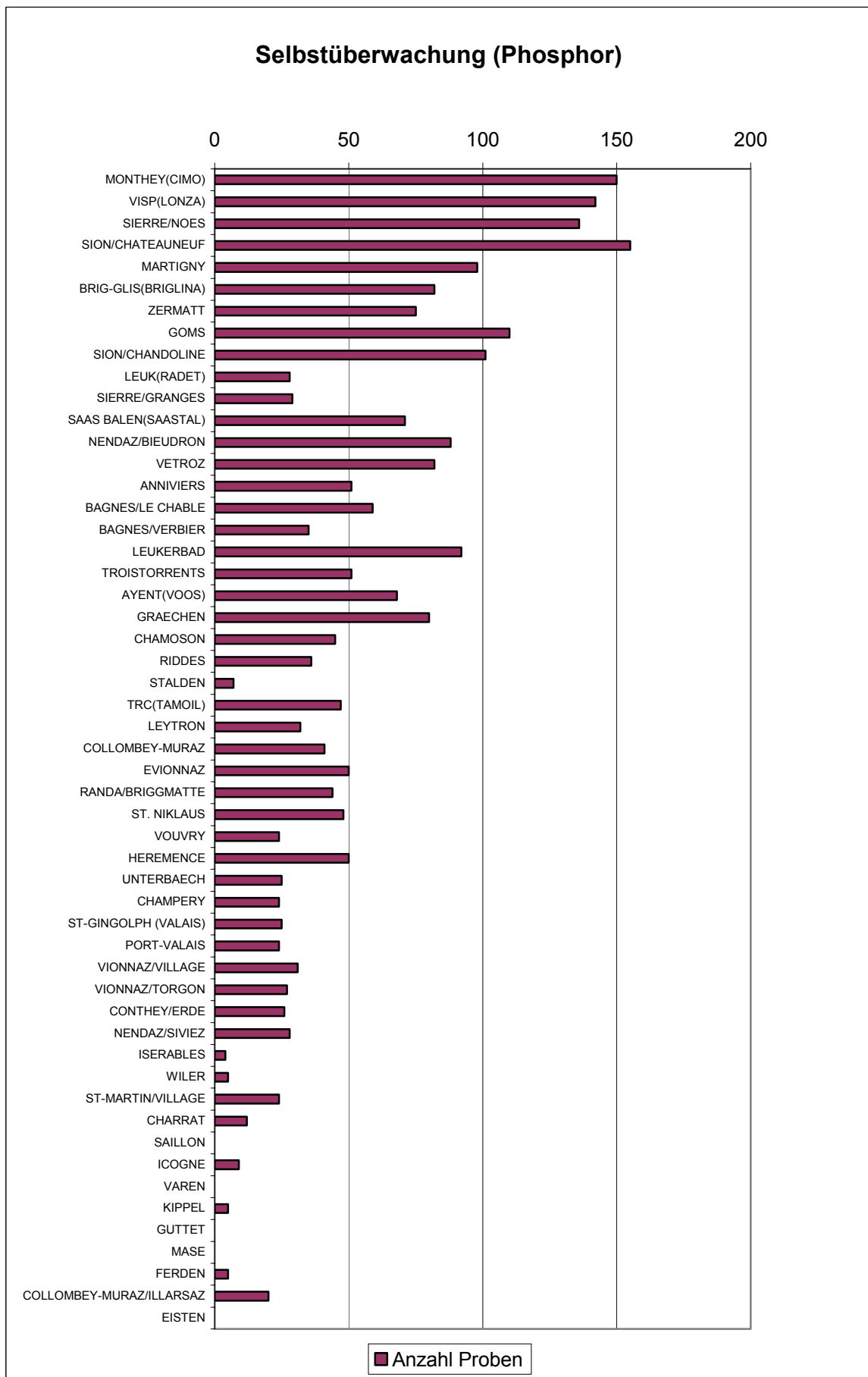
Sitten, Juli 2006

ANHÄNGE

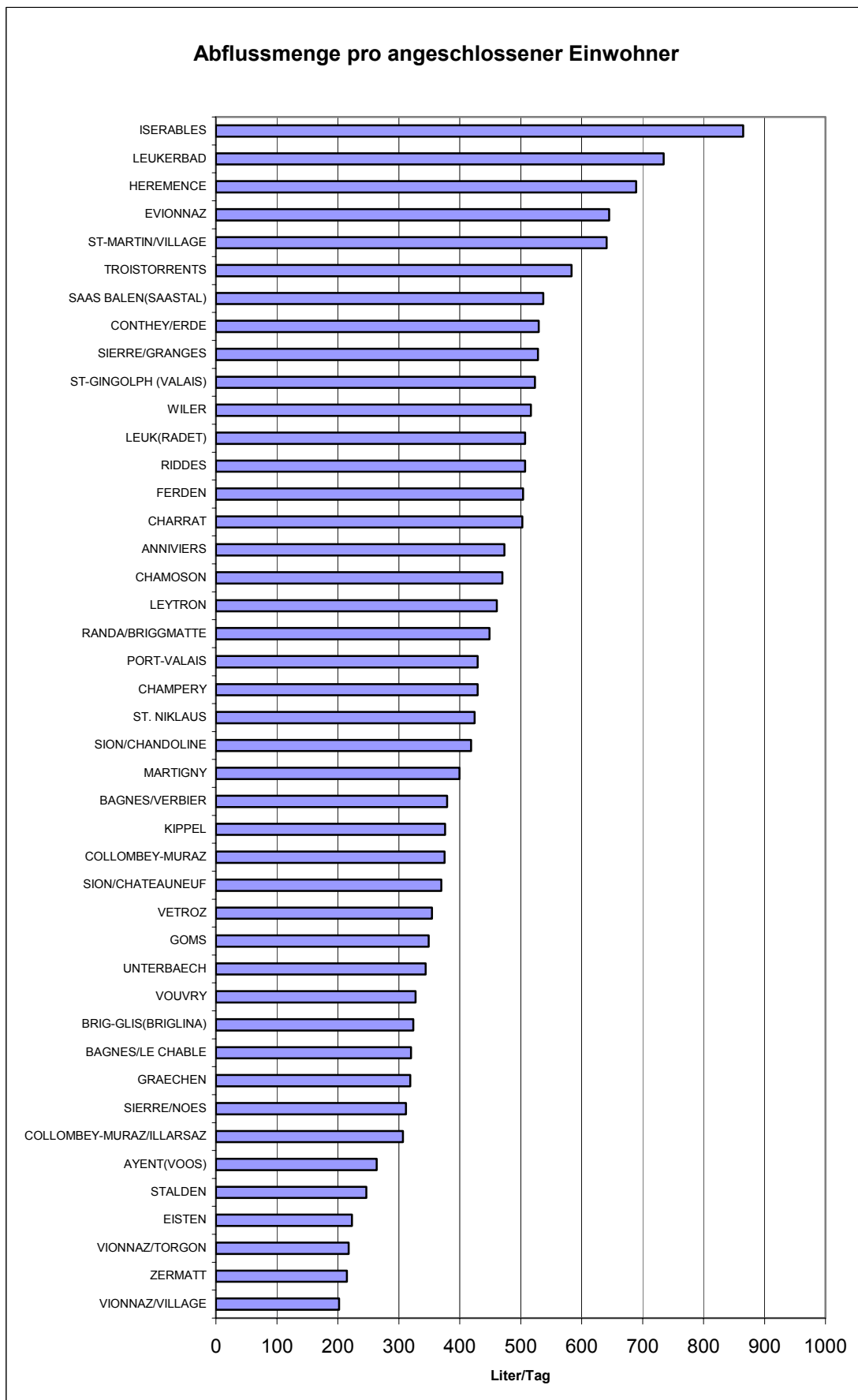
ANHANG 1 : BIOLOGISCHE AUSBAUGRÖSSE



ANHANG 2 : SELBSTÜBERWACHUNG (PHOSPHOR)



ANHANG 3 : ABFLUSSMENGE PRO ANGESCHLOSSENEN EINWOHNER



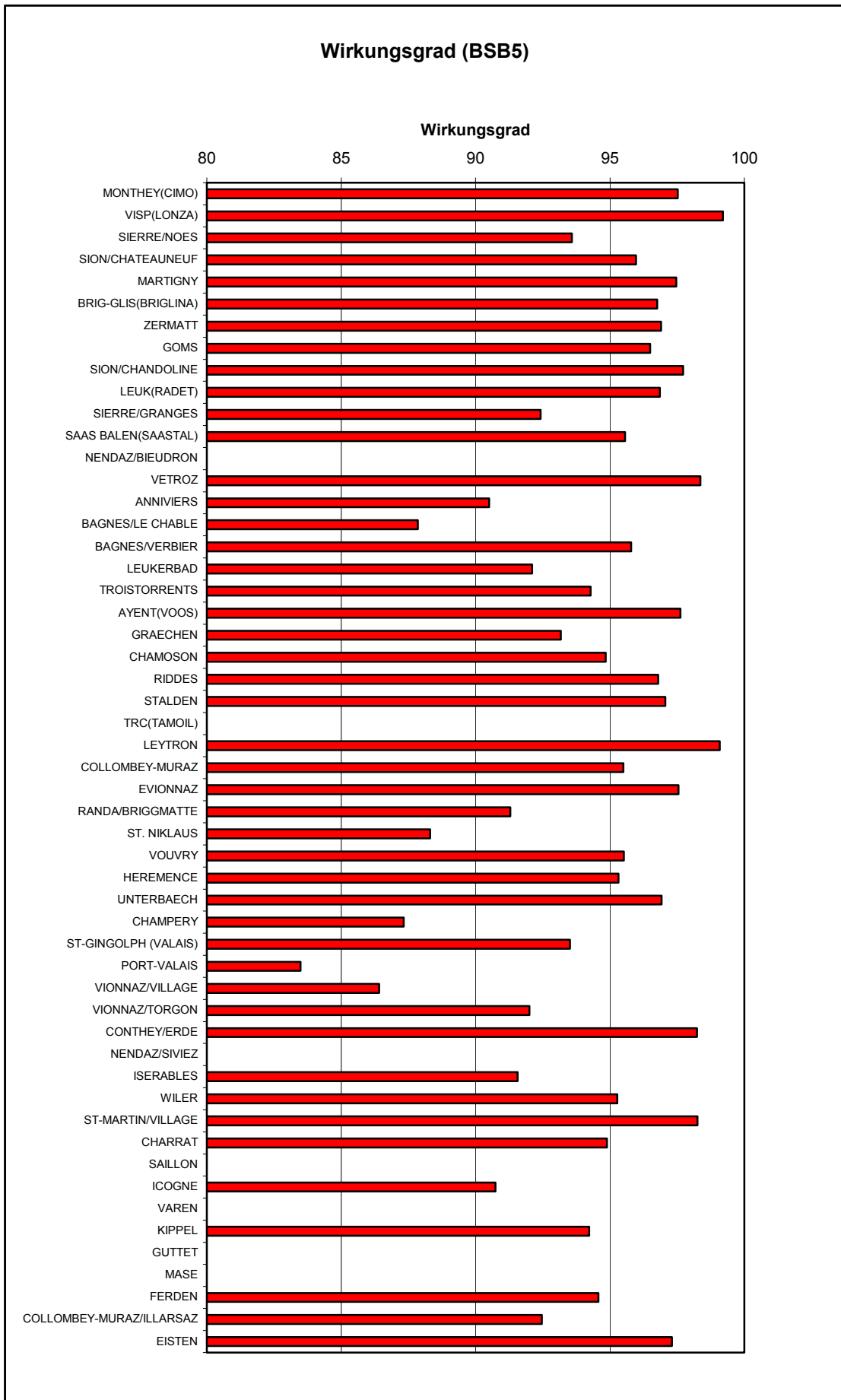
ANHANG 4 : TABELLE DER WIRKUNGSGRAD E UND DER KONZENTRATIONEN

Abwasserreinigungs- anlage	Abfluss m3/d	BSB5		CSB		DOC		Ptot		NH4		Note
		Wirkungsgrad	Konzentration	Wirkungsgrad	Konzentration	Wirkungsgrad	Konzentration	Wirkungsgrad	Konzentration	Wirkungsgrad	Konzentration	
		%	mg O2/l	%	mg O2/l	%	mg Cl	%	mg P/l	%	mg N/l	
MONTHEY(CIMO)	14324	97.5	24			93.8	61	77.2	2.3		7.51	3.1
VISP(LONZA)	13277	99.2	10	92.9	168			96.8	0.2	78.8	30.05	2.2
SIERRE/NOES	21710	93.6	12			90.5	7	95.0	0.2	18.8	14.23	2.2
SION/CHATEAUNEUF	17378	96.0	7	92.3	26	89.2	8	93.2	0.3	76.0	3.03	1.9
MARTIGNY	8882	97.5	4					92.4	0.4	-14.1	3.49	2.3
BRIG-GLIS(BRIGLINA)	17357	96.8	6			89.4	9	88.7	0.4	-568.6	9.55	2.4
ZERMATT	6045	96.9	9			91.8	9	95.2	0.3		16.96	2.1
GOMS	5776	96.5	6			88.8	4	85.4	0.6		5.68	2.2
SION/CHANDOLINE	5870	97.7	3	94.4	17	90.4	7	90.5	0.5	59.5	7.21	1.9
LEUK(RADET)	8218	96.9	4			87.7	7	90.8	0.3	52.4	6.26	2.2
SIERRE/GRANGES	7000	92.4	9	80.2	33			88.2	0.3	-12.3	12.31	2.5
SAAS BALEN(SAASTAL)	4905	95.6	5	91.9	21	91.1	7	91.8	0.4	7.7	13.62	2.0
NENDAZ/BIUDRON	842	78.5	59	71.8	147	73.1	46	-17.0	5.1	-71.9	24.86	4.0
VETROZ	4967	98.4	3	95.1	17			94.4	0.2	89.5	1.04	1.5
ANNIVIERS	3607	90.5	12			90.1	7	93.2	0.2	49.0	4.37	2.2
BAGNES/LE CHABLE	4565	87.8	23			87.9	11	90.2	0.5	-12.3	15.88	2.8
BAGNES/VERBIER	1353	95.8	7	94.3	22	90.2	7	92.2	0.3	51.7	6.34	1.9
LEUKERBAD	3592	92.1	6	83.4	28	87.0	4	92.4	0.2		1.15	1.9
TROISTORRENTS	2321	94.3	6	91.7	17	93.1	3	92.4	0.3	42.9	8.23	1.8
AYENT(VOOS)	1537	97.6	5			93.8	8	86.6	0.6		3.10	2.2
GRAECHEN	1532	93.2	13			90.3	6	92.5	0.2	61.6	10.49	2.1
CHAMOSON	1790	94.8	6	89.2	27			91.0	0.2		2.54	2.2
RIDDES	1655	96.8	4			90.3	7	87.5	0.5		3.25	2.2
STALDEN	938	97.1	7		10	87.8	11	91.9	0.4	-31.8	6.12	2.3
TRC(TAMOIL)	7579		12			10.3	18		0.1		9.50	3.2
LEYTRON	2661	99.1	1	97.3	7			86.6	0.4	92.8	0.72	1.5
COLLOMBEY-MURAZ	1845	95.5	6			16.7	9	91.1	0.4	88.6	2.91	2.2

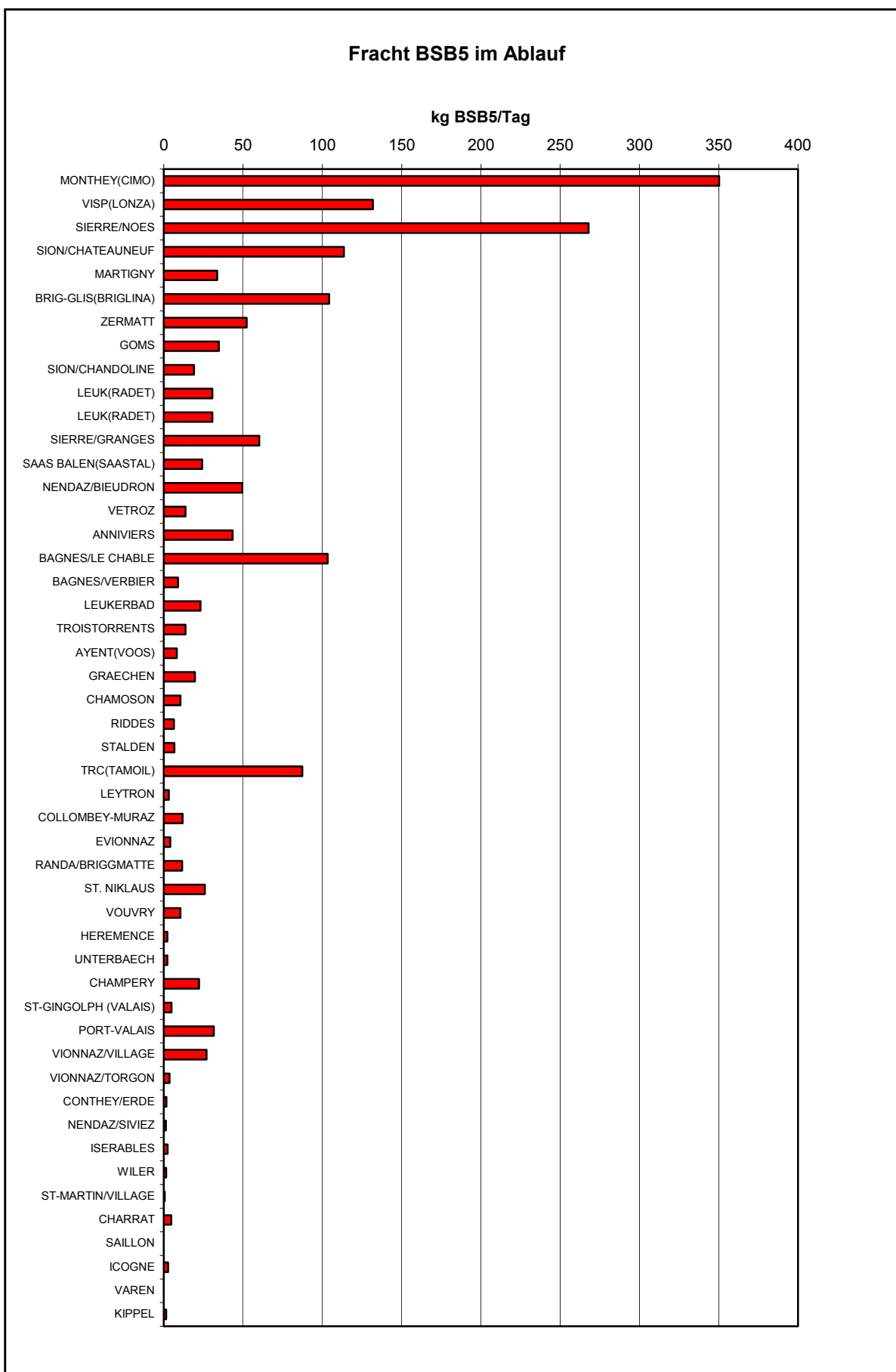
ANHANG 4 B: TABELLE DER WIRKUNGSGRAD UND DER KONZENTRATIONEN

Abwasserreinigungs- anlage	Abfluss		BSB5		CSB		DOC		Ptot		NH4		Note
	m3/d	%	Wirkungsgrad	Konzentration mg O2/l	Wirkungsgrad	Konzentration mg O2/l	Wirkungsgrad	Konzentration mg C/l	Wirkungsgrad	Konzentration mg P/l	Wirkungsgrad	Konzentration mg N/l	
EVIONNAZ	1536	97.6		28					84.7	0.8	98.1	0.25	2.1
RANDA/BRIGGMATTE	993	91.3		12			89.8	6	88.6	0.4	14.8	14.58	2.9
ST. NIKLAUS	1565	88.3		17			70.0	10	79.2	0.5	42.4	8.48	3.2
VOUVRY	1275	95.5		8			92.9	5	93.4	0.3	91.1	1.39	1.4
HEREMENCE	546	95.3		4	93.2	12	90.6	4	91.9	0.3	98.8	0.14	1.1
UNTERBAECH	425	96.9		5	92.2	26	92.4	8	92.8	0.4	89.6	1.18	1.6
CHAMPERY	1259	87.3		18			84.0	12	77.3	0.8		5.41	3.2
ST-GINGOLPH (VALAIS)	657	93.5		7			88.3	5	88.9	0.3	57.8	3.33	2.2
PORT-VALAIS	1367	83.5		23			81.0	10	85.2	0.6	14.7	13.50	3.1
VIONNAZVILLAGE	669	86.4		40			84.9	17	87.0	0.5	19.3	98.95	3.1
VIONNAZTORGON	354	92.0		10			85.8	6	91.9	0.3	37.3	8.07	2.3
CONTHEYERDE	864	98.2		2	94.7	12	88.8	7	93.8	0.2	56.3	3.03	1.9
NENDAZ/ST-VEJZ	380			4		22				1.9		0.72	2.9
ISERABLES	416	91.6		6			75.9	14	68.2	1.0		4.27	3.0
WILER	275	95.3		5					88.9	0.8			2.2
ST-MARTINVILLAGE	356	98.3		2	94.8	10	91.1	4	94.9	0.2	99.5	0.07	1.1
CHARRAT	774	94.9		6			78.6	8	84.6	0.5	82.4	1.67	2.3
SAILLON	850												2.5
ICOGNE	271	90.7		10				5	95.3	0.2	96.0	0.75	1.8
VAREN	436												2.5
KIPPEL	161	94.2		9					83.0	0.9			2.5
GUTTET	216												2.5
MASE	284												2.5
FERDEN	168	94.6		6									2.3
COLLOMBEY-MURAZILLARS	104	92.5		15			88.6	12	93.6	0.4	-0.5	32.09	2.6
EISTEN	33	97.3		7									2.2

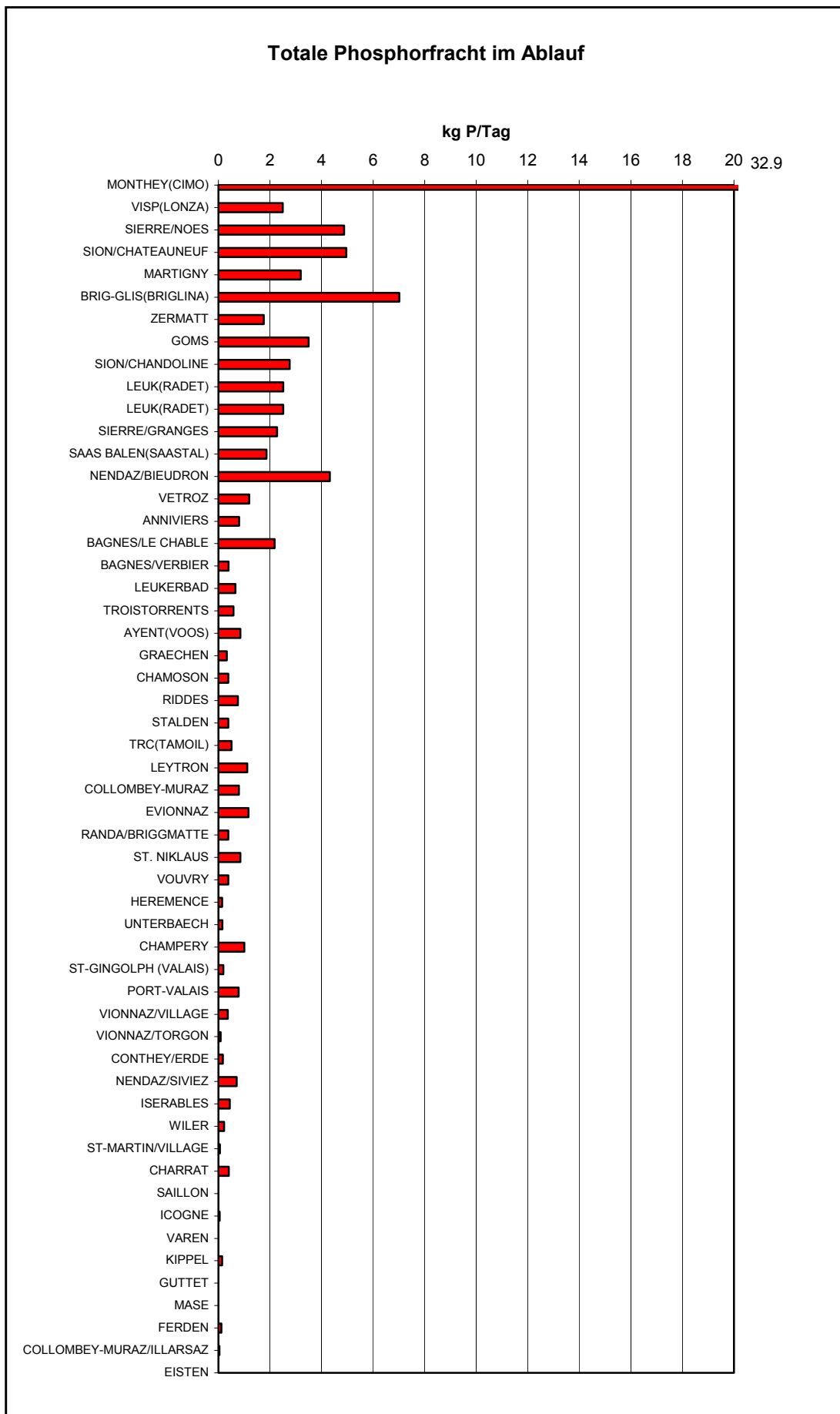
ANHANG 5 : WIRKUNGSGRAD (BSB₅)



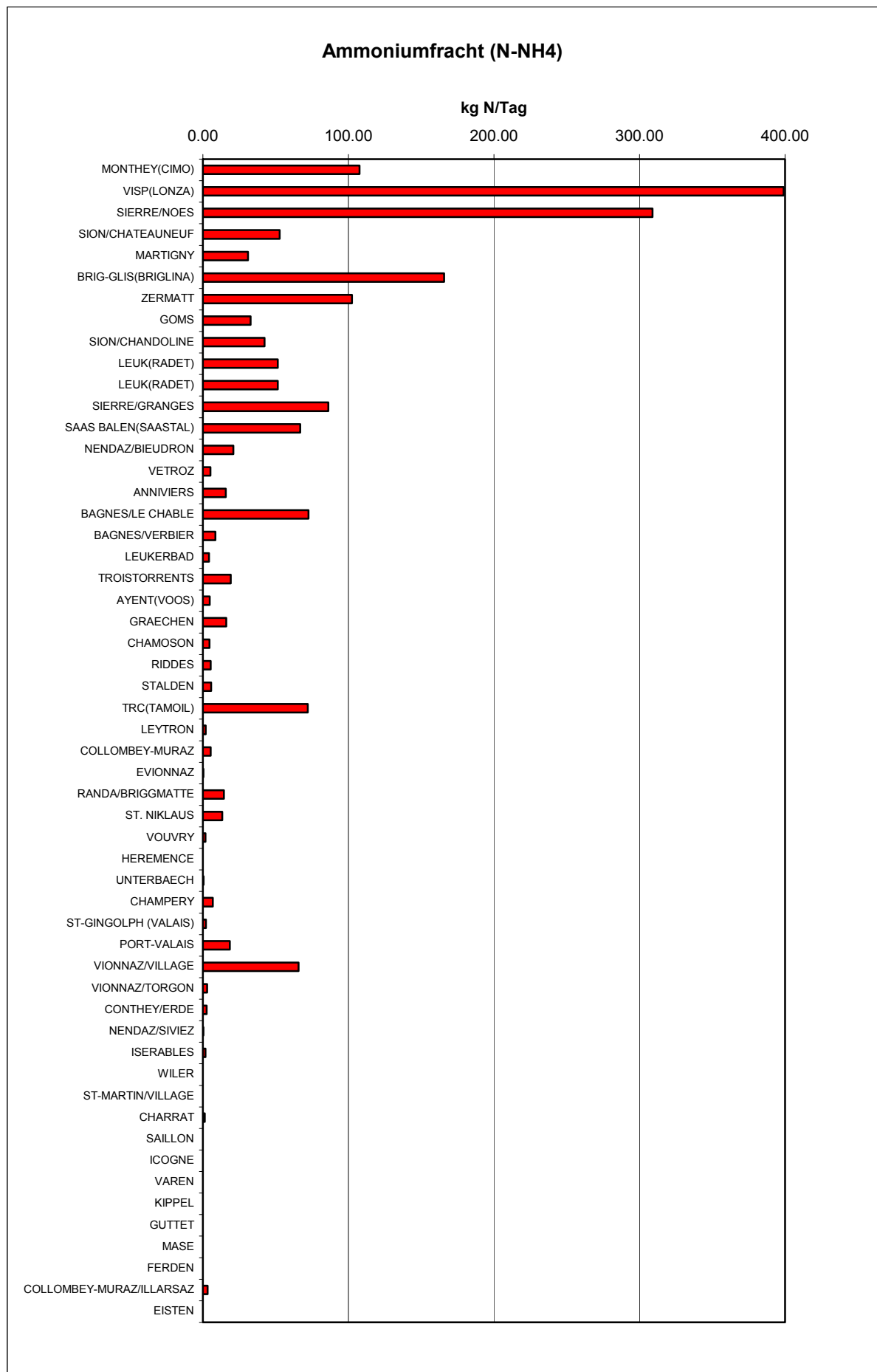
ANHANG 6 : FRACHT BSB₅ IM ABLAUF



ANHANG 7 : PHOSPHORFRACHT IM ABLAUF



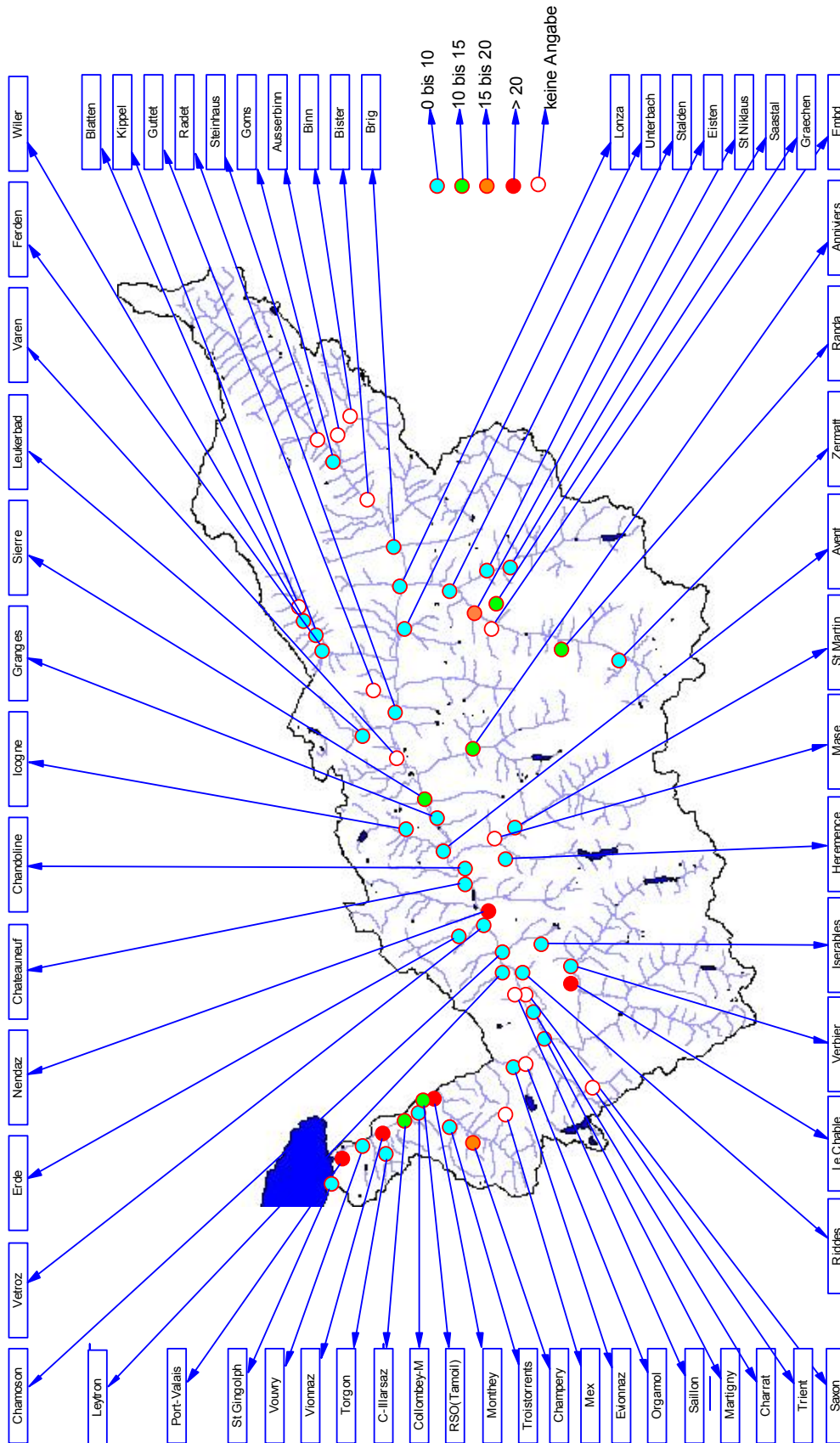
ANHANG 8 : AMMONIUMFRACHT IM ABLAUF (N-NH4)



ANHANG 9 : TABELLE DER FRACHTEN IM ABLAUF

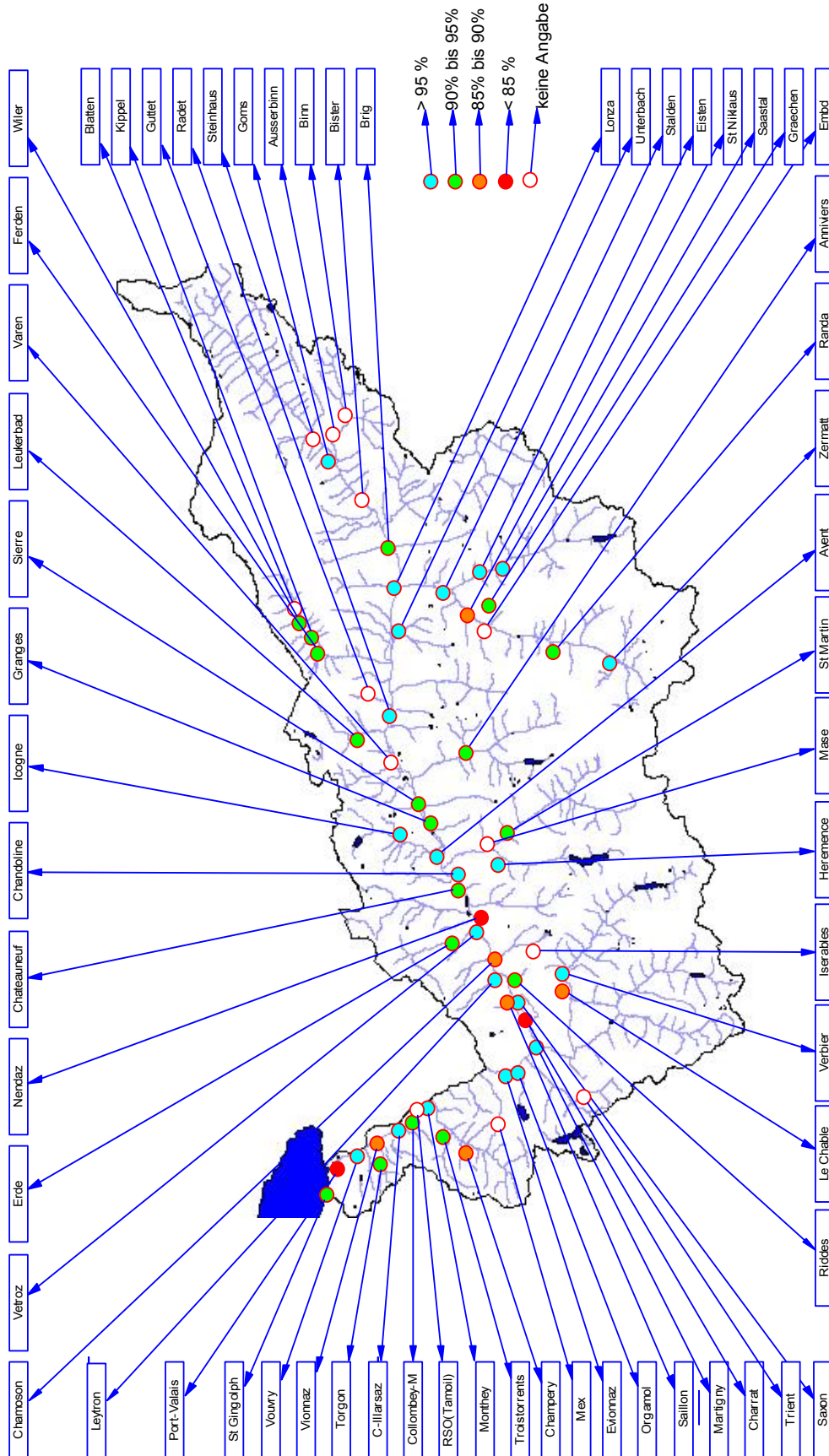
STEP	Abfussmenge	BSB ₅	CSB	DOC	Ptot	NH4
		Fracht im Ablauf	Fracht im Ablauf	Fracht im Ablauf	Fracht im Ablauf	Fracht im Ablauf
	m3/Tag	Kg/Tag	Kg/Tag	kg/Tag	kg/Tag	kg/Tag
MONTHEY(CIMO)	14324	350.3		867.8	32.9	107.6
VISP(LONZA)	13277	131.9	2236.1		2.5	399.0
SIERRE/NOES	21710	267.9		157.4	4.9	309.0
SION/CHATEAUNEUF	17378	113.6	451.2	147.6	5.0	52.7
MARTIGNY	8882	33.8			3.2	31.0
BRIG-GLIS(BRIGLINA)	17357	104.3		159.5	7.0	165.7
ZERMATT	6045	52.2		56.2	1.8	102.5
GOMS	5776	34.8		23.2	3.5	32.8
SION/CHANDOLINE	5870	19.1	97.4	43.9	2.8	42.3
LEUK(RADET)	8218	30.6		58.5	2.5	51.4
SIERRE/GRANGES	7000	60.2	228.5		2.3	86.2
SAAS BALEN(SAASTAL)	4905	24.3	102.3	33.4	1.9	66.8
NENDAZ/BIEUDRON	842	49.6	123.5	39.1	4.3	20.9
VETROZ	4967	13.8	82.6		1.2	5.2
ANNIVIERS	3607	43.4		24.0	0.8	15.8
BAGNES/LE CHABLE	4565	103.4		50.8	2.2	72.5
BAGNES/VERBIER	1353	9.0	29.3	8.9	0.4	8.6
LEUKERBAD	3592	23.2	99.5	15.7	0.7	4.1
TROISTORRENTS	2321	13.6	39.6	7.8	0.6	19.1
AYENT(VOOS)	1537	8.3		11.8	0.8	4.8
GRAECHEN	1532	19.7		9.9	0.3	16.1
CHAMOSON	1790	10.5	47.8		0.4	4.6
RIDDES	1655	6.4		12.2	0.8	5.4
STALDEN	938	6.7	9.8	10.0	0.4	5.7
TRC(TAMOIL)	7579	87.4		137.1	0.5	72.0
LEYTRON	2661	3.2	18.9	202.5	1.1	1.9
COLLOMBEY-MURAZ	1845	11.8		16.7	0.8	5.4
EVIONNAZ	1536	4.2	42.4		1.2	0.4
RANDA/BRIGGMATTE	993	11.6		56.7	0.4	14.5
ST. NIKLAUS	1565	25.9		15.6	0.8	13.3
VOUVRY	1275	10.5		5.9	0.4	1.8
HEREMENCE	546	2.2	6.5	2.3	0.1	0.1
UNTERBAECH	425	2.3	11.0	3.4	0.2	0.5
CHAMPERY	1259	22.3		15.0	1.0	6.8
ST-GINGOLPH (VALAIS)	657	4.9		3.3	0.2	2.2
PORT-VALAIS	1367	31.5		13.5	0.8	18.5
VIONNAZ/VILLAGE	669	27.0		11.3	0.4	65.8
VIONNAZ/TORGON	354	3.6		2.2	0.1	2.9
CONTHEY/ERDE	864	1.7	10.3	6.3	0.2	2.6
NENDAZ/SIVIEZ	380	1.4	8.4		0.7	0.3
ISERABLES	416	2.4		5.7	0.4	1.8
WILER	275	1.5			0.2	
ST-MARTIN/VILLAGE	356	0.6	3.5	1.4	0.1	
CHARRAT	774	4.7		6.5	0.4	1.3
ICOGNE	271	2.8		1.4		0.2
KIPPEL	161	1.5			0.1	
FERDEN	168	1.1				
COLLOMBEY-MURAZ/ILLARSAZ	104	1.5		1.3		3.3
EISTEN	33	0.2				
		>100 kg/d			>10 kg/d	>100 kg/d
		>50 kg/d			>3 kg/d	>50 kg/d

ANHANG 10 : BSB₅-KONZENTRATION



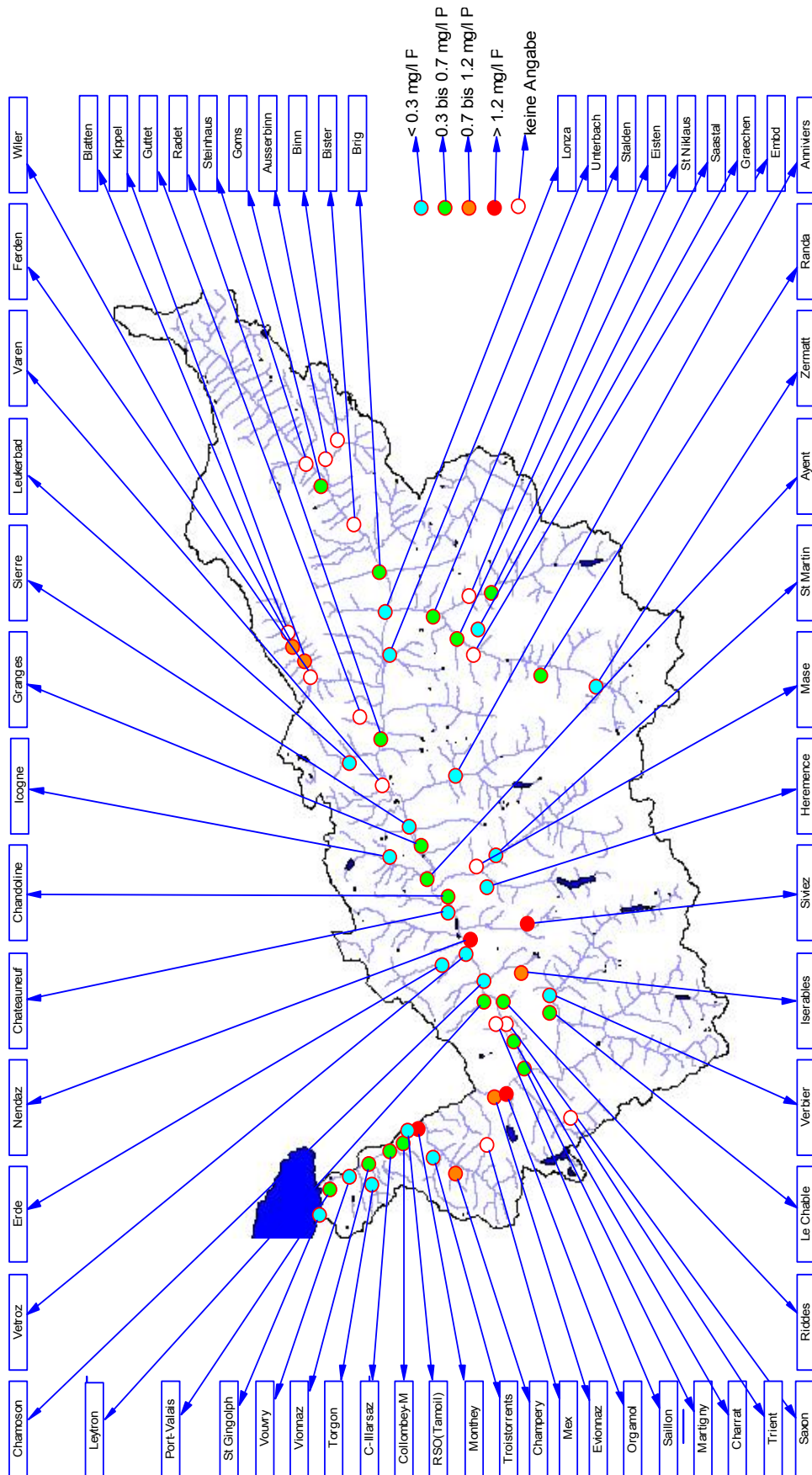
BSB₅ - Konzentration

ANHANG 11 : WIRKUNGSGRAD BSB₅



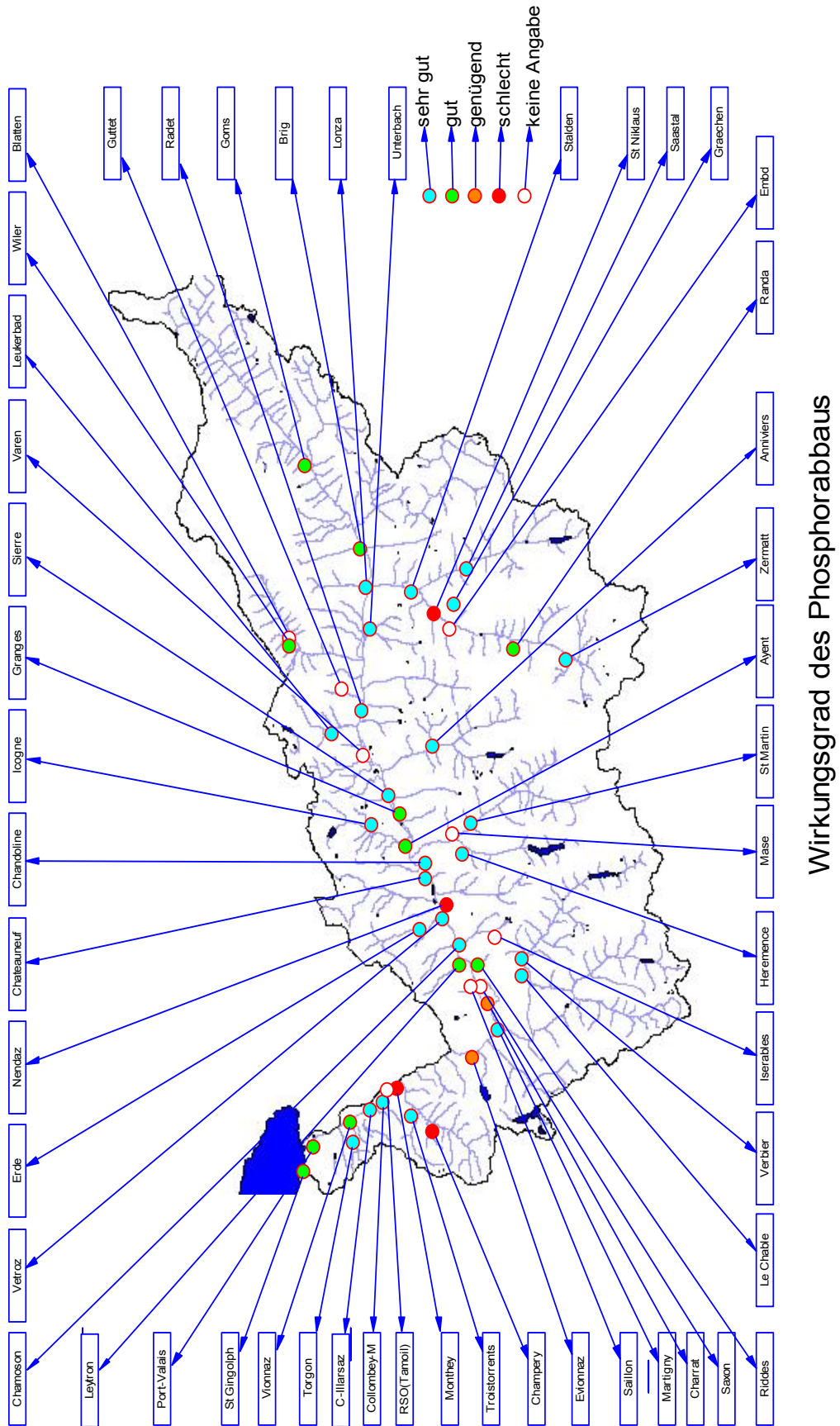
Wirksamkeit BSB5

ANHANG 12 : PHOSPHORKONZENTRATION

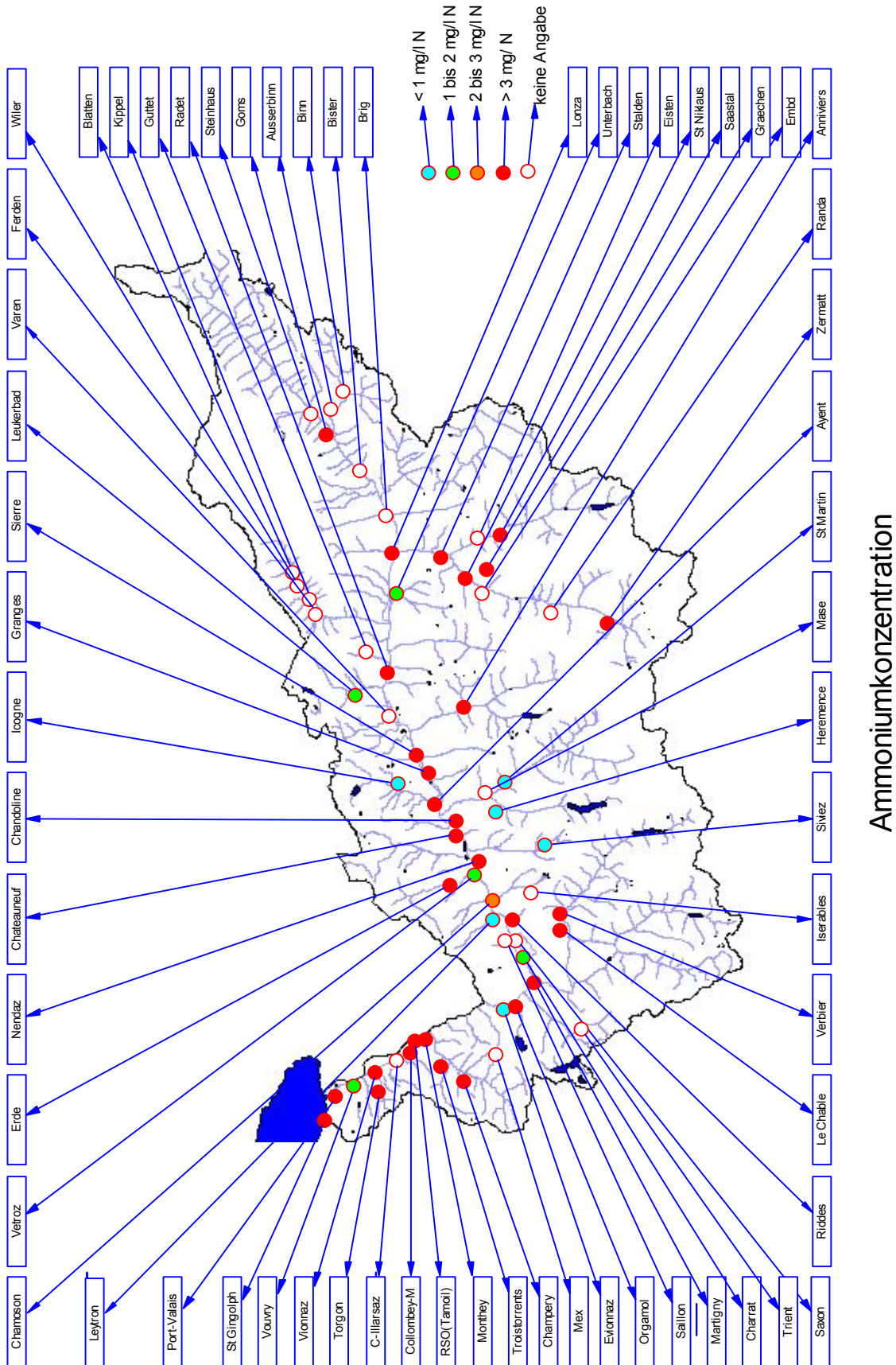


Phosphorkonzentration

ANHANG 13 : WIRKUNGSGRAD DES PHOSPHORABBAUS



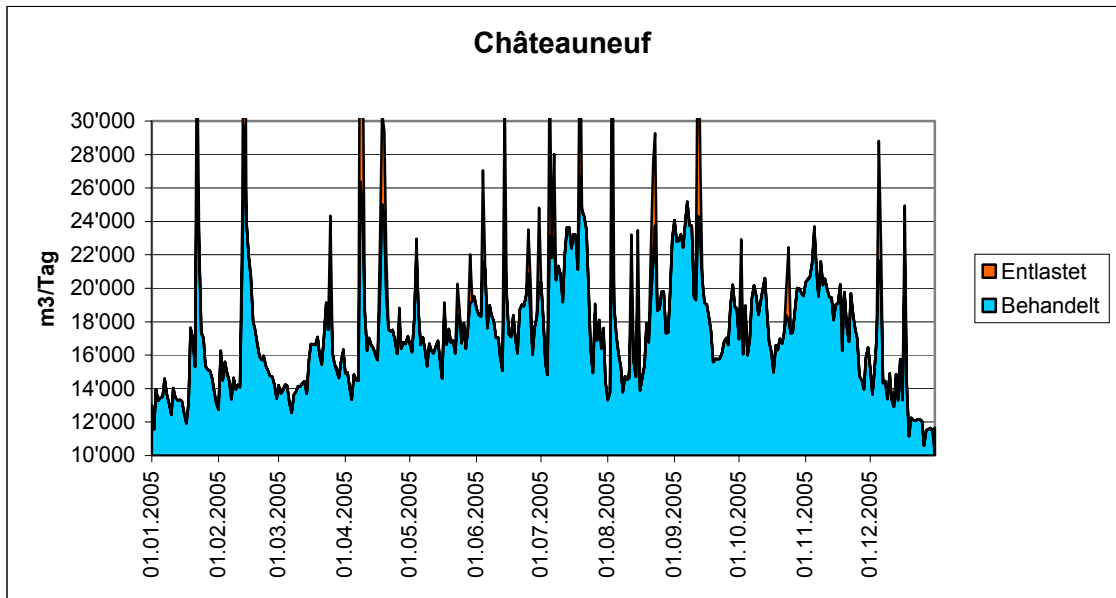
ANHANG 14 : AMMONIUMKONZENTRATION



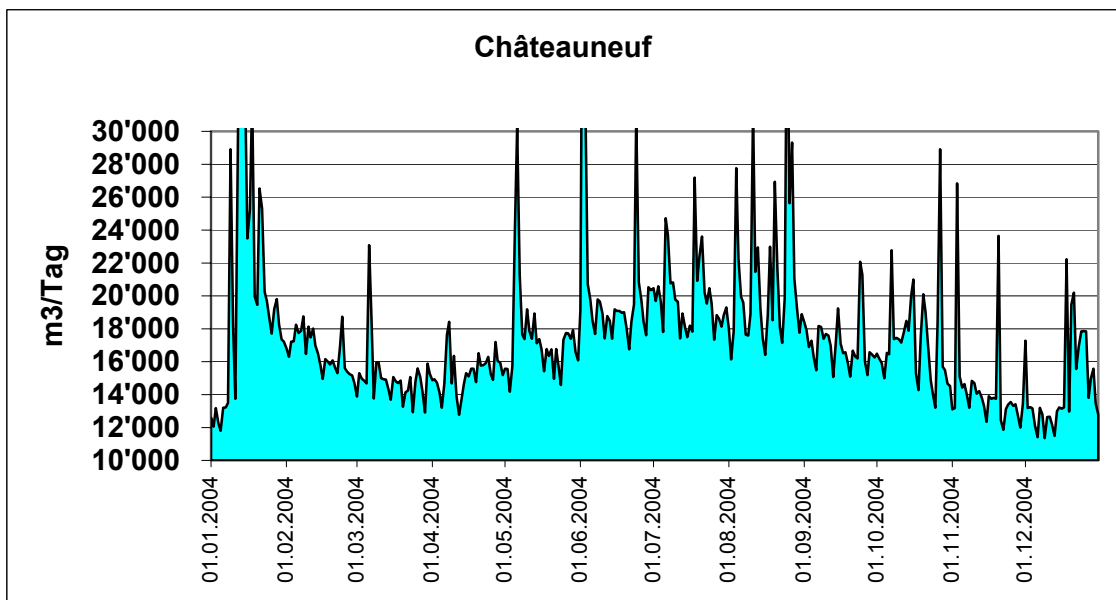
ANHANG 15 : BEISPIEL EINER ZUFLUSSANALYSE

Zufluss

Die Darstellung der Daten in Form von Grafiken zeigt das Funktionieren des Abwassernetzes besser auf. Die untenstehende Grafik zeigt den Einfluss des Grundwasserspiegels auf den Zufluss, gemessen am Eingang der ARA.



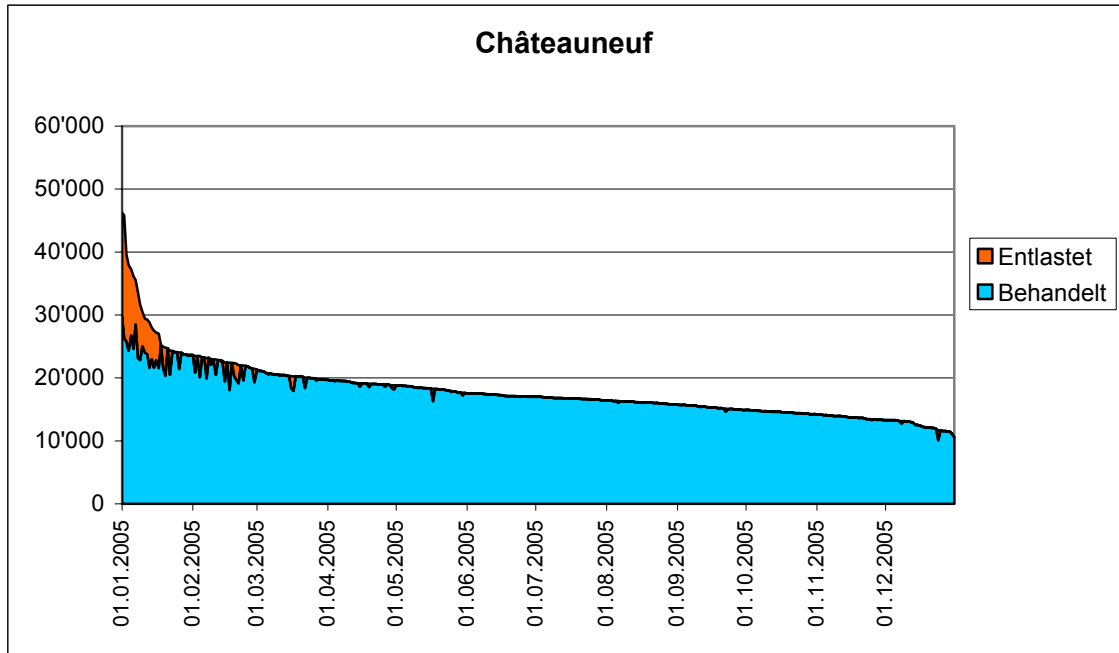
Täglicher Zufluss 2005



Täglicher Zufluss 2004

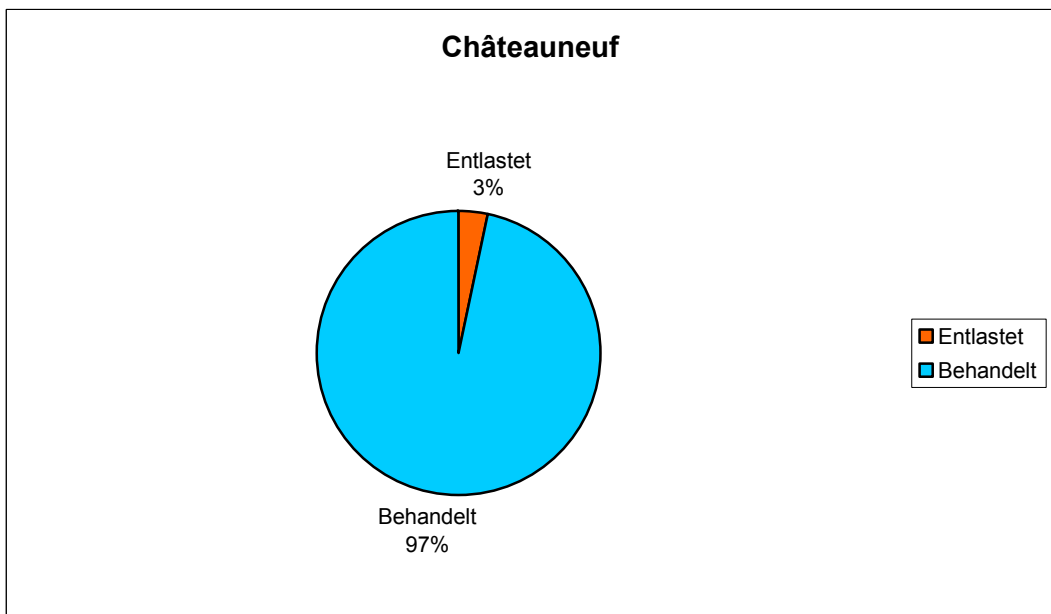
Der entlastete Anteil der Abwasserreinigungsanlage Châteauneuf beträgt 4 % im Jahr 2004. Dieser Anteil ist im Jahr 2005 auf 3 % gesunken. Man bemerkt hauptsächlich, dass die Schneeschmelze und die Niederschläge im Frühjahr 2005 geringer waren, aber der Einfluss des Grundwasserspiegels zwischen Juni und September ist immer noch überwiegend.

Darstellung der Abflussganglinie



Abflussganglinie

Der Anteil des entlasteten Regenwassers aus dem Zufluss über das Regenbecken beträgt 3 % des Gesamtzuflusses. Wir verzeichnen eine Verbesserung gegenüber dem Jahr 2004. Die Anlage hat im Laufe des Jahres Frequenzumrichter auf den Schneckenpumpen eingebaut und somit den Rückstoss beim Einschalten der Pumpen begrenzt.



Anteil in % des behandelten und entlasteten Abwassers

ANHANG 16 : DER STICKSTOFF UND DIE NITRIFIKATIONSMÖGLICHKEIT AUF DER ARA

Die Einleitung von Stickstoff beeinträchtigt die Qualität und damit die Nutzung des Oberflächengewässers. Das Ammoniak (NH_3) und das Ammonium (NH_4) sind giftig für die Fische und die Wirbellosen. Der Bedarf an Sauerstoff im Zusammenhang mit der Einleitung von Stickstoff in Form von Ammoniak in die Gewässer ist hoch. Das Vorhandensein von Ammoniak in für Trinkwasser genutzten Gewässern erschwert und verteuert die Trinkwasseraufbereitung.

Der Gesetzgeber legt in der Gewässerschutzverordnung (GSchV vom 28.10.1998) die Grenzwerte für den Ablauf der Abwasserreinigungsanlage und Grenzwerte für den Vorfluter fest.

	Temperatur	Grenzwert
Ablauf ARA	>10 °C	2 mg/l N
	<10 °C	----
Zielsetzungen Gewässer	>10 °C	0.2 mg/l N
	<10 °C	0.4 mg/l N

Die eingeleitete Menge Stickstoff pro Einwohner liegt im Mittel bei 15 g/Tag N_{TK} (Dimensionierungswert), welcher die Summe des organischen Stickstoffs (N_{org}) und Ammoniaks (NH_4) ist. Die andern Stickstoffformen (Nitrit und Nitrat) sind nur in sehr kleinen Mengen oder gar nicht im Abwasser vorhanden. Der eingeleitete Stickstoffanteil nach Kjeldhal ($N_{\text{TK}} = N_{\text{org}} + \text{NH}_4$) schwankt je nach Agglomerationstyp bis 15 g N/Tag für grosse Städte und zwischen 8 und 9 g N/Tag für Dörfer.

Die Änderungen und Anpassungen der Sollwerte für den biologischen Abbau erlauben in gewissen Anlagen eine Nitrifikation ohne grosse Investitionen. Für andere sind die Kosten für Umbauten und Anpassungen schwerwiegender.

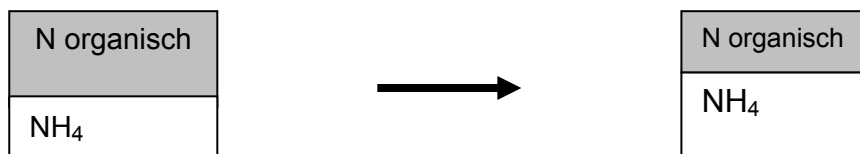
Beim Bau der meisten ARA's im Wallis wurde die Oxidation des Stickstoffs (Nitrifikation) nicht vorgesehen. Der Kanton wünscht, dass die Anlagen, welche einen Einfluss auf den Vorfluter haben, im Rahmen des Möglichen ihr Abwasser nitrifizieren. Im Winter, Niederwasserperiode der Gewässer im Wallis, ist der Verdünnungsgrad des Ablaufs der ARA nicht immer genügend, um die Qualitätsanforderungen an die Fliessgewässer zu erfüllen. In dieser Jahreszeit sind die Anlagen für den biologischen Abbau mit einer Absenkung der Temperatur im Zulauf konfrontiert, was die Nitrifikation ($< 10 \text{ C}^0$) einschränkt. Eine starke Reduktion des Fremdwassers im Schmutzwasser (Ziel des GEP) kann eine Verbesserung der Nitrifikationsleistung während der kalten Saison bewirken.

Die Etappen des biologischen Stickstoffabbaus

Der biologische Abbau wird durch entsprechende Bakterien bewirkt. Der Oxidationskreislauf des Stickstoffs besteht aus den folgenden drei Phasen: Stickstoffumwandlung in Ammonium, Nitrifikation und Denitrifikation.

1. Stickstoffumwandlung in Ammonium

Die Stickstoffumwandlung in Ammonium findet im Abwassernetz und Zulauf der ARA statt. Die Ammonifikation ist die Umwandlung mittels Hydrolyse unter Mithilfe von Bakterien des organisch gebundenen Stickstoffs in Ammonium. Diese Reaktion ist schnell (einige Stunden).



Je nach Beschaffenheit des Kanalisationsnetzes und der Temperatur schwankt der Anteil an Ammonium im Zulauf der ARA:

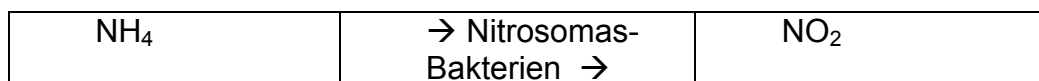
- Für kurze Netze liegt der Anteil bei 50 %
- Für lange Netze kann der Anteil 75 % erreichen

Für Anlagen, die nur im Zu- und Ablauf der ARA Messungen des Ammoniums (NH₄) machen, kann der Wirkungsgrad sogar negativ sein, da bei blockierter Nitrifikation in den Einlaufbauwerken organisch gebundener Stickstoff noch in Ammonium umgewandelt wird.

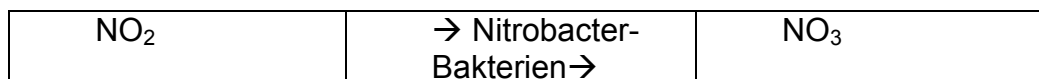
2. Nitrifikation

Die Nitrifikation ist das Ergebnis autotropher biologischer Bakterien. Die Nitrosomas-Bakterien wandeln Ammoniak in Nitrit (NO₂) und die Nitrobacter-Bakterien oxidieren dann das Nitrit in Nitrat (NO₃).

Nitrifikation



Umwandlung in Nitrat

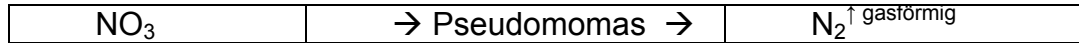


Während dieses Prozesses ist das Zellwachstum gering im Vergleich zu den heterotrophen Bakterien, welche sich während dem Prozess des Kohlenstoffabbaus entwickeln (siehe untenstehende Tabelle).

Bakterientyp	Wachstum mit Verdoppelung der Masse
Heterotrophe (Kohlenstoff)	20 Minuten
Autotrophe (Nitrifikation)	2 Tage

3. Denitrifikation

Es ist auch notwendig von der Denitrifikation zu sprechen, welche die Reduktion des Nitrates (NO_3) in gasförmigen Stickstoff ist.



Bei der Denitrifikation wird gelöster Sauerstoff freigesetzt, welcher für die Oxidation von Kohlestoffverbindungen verwendet wird. Dieser Sauerstoffeintrag kann interessant sein und muss bei einem Ausbau der ARA berücksichtigt werden.

Bedingungen für die Nitrifikation

Der pH-Wert und die Temperatur sind die Hauptfaktoren für das Wachstum der autotrophen Bakterien im Belebtschlamm. Die vorhandenen Mengen von Ammonium-Stickstoff und gelöstem Sauerstoff beeinflussen das Wachstum der nitrifizierenden Biomasse.

1. pH-Wert

Der pH-Wert hat einen direkten Einfluss auf das Wachstum der nitrifizierenden Bakterien. Ihr Wachstumsmaximum liegt bei einem pH-Wert zwischen 8 und 9. Bei einem pH-Wert kleiner als 7 wird ihr Wachstum signifikant gebremst. Eine Verringerung der Alkalität und deren Pufferwirkung auf den pH-Wert des Wasser kann in gewissen Fällen die Beigaben von gebranntem Kalk (CaO) zur Stabilisierung des pH-Wertes zwischen 7 und 9 notwendig machen.

Die von diesem Problem betroffenen Abwasserreinigungsanlagen liegen hauptsächlich in Einzugsgebieten ohne Kalk, das heisst in den südlichen Walliser Alpen auf dem linken Rhoneufer.

2. Temperatur

Die unterschiedliche Temperatur (6 – 30°C) verändert den Wachstumsrythmus. Jede Temperaturänderung hat einen Einfluss auf die Aktivität der nitrifizierenden Biomasse und es ist eine Anpassungszeit notwendig, um den Normalzustand wiederherzustellen.

3. Toxische Substanzen

Zu den giftigen Substanzen zählen :

- Metallionen wie Kupfer, Nickel, Chrom-3, Zink und Kobalt
- Schwefelverbindungen, Aniline, Phenole und Cyanide
- Chlorverbindungen

4. Karbonat

Die nitrifizierenden Bakterien verbrauchen Karbonat und es sind die Karbonationen, welche den pH-Wert beeinflussen. Aus diesem Grund ist es wichtig, die Entwicklung des pH-Wertes zu überwachen und diesen mit der Beigabe von, zum Beispiel, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ notfalls zu korrigieren.

5. Sauerstoff und Ammonium-Stickstoff

Der gelöste Sauerstoff (O_2) ist die notwendige Reagenz für die Nitrifikation mit dem Ammonium-Stickstoff. Falls der Sauerstoff und der Stickstoff in genügenden Mengen vorhanden ist, wird das Wachstum der autotrophen Bakterien maximal sein. Falls die Menge von einem der beiden ungenügend ist, wird die Wachstumsgeschwindigkeit verlangsamt. Falls im Medium der Sauerstoff fehlt, werden die heterotrophen Bakterien bevorzugt. Im Fall der Nitrifikation wird der Sauerstoffverbrauch verdoppelt (4.6 kg Sauerstoff pro kg zu oxydierendem Stickstoff).

Die in der Biologie zu überwachenden Parameter

Die untenstehende Tabelle gibt einen kleinen Einblick in die Funktionsweise unserer verschiedenen Typen von Abwasserreinigungsanlagen. Nur die für eine schwache Belastung oder Langzeitbelüftung dimensionierten Anlagen sind fähig zu nitrifizieren.

Parameter	Einheit	Starke Belastung	Mittlere Belastung	Schwache Belastung	Langzeitbelüftung
Schlammbelastung	kg BSB ₅ /kg TS /Tag	> 0.5	0.2 bis 0.5	0.1 à 0.2	< 0.1
Trockensubstanz	g/l	1 bis 2	2 bis 4	2 bis 5	2 bis 5
Sedimentationsgeschwindigkeit	m/h	1 bis 1.5	1 bis 1.2	0.5 bis 1	0.3 bis 0.5
Durchlaufzeit	h	1 bis 2	4 bis 6	8 bis 24	24
Schlamm Rezirkulation	%	60 bis 80	80 bis 95	> 95	> 95
Wirkungsgrad BSB ₅	%	70 bis 85	85 bis 93	90 bis 97	90 bis 97
Oxydation BSB ₅	Kg O ₂ /kg BSB ₅ abgebaut	0.4	0.6	0.65	0.66
Endogene Atmung	kg O ₂ /kg TS /Tag	1.2	0.1	0.07	0.06
Nitrifikation		keine	begonnen	Fortgeschritten	Sehr fortgeschritten
Schlammalter	Tag	1	2 à 8	> 10	> 15

Verschiedene Typen von ARA's und das Nitrifikationspotenzial

1. Rolle des Schlammalters

In den Belebtschlammmanlagen bei konstanter Beschickung, erlaubt der entnommene Schlamm das mittlere Schlammalter zu bestimmen. Das Verhältnis der gesamten Schlammmasse zur täglich entnommenen Menge Schlamm bestimmt das Schlammalter.

$$\text{Schlammalter} = (TS_b \cdot V_b) / (TS_{\ddot{u}} \cdot V_{\ddot{u}})$$

TS_b : Trockensubstanz Biologiebecken [kg/m^3]

V_b : Volumen Biologiebecken [m^3]

$TS_{\ddot{u}}$: Trockensubstanz (Mittel) Überschussschlamm [kg/m^3]

$V_{\ddot{u}}$: Volumen Überschussschlamm [m^3]

Um das schwache Wachstum der nitrifizierenden Bakterien zu kompensieren, ist es wichtig ein Schlammalter zwischen 10 und 20 Tagen zu haben. Das Schlammalter muss je nach Temperatur angepasst werden, um eine Kohabitation der beiden Typen von Biomasse zu erhalten.

- bei 20°C → Schlammalter von ~7 Tagen
- bei 15°C → Schlammalter von ~11 Tagen
- bei 13°C → Schlammalter von ~13 Tagen
- bei 10°C → Schlammalter von ~18 Tagen

Bei einer Temperatur 10°C wird ein Gleichgewicht zwischen den Populationen der heterotrophen und autotrophen Bakterien erreicht, in dem das Wachstum der heterotrophen Bakterien eingeschränkt und die Schmutzfracht auf weniger als $0.15 \text{ kg BSB}_5/\text{kg TS}$ reduziert wird.

2. Schlammbelastung

Dieses hohe Schlammalter entspricht einer schwachen Schmutzfracht, dies bedeutet einen kleinen Zufluss von zu behandelnden Schadstoffen im Verhältnis zur aktiven Biomasse.

$$\text{Schlammbelastung} = (BSB_5 \cdot Q_m) / (TS_b \cdot V_b)$$

BSB_5 : BSB_5 -Konzentration im Zulauf der Biologie [kg/m^3]

Q_m : mittlerer täglicher Zulauf [m^3]

TS_b : Trockensubstanz im Biologiebecken [kg/m^3]

V_b : Volumen des Biologiebeckens [m^3]

Da eine Anpassung der Schmutzfracht ($BSB_5 \text{ kg}/\text{Tag}$) im Zulauf schwierig ist, kann nur die Menge der Trockensubstanz im Biologiebecken angepasst werden, in dem das Schlammalter variiert wird.

3. Kontrollparameter der Nitrifikation

Um die Abwasserreinigungsanlage zu betreiben ist es wichtig, die verschiedenen Parameter zu überwachen.

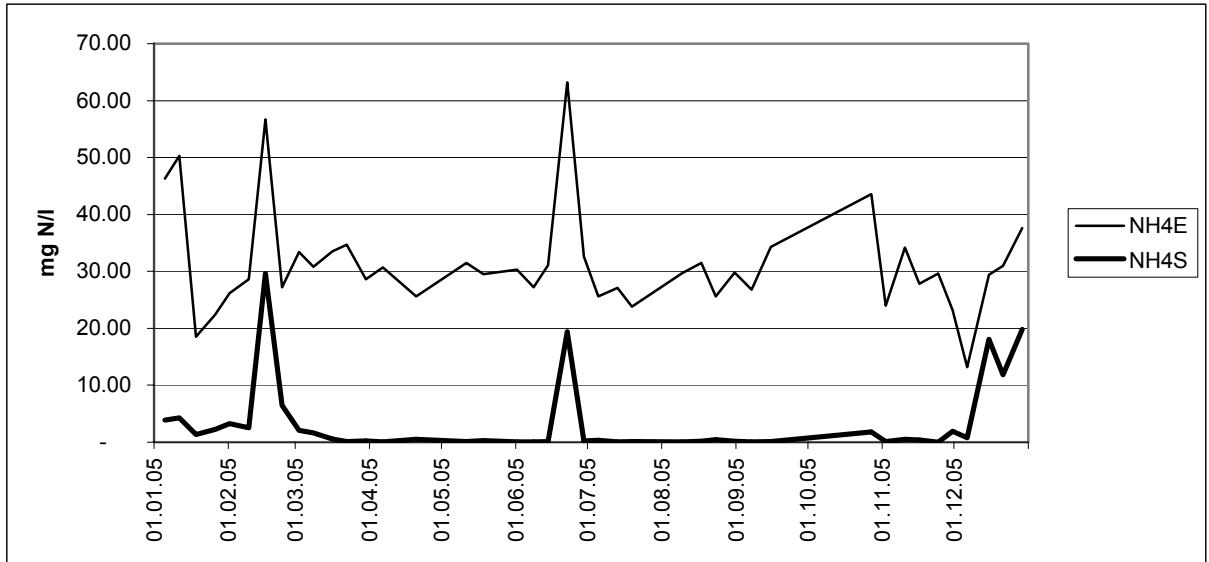
Betriebsparameter	Einzuhaltende Sollwerte	Messungen und ihre Platzierung	Zu machende Einstellungen
Schlammbelastung	$\leq 0.1 \text{ kg BSB}_5/\text{kg TS}_b/\text{Tag}$	Zufluss BSB ₅ TS _b	Verringern BSB ₅ Erhöhen des Schlammvolumens
Schlammalter	> 15 Tage	TS _b (Biologiebecken) TS _ü (Überschussschlamm)	
Gelöster Sauerstoff (O₂)	$\geq 1.5 \text{ mg/l}$	O ₂ (Biologiebecken)	falls O ₂ > 2 mg/l -> O ₂ reduzieren
PH-Wert	≥ 7 (8-9)	pH (Biologiebecken)	pH < 7 -> korrigieren (+ CaO)
m-Alkalität (TAC)	$\geq 5 \text{ °F}$	TAC (Biologiebecken)	
Temperatur (T°C)	10 °C	T°C (Biologiebecken)	

Kontrollparameter im Biologiebecken der ARA

4. Andere Bedingungen

- Bevor die Parameter der ARA für die Nitrifikation angepasst werden, muss die Anlage einen guten Wirkungsgrad beim Kohlenstoffabbau erreichen.
- Die Leistung der Gebläse muss genügend gross sein, um einen Sauerstoffeintrag von 2 mg/l O₂ sicherzustellen (Der Sauerstoffbedarf ist bei einer Abwasserbehandlung mit Nitrifikation doppelt so hoch wie bei einer normalen).
- Für die festsitzende Biomasse (Tropfkörper, Tauchtropfkörper, Biofilter) dürfen die optimalen Werte für den Sauerstoffbedarf höher liegen, unter Berücksichtigung des Phänomens der Diffusion des Sauerstoffes im Biofilm des Trägermaterials.
- Der Anteil des Rücklaufschlammes muss einwandfrei geregelt sein, damit die Biomasse nicht ausgewaschen wird oder in der Nachklärung liegen bleibt mit dem Risiko einer Denitrifikation mit Ausgasung des Stickstoffs, Anhebung des Schlammspiegels und Bildung von Blähschlamm.
- Die Faulwasser- oder Filtratrückgabe aus der Schlamm entwässerung ist mit Stickstoff angereichert. Es ist darauf zu achten, dass diese nicht direkt im Zulaufbereich der ARA eingeleitet wird, sondern in den Zeiten mit schwacher Belastung (Nachts) oder über 24 Stunden eingeleitet wird. Die Verwendung eines belüfteten Pufferbeckens oder der alten Trockenbeete wird empfohlen.

Die untenstehende Figur zeigt die Auswirkungen des Filtratwassers der Schlammwässerung auf. Die beiden Spitzen entsprechen den Tagen, an denen Schlamm entwässert wurde. Die ARA leitet diese Ammoniumfracht ohne Abbau ab.



Stickstoffspitzen während der Schlammwässerung

- Bei einer Neugestaltung oder einer Erweiterung der ARA mit der Nitrifikation ist die Erstellung einer Denitrifikation ebenfalls zu studieren. Diese Option kann aus energietechnischer Sicht interessant sein (Einsparungen beim gelösten Sauerstoff und bei der Energie).
- Eine Nitrifikation verlangt einen regelmässigen Schlammabzug aus der Vorklärung, da eine längere Aufenthaltszeit ein Ausgasen des Stickstoffs begünstigt (bis 10 %).

Temperatur der Biomasse und Frachtschwankungen auf den ARA's im Wallis

Die Temperaturabsenkung während des Winters ist der Hauptgrund für die starke Verringerung der Nitrifikation. Bei den ARA's in den touristischen Bergzonen unterstützt der Frachtanstiege während der Hochsaison und den Wochenenden die Verringerung des Wirkungsgrades der Nitrifikation.

1. Temperatur

Die Temperatur des Zulaufs wird von der Länge des Netzes, der Menge an Fremdwasser, des Salzaustrages auf den Strassen, der Schneeschmelze, etc. beherrscht und beeinflusst.

Diese Zuläufe sind mit besonderen Anstrengungen stark zu verringern. Sie senken die Temperatur ab, leiten das Strassensalz ein, welches die Schlammflocken zerstört und somit den Verlust von Biomasse in der Nachklärung bewirken können.

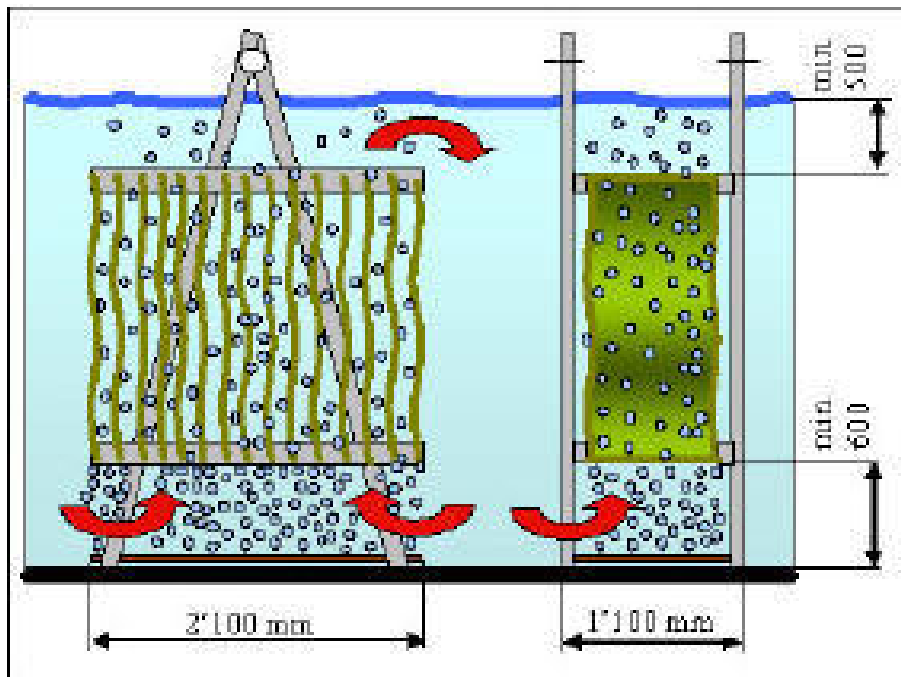
Auf einer nicht überdeckten, Wind und Wetter ausgesetzten ARA kann man einen Temperaturverlust von bis 2°C messen, was einem Verlust der biologischen Leistung von 25 % entspricht.

2. Verbesserung der Biomasse

Verschiedene Techniken zur unerlässlichen Verbesserung der Biomasse für den Stickstoffabbau sind vorhanden.

- Festsitzende Biomasse

Die Einführung der festsitzenden Biomasse im Innern des Belebtschlammes erlaubt eine Erhöhung des Schlammalters um 30 % und die Aufrechterhaltung einer Nitrifikation und sogar eine Denitrifikation im Biologiebecken. Mit dieser Technik ist es möglich, eine Abwasserreinigungsanlage umzubauen und gleichzeitig die Baumeisterkosten zu begrenzen.



Synthetischer Trägerrahmen für die Biologie

Trägerelemente Kaldness (kleine Kunststoffteile), welche für den Stickstoffabbau in den Aquarien entwickelt wurden, werden auch in vielen unseren ARA's eingesetzt. Es sind mit kleinen Kosten verbundene Anpassungen an den Bauwerken notwendig.



Kunststoffteile mit grosser Oberfläche

- Zustrom von nitrifizierender Biomasse

Die Zugabe von in einem separaten geheizten Becken gezüchteter autotropher Biomasse zum Beispiel in den Rücklauf aus dem Faulraum ist machbar.

- Behandlung in zwei Stufen

Die Behandlung in zwei Stufen erlaubt den Kohlenstoffabbau im ersten Becken. Das zweite Becken wird mit einem Zulauf, der arm an Kohlenstoff ist, beschickt, was die autotrophen Bakterien mit einer guten Nitrifikation bevorzugen.

- « Annamox » - System

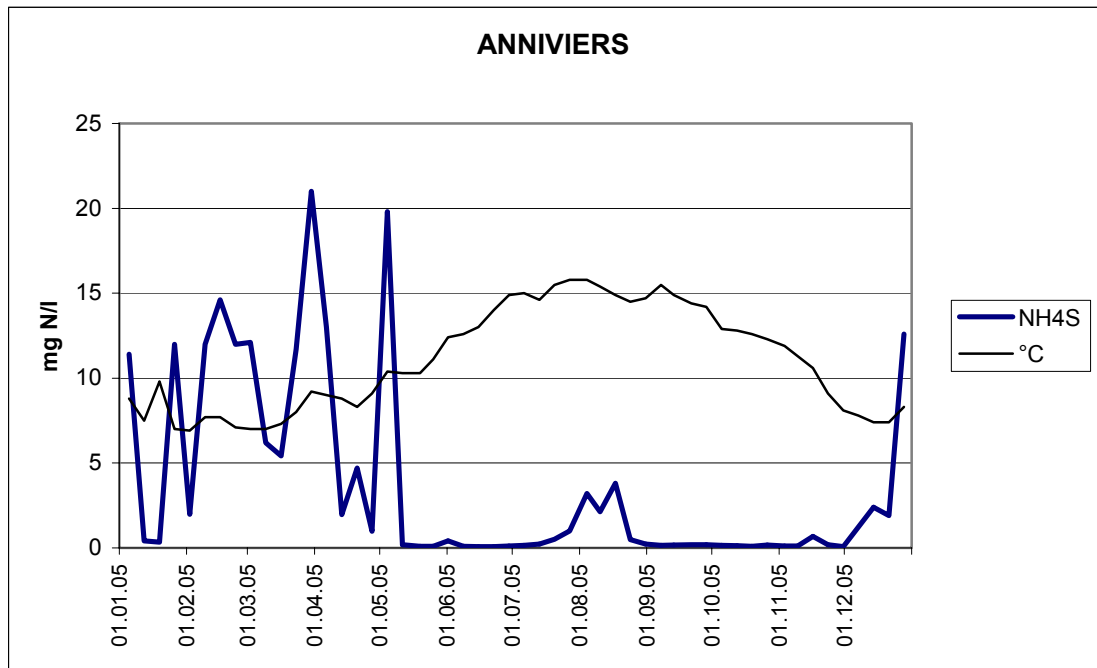
Dieser neue Prozess verwendet Bakterien der Gruppe "Annamox" (aus einer Umwandlung biologischen Ursprungs hervorgegangen). Diese werden so bezeichnet, weil sie Ammoniak direkt in gasförmigen Stickstoff umwandeln, ohne die Etappen der Nitrifikation-Denitrifikation zu durchlaufen. Die Verwendung dieser Bakterien (*Kuenenia stuttgartiensis*) in sauerstoffarmer Umgebung und für die Behandlung von Abwasser ist in der Versuchsphase. Sie erlaubt eine Vereinfachung der Prozesse gegenüber den heutigen Verfahren und bringt eine substantielle Verringerung der Kosten.

Diese experimentelle Verfahrensart ist sehr nützlich für die Behandlung des Faul- und Filtratwassers aus der Schlammwässerung.

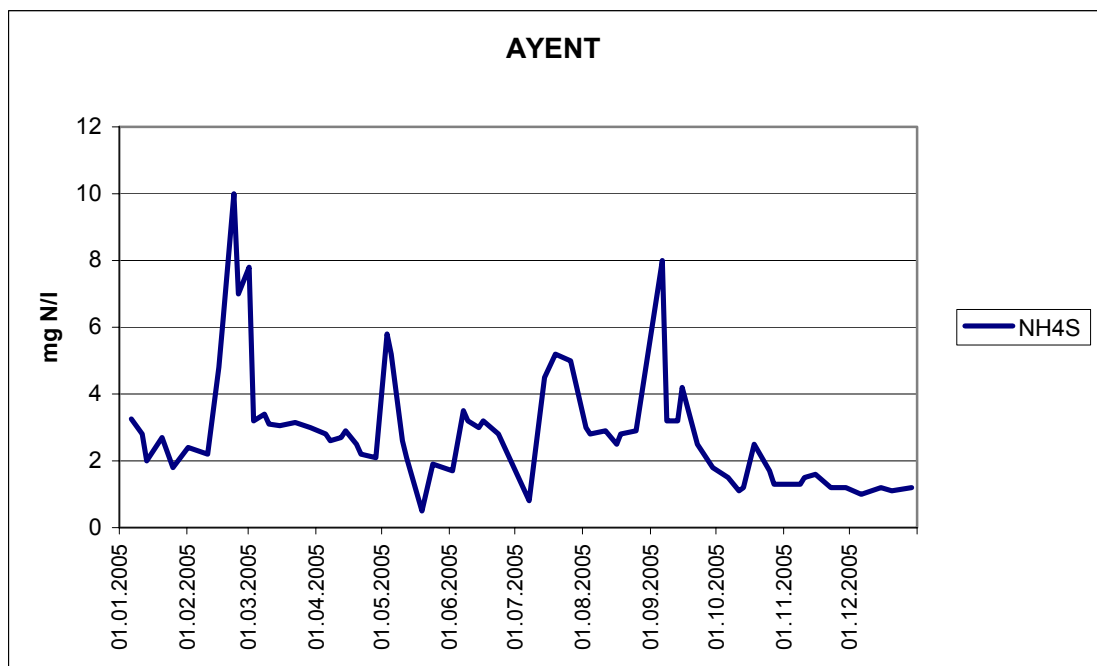
ANHANG 17 : SCHWANKUNGEN DER AMMONIUM-KONZENTRATIONEN IM ABLAUF DER ARA

Schwankungen der Ammonium-Konzentrationen in verschiedenen ARA's

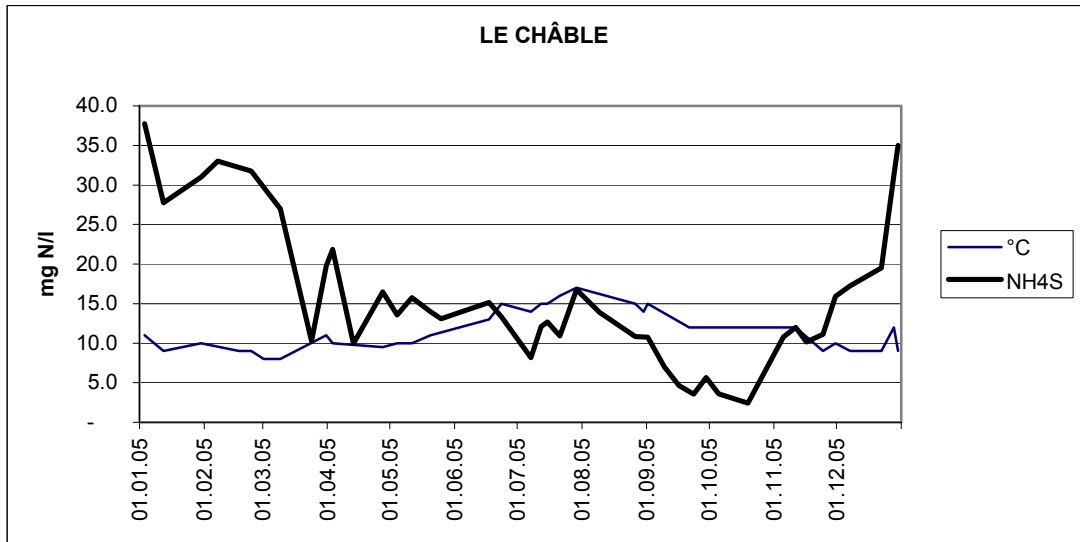
Die nachfolgenden Figuren zeigen die Schwankungen der Ammonium-Konzentrationen (NH₄) im Ablauf der ARA in Funktion der Schwankungen der Temperatur und der saisonalen Frachten.



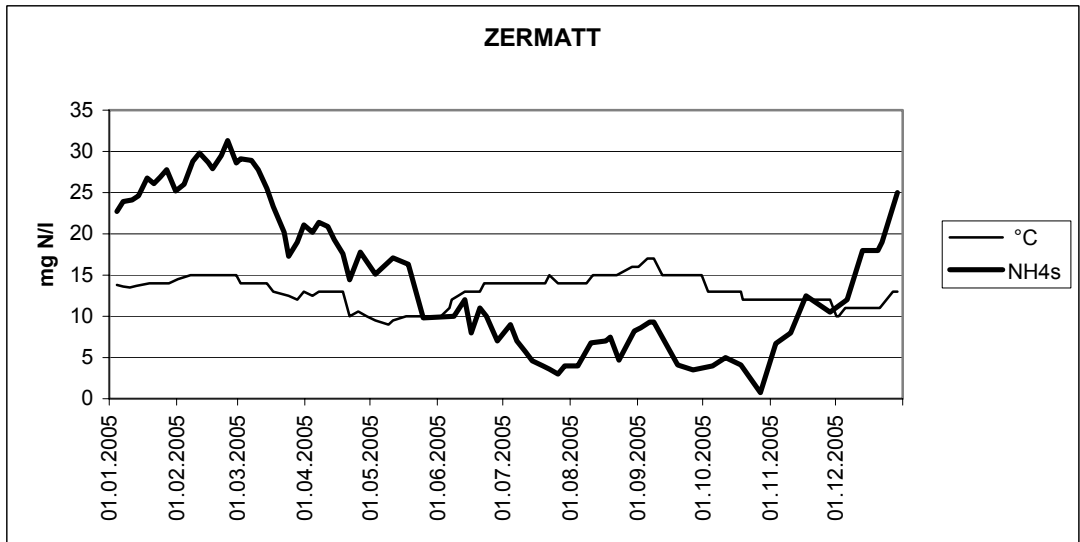
Einfluss der touristischen Wochenenden, stark schwankende Nitrifikation, abgeschwächte Temperaturschwankungen durch die Überdachung der ARA



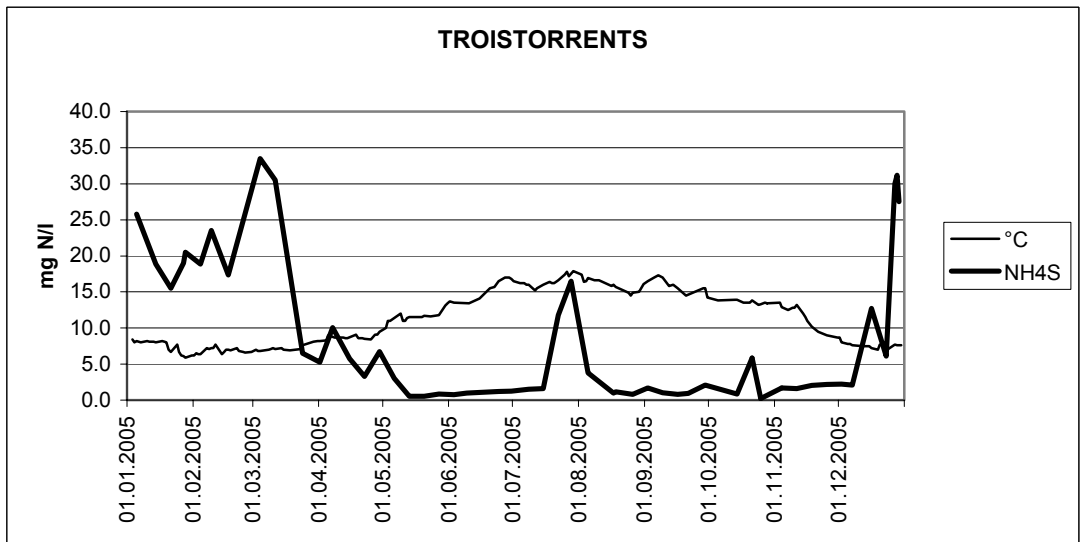
Gedeckte ARA mit Tauchtropfkörper, die Fracht der Fasnachtsferien kann von der Biomasse nicht abgebaut werden



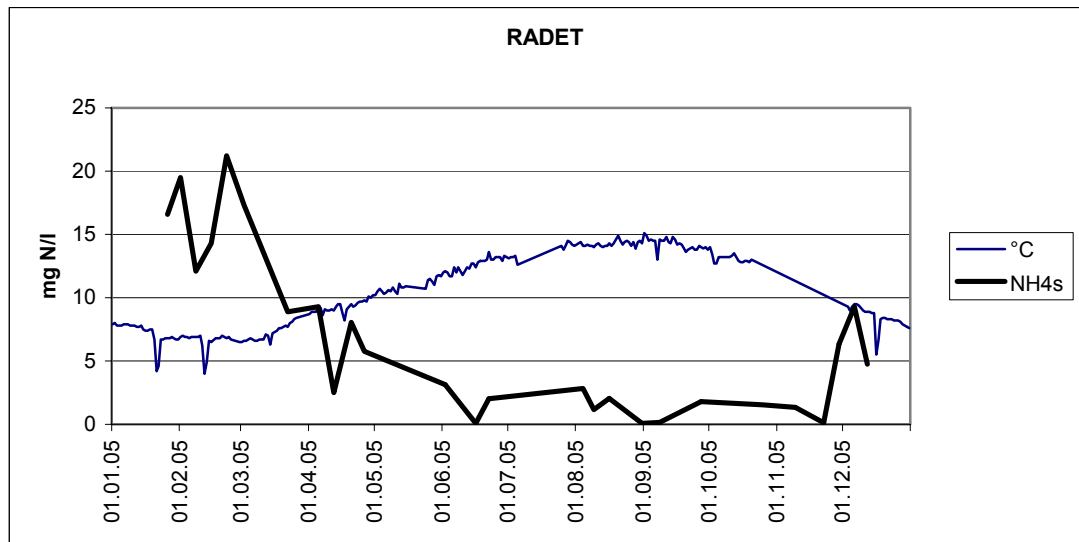
Gedekte ARA mit festsetzender Biomasse, Temperatur von 10°C und mehr, schlechte Nitrifikation in der Hochsaison



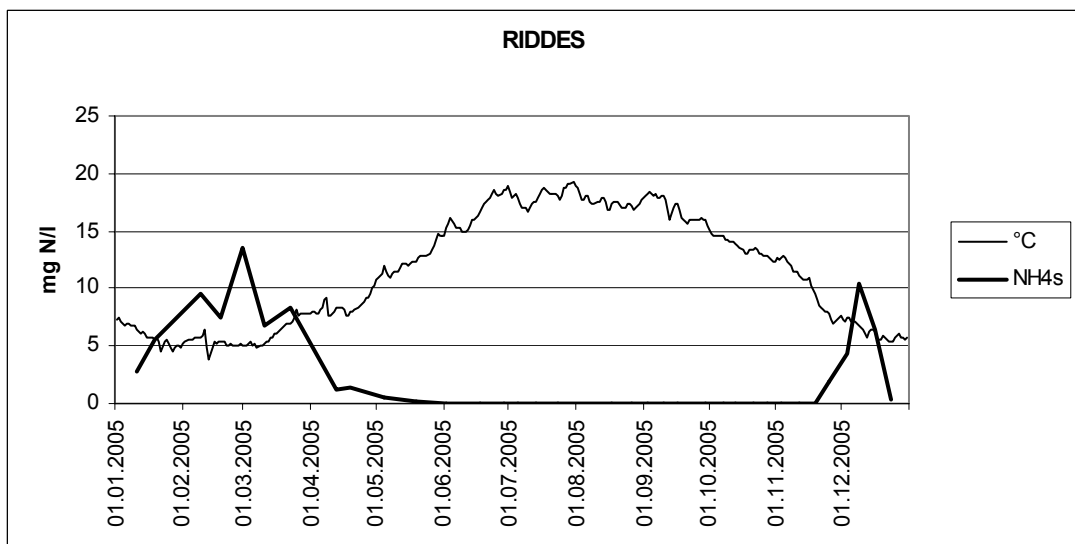
Gedekte ARA mit naher Bauzone, kleine Temperaturabsenkung (> 10°C), Nitrifikation nur in der Nebensaison



Zum Teil gedekte ARA, überdimensioniert, keine Nitrifikation im Winter



Nicht gedeckte ARA, langes Abwassernetz, keine Nitrifikation im Winter



Ungedeckte ARA, eher überdimensioniert, Teilnitrifikation im Winter mit Temperaturen um 5°C, baut die Fracht während der Weinlese ab

Schlussfolgerungen

Kann man es besser machen?

Die Antwort ist Ja.

Die Kapazität für die Oxidation (Sauerstoff) ist grundsätzlich vorhanden und die meisten ARA's haben eine überdimensionierte Ausrüstung. Die Temperatur scheint kein wichtiger Hinderungsgrund zu sein.

Es ist notwendig, dass die Betreiber die Sollwerte auf ihrer Anlage anpassen, um eine Nitrifikation zu garantieren, namentlich das Schlammalter und die Schlammbelastung. Die Schwankungen aus den touristischen Zonen sind ebenfalls zu berücksichtigen.

Die Frachten aus den touristischen Zonen ändern sehr rasch, vor allem an den Wochenenden. Als Ersatz für den notwendigen Schlammabzug kann man die Nitrifikation mit der Erhöhung der täglichen Belüftungsdauer aufrecht erhalten.