



**Überwachung der Vorfluter im Kanton Appenzell Ausserrhoden
Auswertung der Messdaten 2007/2008**

Kontaktstelle

Amt für Umwelt Appenzell Ausserrhoden

Kasernenstrasse 17

9102 Herisau

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

Inhaltsverzeichnis

<i>Vorwort</i>	2
<i>Zusammenfassung</i>	3
<i>Messprogramm</i>	5
Messstellen	5
Untersuchte Parameter	6
Datenauswertung	6
<i>Ergebnisse</i>	8
Veränderungen nach der Schliessung der ARA Wetti	8
Rückhalt und Filterung von Phosphor und Nitrat im Boden	9
Einzugsgebiet Glatt	10
Einzugsgebiet Urnäsch	11
Einzugsgebiet Sitter	13
Einzugsgebiet Goldach	14
<i>Anhang 1</i>	16
Chemische Parameter	16
<i>Anhang 2</i>	18
Modulstufenkonzept	18

Abbildungen

Abb. 1: Verlauf diverser Parameter an der Messstelle 4.7 (Rotbach vor Sitter) für die Jahre 2003 bis 2008.	8
Abb. 2: Verteilung der Belastbarkeit der Böden für Güllegaben auf dem Gemeindegebiet Herisau (FAL, 1976)	9
Abb. 3: Niederschlagsmengen um den 15. August 2008. Die Hauptniederschläge gelangten von Osten Richtung Mittelland.	10

Vorwort

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

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

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

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



Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Messergebnisse der Vorfluterkontrolle 2007 - 2008. Basierend auf dem Modulstufenkonzept (Modul Chemie) wird die chemische Belastung der Gewässer mit Vorfluterfunktion grafisch dargestellt und kommentiert. Die Darstellung des Berichtes entspricht derjenigen der Berichte der letzten vier Jahre. Bei der Auswertung des Phosphors wurde für den Bericht 2005/2006 von Gesamt-Phosphor auf Ortho-Phosphat gewechselt. Phosphor kann gelöst oder an Partikel gebunden im Gewässer vorkommen. In allen grösseren Kläranlagen wird der gelöste Phosphor chemisch ausgefällt; der partikuläre Phosphor wird dann soweit möglich sedimentiert und mit dem Klärschlamm aus dem Abwasser entfernt. Die Restfracht an gelöstem resp. partikulärem Phosphor aus der Kläranlage variiert je nach Intensität der chemischen Fällung resp. der Qualität der Sedimentation. Hingegen sind die Einträge aus Abschwemmungen / Rutschungen oder der Landwirtschaft mehrheitlich partikulär. Starke Niederschläge wirken hier erosiv; es werden Erdpartikel und daran gebundener Phosphor oberflächlich in die Gewässer gespült. Diese Form von Phosphor ist jedoch nicht direkt pflanzenverfügbar. Durch den Wechsel der Messungen auf Ortho-Phosphat kann der Einfluss der Kläranlagen auf die Gewässer besser erfasst werden. Grundsätzlich hat sich die Qualität der appenzellischen Fließgewässer, die auch als Vorfluter dienen, kaum verändert. Auch die im Winter 2005/06 auffällig erhöhten Chloridkonzentrationen des Winterdienstes lagen mehrheitlich wieder im üblichen Bereich.

Weiterhin sind die zunehmenden Neophyten wie das drüsige Springkraut (*Impatiens glandulifera*, Bild rechts) und der japanische Knöterich (*Reynoutria japonica*, Bild links). Quelle: www.wikipedia.ch für die Ufervegetation problematisch. Sie beeinträchtigen zwar nicht die Wasserqualität, verdrängen aber die heimischen Ufergewächse. Im Kanton Appenzell Ausserrhoden werden diese Pflanzen regelmässig bekämpft, der Erfolg ist jedoch unterschiedlich.



In den **Hauptgewässern** Urnäsch, Sitter und Goldach war die Wasserqualität bezüglich chemischer Belastung wiederum befriedigend. Die Qualität der Glatt lässt wegen der hohen Belastung durch die ARA Herisau - infolge sehr schlechter Verdünnung - und dem nach wie vor ungelösten Schaumproblem immer noch zu wünschen übrig. Hier ist jedoch mittelfristig eine Lösung absehbar. Dank allgemein guter Reinigungsleistung der Kläranlagen lagen die fischgiftigen Stickstoffkonzentrationen (Ammonium/Ammoniak und Nitrit) mit einigen Ausnahmen unter den gesetzlichen Grenzwerten bzw. den erwünschten Zielvorgaben. Allerdings überstiegen die Ortho-P-Konzentrationen den Zielwert von 0.04 mg/l mehrheitlich. Obschon Phosphor in den Fließgewässern nicht dieselbe Bedeutung für die Limitierung des Algenwachstum hat wie in Seen, sollte der Zielwert möglichst eingehalten werden. Auch in Fließgewässern dürften erhöhte Gehalte die Biomasseproduktion erhöhen. Verglichen mit anderen voralpinen Bächen weisen die appenzellischen Gewässer noch immer ein zu hohes Algenwachstum auf. Einerseits muss weiter an einer Optimierung der Reinigungsleistung der Kläranlagen gearbeitet werden. Andererseits ist aber vermehrt darauf hinzuarbeiten, dass die Nährstoffeinträge durch landwirtschaftliche Tätigkeiten verringert werden. Dies vor allem, indem beim Düngen der dringend nötige Abstand zu den Gewässern eingehalten, die eingebrachten Mengen begrenzt und auch der richtige Zeitpunkt verstärkt beachtet wird.

In den **Nebengewässern** war die Belastung hauptsächlich wegen der geringen Verdünnung wiederum deutlich grösser als in den Hauptgewässern. Das gereinigte Abwasser, welches über diese Vorfluter zu den Hauptgewässern gelangt, wird vielerorts nur schlecht verdünnt, weil die Wasserführung gering ist. Besonders deutlich war dieser Einfluss am Holderenbach und am Klösterlibach.



Oberhalb der Kläranlagen wiesen die Bäche in den meisten Fällen eine mässige, landwirtschaftlich bedingte Belastung auf. Vereinzelt überschritten die Ortho-P-Werte und der biologische Sauerstoffbedarf den Grenz- bzw. Zielwert. Die Chloridwerte sind oft auch oberhalb der Kläranlagen hoch, was auf den Salzeinsatz auf den Strassen im Winter zurückzuführen ist.

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

Da es sich bei der Vorfluterkontrolle um die Auswertung von monatlichen Einzelwerten handelt, kann die chemische Belastung der Gewässer im Jahresverlauf nicht vollständig abgebildet werden. Die Analyse der Wasserchemie lässt nur eine Aussage bezüglich der augenblicklichen Wasserqualität und nur bezüglich der untersuchten Parameter zu. Dagegen erlaubt die Untersuchung von Kleintierlebensgemeinschaften die Beurteilung der Wasserqualität und der Qualität des Gewässers als Lebensraum über die vorangegangenen Wochen und Monate. Eine Untersuchung der Fliessgewässer anhand dieser biologischen Parameter wurde ebenfalls 2008 durchgeführt (2008, Amt für Umwelt Kanton AR). Dabei wurde auch eine erste Fischuntersuchung in den Ausserrhoder Fliessgewässern integriert.

Längerfristig hingegen lässt sich aber durch die regelmässige Erhebung der chemischen Parameter sehr wohl die generelle Entwicklung der Belastung darstellen und aus den Trends allfällige Massnahmen ableiten.



Messprogramm

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

2006 wurde der Betrieb der ARA Wetti bei Teufen eingestellt. Die beiden Messstellen 4.1.3A (Auslauf der ARA) sowie 4.1.3 (Goldibach nach ARA Wetti) wurden damit ebenfalls aufgehoben.

Messstellen

Nr.	Einzugsgebiet	Bezeichnung/Lage (in Fliessrichtung des Gewässers, zuerst Haupt- und dann Nebenbäche)	Beprobung:
	Glatt		
2.2		Brücke vor ARA Bachwis, Herisau	ARA
2.1A		ARA Bachwis	ARA
2.1		Zellersmüli nach ARA Bachwis	ARA
2.6.1		Glatt nach Mündung Wissenbach	AfU
	Urnäsch		
3.8		Urnäsch nach Einmündung Tosbach	AfU
3.5.1		Urnäsch vor ARA Furt, Urnäsch	ARA
3.5°		ARA Furt	ARA
3.5		Urnäsch nach ARA Furt	ARA
3.3		Urnäsch nach Einmündung Badtobelbach	ARA
3.1		Urnäsch vor Einmündung Sitter	AfU
3.3.2		Badtobelbach vor ARA Aueli, Waldstatt	ARA
3.3.1A		ARA Aueli	ARA
3.3.1		Badtobelbach nach ARA Aueli	ARA
3.2.2		Sonderbach vor ARA Schmitte, Hundwil	ARA
3.2.1A		ARA Schmitte	
3.2.1		Sonderbach nach ARA Schmitte	ARA
2.8°		ARA Saum	ARA
2.8		Stösselbach nach ARA Saum	ARA
	Sitter		
4.4.1		Sitter vor ARA List, Stein	ARA
4.4°		ARA List	ARA
4.4		Sitter nach ARA List	ARA
4.3		Sitter vor Einmündung Rotbach	AfU
4.1		Sitter vor Einmündung Urnäsch	AfU
4.9.1		Rotbach vor ARA Au, Bühler-Gais	ARA
4.9A		ARA Au	ARA



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

Untersuchte Parameter

Bei den Probenahmen werden **Temperatur, pH** und **Leitfähigkeit** vor Ort gemessen. **Wasserführung, Wetter, Geruch, Schaum** und **Trübung** werden nach einem einheitlichen Schema spezifisch beurteilt. In den Labors der Kläranlagen werden der chemische und biologische Sauerstoffbedarf (**CSB, BSB₅**), **Chlorid, Ammonium, Nitrit, Nitrat** und **Ortho-Phosphat** bestimmt. Die Daten werden im Amt für Umwelt gesammelt, ausgewertet und mit den gesetzlichen Anforderungen an die chemische Gewässerqualität verglichen. Die von den Kläranlagen erhobenen Messwerte der Vorfluterkontrolle werden jährlich als Teil des Jahresberichts der Anlage detailliert ausgewertet und beurteilt. Das Amt für Umwelt stellt diese Auswertung, ergänzt mit den Ergebnissen der Referenzstellen, zusammenfassend dar und veröffentlicht sie alle zwei Jahre als Bericht "Überwachung der Vorfluter im Kanton Appenzell Ausserrhoden". Die Anforderungen an die chemische Gewässerqualität sind im Anhang 1 zusammengestellt.

Datenauswertung

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

Bei der Darstellung der Kläranlagenausläufe (grau hinterlegt) wurde die Skala für Ortho-P wegen der besseren Anschaulichkeit von max. 10 mg/l auf 5 mg/l reduziert. Im Gegensatz zu den Einleitbedingungen für P-gesamt bestehen seitens der Gewässerschutzverordnung für Ortho-P keine Vorschriften. Das Modulstufenkonzept klassiert eine Konzentration von Ortho-P von 0.04 - 0.06 mg/l als mässig und über 0.06 mg/l als unbefriedigend ein. Der momentan für die Messung von Ortho-P angewandte Test hat eine Nachweisgrenze von 0.05 mg/l. Für die



weitere Überwachung wäre es empfehlenswert, eine Messmethode mit tieferer Nachweisgrenze zu wählen, was aber für die Analytik gewisser Veränderungen mit sich bringen würde.

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

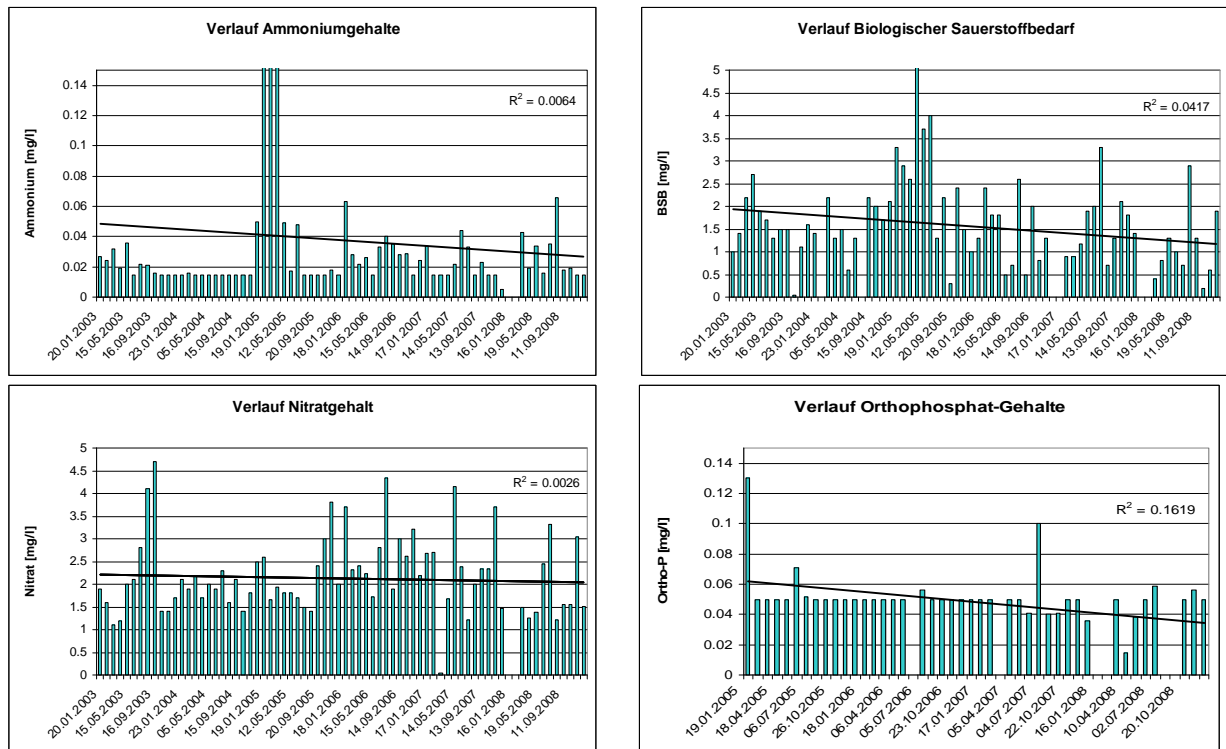
Ergebnisse

Veränderungen nach der Schliessung der ARA Wetti

Im Oktober 2006 wurde in Teufen die ARA Wetti geschlossen und das Abwasser via Pumpstation der ARA Mühl-
tobel zugeleitet. Da die ARA Wetti in der Vergangenheit mehrfach die Zielwerte nicht einhalten konnte, wurde
erwartet, dass sich die Qualität des Goldibachs nach der Schliessung verbessert hat.

Mit der Aufhebung der ARA wurden auch die Messstellen im Goldibach aufgehoben, daher liegen ab 2007 keine
Daten über den Goldibach selber vor. Untersucht werden kann der Einfluss des Goldibachs auf den Rotbach. Die
Interpretation dieser Daten ist - aufgrund der vielfältigen Einflüsse v.a. seitens des Rotbachs -allerdings sehr
unsicher. Der Einfluss des Goldibachs wird durch den wesentlich grösseren Rotbach und den Einfluss der ARA
Bühler-Gais überdeckt.

Abb. 1: Verlauf diverser Parameter an der Messstelle 4.7 (Rotbach vor Sitter) für die Jahre 2003 bis 2008.



So zeigt denn keiner der untersuchten Parameter eine deutliche Veränderung. Der Ortho-Phosphat-Gehalt, der BSB₅ sowie der Gehalt an Ammonium haben eine ganz leichte Tendenz zur Abnahme, die Nitratwerte sind sogar fast unverändert. Diese Werte für Ortho-Phosphat sind nur für die Jahre 2005 – 2008 aufgezeigt, da vor 2005 der Gesamt-Phosphor gemessen wurde.

Auffällig ist die Streuung des Ammonium und Phosphat-Gehaltes, die in der Beobachtungszeit zugenommen hat. Beim Ammonium beginnt diese Zunahme ab Anfang Jahr 2006, beim Phosphat Ende erstes Quartal 2007. Insbesondere die Streuung beim Ammonium dürften Schwankungen auf der ARA Bühler-Gais zuzuordnen sein.



Rückhalt und Filterung von Phosphor und Nitrat im Boden

Auffällig sind an den Messstellen 3.5.1 (Urnäsch vor ARA Urnäsch) und 2.1 (Glatt vor ARA Herisau) hohe Nitrat- und Phosphorwerte. Besonders an der Messstelle an der Glatt sind über alle Messwerte hohe Nitrat-Gehalte erkennbar. Meist sind die Werte um 2 mg/l, was das Gewässer aber bereits eine Klassierungsstufe herabsetzt. Unten aufgeführt sind die Zielvorgaben und Klassierungen gemäss Gewässerschutzverordnung.

Beurteilung	Orthophosphat [mg P/L]	Gesamtphosphor [mg P/L]	Nitrat [mg N/L]	²⁾ Biologischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen [mg O ₂ /L]
sehr gut	< 0.02	< 0.035	< 1.5	< 2.0
gut	0.02 < 0.04	0.035 < 0.07	1.5 < 5.6	2.0 < 4.0
mässig	0.04 < 0.06	0.07 < 0.105	5.6 < 8.4	4.0 < 6.0
unbefriedigend	0.06 < 0.08	0.105 < 0.14	8.4 < 11.2	6.0 < 8.0
schlecht	≥ 0.08	≥ 0.08	≥ 11.2	≥ 8.0

1976 wurden die Böden der Gemeinde Herisau kartiert (Bericht über die Bodenkartierung und die Belastbarkeit der Böden für flüssige Dünger, FAL Zürich-Reckenholz, 1976). Die Ergebnisse wurden dabei auch in zwei Interpretationskarten festgehalten, die sich von der pedologischen Karte ableiten. Da sich Böden nur sehr langsam grundsätzlich verändern können (in Zeiträumen ab 1000 Jahren), sind diese Erhebungen an unveränderten Standorten noch immer gültig.

Gemäss der landwirtschaftlichen Bodenqualität sind auf dem Gemeindegebiet von Herisau rund 65 % der Böden gute Naturwiesen, die durch Steilheit, Trockenheit oder Nässe aber in der Nutzung limitiert sind. Flächenmässig sind gemäss den Erhebungen nur rund 25 % der Herisauer Böden für den Eintrag von flüssigen Hofdüngern normal belastbar. Für rund 38 % wurde nur eine geringe Belastbarkeit ermittelt, mit einer Ausbringungsmenge von 80 m³ Gülle pro ha und Jahr. Weitere 36 % sind nur sehr wenig belastbar mit rund 50 m³ Austragsmenge zu sehr gezielten Zeitpunkten. Diese Zahlen zeigen auf, wie auch auf anscheinend gutem Wiesland die Kapazität für die Aufnahme von Hofdünger durchaus beschränkt sein kann.

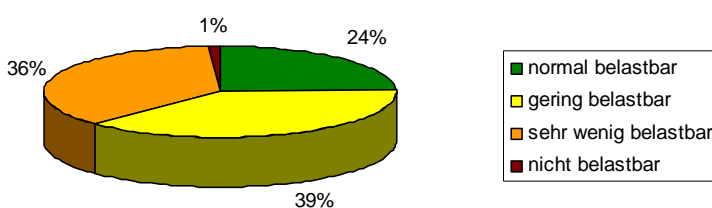


Abb. 2:
Verteilung der Belastbarkeit der Böden für Güllegaben auf dem Gemeindegebiet Herisau (FAL, 1976).

Die Belastbarkeit ist von zwei Hauptkriterien abhängig:

- der Oberflächenabfluss und die unfiltrierte Eindringung in Vorfluter und Bäche
- die Durchsickerung von Schmutz- und Nährstoffen bei mangelhafter Filtrationsvermögen des Bodens oder präferentiellen Flüssen entlang von bestimmten Schichtungen (Kies, Lehm, starke Neigung ...)

Auf Böden mit wenig filtrierendem Profil besteht im Falle eines Nährstoff-Bilanzüberschusses die Gefahr von Sickerverlusten. Gelangen Düngstoffe einmal ausserhalb des Wurzelbereichs, sind sie im bodeninternen Nährstoffkreislauf verloren und gelangen über kurz oder lang ins Grundwasser oder in ein offenes Gewässer (FAL, 1976). Diese Gefahr besteht insbesondere auch auf Wiesen, die drainiert sind, was im ganzen Kanton an vielen Stellen der Fall ist (Meliorationen). Zusätzlich zu einer wenig filtrierenden Bodenschicht kommt hier eine Art kurz geschlossener Durchfluss zum Tragen, indem Nährstoffe über die Drainageleitungen direkt in die Bäche gespült werden.



Im Gewässer sind diese Abschwemmungen und Auswaschungen als hohe Gehalte an Nährstoffen aus Hofdüngern wie Ortho-Phosphat und Nitrat messbar. Am Beispiel der Messstelle an der Glatt ist ersichtlich, dass Ammonium aufgrund seiner Bindungsfähigkeit besser an Bodenpartikeln adsorbiert wird als Nitrat, da diese Werte fast immer tief sind.

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

Einzugsgebiet Glatt

Glatt

Oberhalb der ARA Bachwis, Herisau, wurden die Grenzwerte resp. Zielvorgaben mit wenigen Ausnahmen wie in den Vorjahren eingehalten. Zweimal überschritt der BSB₅ den Grenzwert von 4 mg/l. Die Werte für Ortho-Phosphat überschritten jedoch mehrheitlich die Zielvorgabe von 0.04 mg/l. Auch die Nitratgehalte sind mehrheitlich über 1.2 mg/l, bei mehr als der Hälfte der Messwerte über 1.5 mg/l. Enthält die Probe mehr als 1.5 mg/l Nitrat, wird diese Messstelle gemäss Modulstufenkonzept von „sehr gut“ auf „gut“ herabgestuft. Da oberhalb der ARA Bachwis keine weiteren Ausflüsse von Kläranlagen eingeleitet werden, sind diese Gehalte mehrheitlich auf landwirtschaftliche Einflüsse zurückzuführen.

Am 4. Juli 2007 konnten an diversen Messstellen in den Oberläufen der Bäche hohe Messwerte bei fast allen Parametern festgestellt werden. Die hydrologischen Messungen der Sitter (Appenzell), der Glatt (Herisau) sowie des Neckers (Mogelsberg) wiesen an diesem Tag hohe bis sogar Höchstwerte auf. Daraus kann geschlossen werden, dass durch ein starkes Niederschlagsereignis in der Region hohe Mengen an Nährstoffen eingeschwemmt wurden. Auffällig ist, dass beispielsweise der BSB₅ unterhalb der ARA Bachwis tiefer ist als oberhalb. Das Kläranlagenwasser hat die Qualität der Glatt hier sogar verbessert. Dies kann auch darauf zurückzuführen sein, dass in Herisau bei Starkniederschlägen die Hochwasserentlastung in Betrieb kommt. Die Kanalisation in Herisau ist mehrheitlich im Mischsystem gebaut. Das heisst, dass auch Meteorwasser in die Kläranlage gelangt. Bei Hochwasser oder eben Starkniederschlägen ist das System überlastet und ein Teil der Kanalisationswässer wird zur Entlastung direkt in die Glatt geleitet. Dabei haben diese Wässer eine hohe Verdünnung und folglich eine gute Qualität

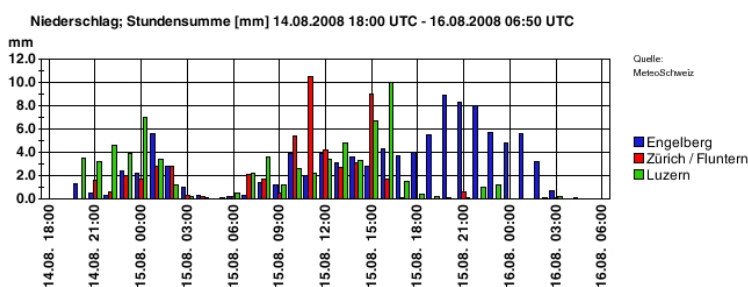


Abb. 3: Niederschlagsmengen um den 15. August 2008. Die Hauptniederschläge gelangten von Osten Richtung Mittelland.

Ein ähnliches Ereignis konnte Mitte August 2008 unter- und oberhalb der ARA Bachwis gemessen werden, welches auch in der Chronologie der auffälligen Wetterereignisse der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt aufgeführt ist (www.meteoschweiz.admin.ch/wetterereignisse). Das Ereignis vom 4. Juli 2007 dürfte lokal begrenzter gewesen sein, da es nicht in dieser Liste erscheint.

Durch einen heftigen Wintereinbruch im November 2007 erlitt die Nitrifikation in der ARA Herisau starke Einbrüche, was sich in einem hohen Nitritwert unterhalb der ARA am 5. Dezember 2007 deutlich erkennbar niederschlägt.



Die ARA erfüllt die Qualitätsziele bezüglich organischer Belastung und Phosphat nicht. Dies bildet sich auch in der Glatt in zwar schwankenden, jedoch konstant hohen Werten für Ortho-P ab. Drei Mal wurden BSB₅-Werte über dem Grenzwert ermittelt. An allen drei Tagen wurden aber bereits vor der ARA hohe BSB₅-Werte gemessen. Die Wasserqualität muss hier bzgl. chemischer Belastung als unbefriedigend bis schlecht bezeichnet werden. Unterhalb der ARA Herisau besteht auch das Schaumproblem nach wie vor.

Unterhalb der Einmündung des Wissenbaches bewirkte die zusätzliche Verdünnung zwar eine Verbesserung der Konzentrationen. Die Wasserqualität kann hier aber immer noch als nur mässig eingestuft werden.

Orthophosphat (2003/04 Gesamtphosphat)

	Glatt v. ARA Bachwis Stelle 2.2	Zellersmüli Stelle 2.1	Glatt n. Wissenbach Stelle 2.61
2003 / 2004	0.05	0.355	0.18
2005 / 2006	0.05	0.2145	0.097
2007 / 2008	0.05	0.183	0.072

Weitere Parameter 2007/08

	Stelle 2.2	Stelle 2.1	Stelle 2.61
BSB ₅	1.1	1.7	1.255
NO ₃	1.69	4.86	2.775
Ortho-P	0.05	0.183	0.072

Einzugsgebiet Urnäsch

Urnäsch

Die Kläranlagen von Urnäsch, Waldstatt, Hundwil und Saum Herisau belasten die Urnäsch deutlich weniger als die ARA Bachwis im Falle der Glatt. Wie in den beiden letzten Perioden nahm die Belastung bis zur Mündung in die Sitter leicht zu. Die Grenzwerte resp. Zielvorgaben wurden jedoch nur vereinzelt überschritten.

Grundsätzlich ist die Urnäsch bei der Mündung des Tosbaches anthropogen nur schwach belastet und weist eine gute Wasserqualität auf. Der hohe Ortho-P Wert am 13. März 2007 könnte auf eine Verwechslung mit dem Wert für Nitrat beruhen. Dasselbe gilt für diese beiden Werte an der Urnäsch vor der Mündung in die Sitter am selben Tag. Auf dem kurzen Abschnitt bis zur Messstelle vor der ARA Urnäsch (ca. 7 km) verdoppeln sich die Ortho-P Gehalte nahezu. Auch dieses Bild ist möglicherweise wie bei der Messstelle vor der ARA Herisau auf die ungenügende Filterung im Boden zurückzuführen (Seite 9).

Das starke Niederschlagsereignis anfangs Juli 2007 ist auch hier deutlich erkennbar. Der hohe Nitrat-Wert Ende Oktober 2008 könnte ebenfalls daher stammen. Sämtliche Bäche der Region haben am 17. Oktober den Abfluss-Monatshöchstwert erreicht. Ein noch anhaltender Nitratreintrag über Sickerungen (schlechter Rückhalt im Boden) könnte diese Grenzwertüberschreitung begründen.

Die ARA Furt hatte zeitweise Probleme mit Nitritbildung im Juni 2007 sowie in den Wintermonaten. Dies hängt direkt mit einer ungenügenden Nitrifikation zusammen. Im Vergleich zu den Vorjahren hat sich das Nitritproblem laut dem Jahresbericht der ARA Urnäsch leicht verschärft. Hohe Ortho-Phosphat-Gehalte sind teilweise auch durch Prozessveränderungen z.B. bei der Fällmitteldosierung zu erklären.



Orthophosphat (2003/04 Gesamtphosphat)

	Urnäsch n. Tosbach Stelle 3.8	Urnäsch n. ARA Furt Stelle 3.5	Badtobelbach n. ARA Aueli Stelle 3.3.1	Urnäsch n. Badtobelbach Stelle 3.3	Stösselbach n. ARA Saum Stelle 2.8	Urnäsch v. Sitter Stelle 3.1
2003 / 2004	0.05	0.05	0.1	0.05	0.53	0.05
2005 / 2006	0.05	0.05	0.08	0.05	0.81	0.05
2007 / 2008	0.05	0.05	0.15	0.05	0.48	0.05

Weitere Parameter 2007/08

	Stelle 3.8	Stelle 3.5	Stelle 3.3.1	Stelle 3.3	Stelle 2.8	Stelle 3.1
BSB ₅	1.1	1.45	1.7	1.6	2.8	1.21
NO ₃	0.4	2	2.05	1.2	3.3	1.28
Ortho-P	0.05	0.05	0.15	0.05	0.48	0.05

Badtobelbach

Der kleine Badtobelbach ist vor der ARA Waldstatt durch das landwirtschaftliche Einzugsgebiet schwach belastet, jedoch mit erstaunlich konstanten Nitratgehalten um 2 mg/l (seit 2005). In der Berichtsperiode 2003/04 waren diese Werte noch deutlich tiefer.

Unterhalb der ARA Waldstatt ist die Wasserqualität bzgl. Ortho-P unbefriedigend. 2007 gelangte massiv mehr Abwasser auf die ARA und auch vermehrt schlecht abbaubare Substanzen, oft ungenügend vorgereinigtes Industrieabwasser. Anfang 2008 sank die Ammonium-Elimination teilweise auf 70 %, was sich in hohen Nitritwerten im Vorfluter abbildet. Die Konzentrationen liegen aber nicht über der Zielvorgabe.

Sonderbach

Der Sonderbach wies oberhalb der ARA Hundwil wie in den Vorjahren eine mässige Belastung auf. Die beiden starken Niederschlagsereignisse am 4. Juli 2007 sowie am 15. August 2008 sind hier deutlich ausgeprägt. Der Zulauf der ARA Hundwil beeinflusste den Sonderbach in ähnlichem Ausmass wie in den beiden Vorjahren. Der Zielwert für Ortho-P wurde während des ganzen Jahres in unterschiedlichem Mass überschritten, wenn auch mit weniger Spitzenwerten als 2005/06. Nach hohen Nitratwerten in der Berichtsperiode 2005/06 sind die Werte wieder etwas gesunken. Mit durchschnittlich 3 mg/l über beide Jahre gemittelt kann der Sonderbach gemäss Modulstufenkonzept bezüglich Nitrat als „gut“ eingestuft werden (2005/06 durchschnittlich 4 mg/l).

Stösselbach

Oberhalb der ARA Saum, Herisau, ist der kleine Zubringer zum Stösselbach eingedolt und es liegen keine Messresultate vor. Unterhalb der ARA war der Stösselbach - da kaum wasserführend - wie in den Vorjahren stark belastet. Der Grenzwert für Nitrat wurde mehrmals überschritten und die Ortho-P-Konzentrationen lagen immer weit über dem Zielwert. Sehr hohe Nitritgehalte Anfangs November 2007 sind auf einen Nitritdurchbruch in der ARA zurückzuführen. Die Gehalte waren bereits im Auslauf der ARA sehr hoch war, ebenso der BSB₅, die Durchsichtigkeit war verringert. Durch den erhöhten Sauerstoffbedarf für den Abbau dürfte die Nitrifikation nur unvollständig abgelaufen sein (Bildung von NO₂⁻ statt NO₃⁻).

Dank der guten Verdünnung beeinflusste der Stösselbach die Wasserqualität der Urnäsch kaum.



Einzugsgebiet Sitter

Sitter

Die Sitter nimmt das Abwasser der innerrhodischen Kläranlagen sowie der Anlagen List (Stein), Au (Bühler / Gais via Rotbach) und Mühltoibel (Teufen via Klösterlibach) auf. Wie in den beiden Vorjahren war schon beim Eintritt in den Kanton Appenzell Ausserrhoden eine deutliche Hintergrundbelastung – bedingt durch die ARA Appenzell – messbar. Im Oktober und November 2007 traten hohe Belastungen bezüglich Nitrit, Nitrat und Ortho-P auf. Nach der ARA wurden durch die Durchmischung des Ausflusses mit Bachwasser die Nitratwerte deutlich gesenkt, die Ortho-P-Werte blieben gleich oder sanken leicht.

Vor der Einmündung des Rotbaches lagen die Ortho-P-Werte 2007 noch mehrheitlich über der Zielvorgabe, nahmen aber bis zur Einmündung der Sitter wieder ab. 2008 waren die Werte vor der Einmündung ausser einer Ausnahme unter der Zielvorgabe. Das Niederschlagsereignis, welches auch in der Glatt und teilweise in der Urnäsch ersichtlich ist, wird hier durch einen hohen Ortho-P-Gehalt abgebildet. Bis zur Einmündung in die Sitter nehmen diese Werte wieder zu, vermutlich durch den Zufluss des Klösterlibaches. Die übrigen Parameter blieben dank dem sehr guten Verdünnungsverhältnis und der Selbstreinigungskraft wieder deutlich unter den Grenzwerten und Zielvorgaben.

Orthophosphat (2003/04 Gesamtposphat)

	Sitter vor ARA List Stelle 4.4.1	Sitter nach ARA List Stelle 4.4	Sitter vor Rotbach Stelle 4.3	Sitter vor Urnäsch Stelle 4.1
2003 / 2004	0.05	0.05	0.0635	0.05
2005 / 2006	0.05	0.054	0.067	0.05
2007 / 2008	0.053	0.0724	0.05	0.056

Weitere Parameter 2007/08

	Stelle 4.4.1	Stelle 4.4	Stelle 4.3	Stelle 4.1
BSB ₅	1.84	1.46	1.26	1.34
NO ₃	1.68	1.7	1.23	2.48
Ortho-P	0.053	0.0724	0.05	0.056

Rotbach

Oberhalb der ARA Au in Bühler wies der Rotbach keine nennenswerte anthropogene Belastung auf. Die Belastung durch die ARA war unterhalb der Kläranlage deutlich spürbar, erreichte aber die Grenz- bzw. Zielwerte nur vereinzelt. Am 4. März 2008 fanden sich sehr hohe Nitritwerte im Rotbach noch bis zur Mündung in die Sitter, sanken dann aber unter die Nachweisgrenze.

Bis 2006 diente der Goldibach als Vorfluter für die ARA Wetti in Teufen. Die Messungen im Ausfluss haben 2003/04 regelmässig Phosphorgehalte über den gesetzlichen Zielwerten aufgewiesen. Mit der Schliessung der ARA konnte eine Verbesserung der stofflichen Situation erwartet werden. Diese hat sich bis heute nicht deutlich eingestellt. Die Nitratwerte sind im Rotbach zwar fast immer unter dem Grenzwert von 5.6 mg/l, weisen aber im Vergleich zu den beiden vergangenen Messperioden (2003/04 und 2005/06) stärkere Schwankungen auf.



Klösterlibach

Oberhalb der ARA Mühltoibel, Teufen, war der Klösterlibach wie bisher kaum belastet. Die Belastung nach der ARA war nach wie vor sehr gross, was bei der sehr schlechten Verdünnung (fast mehr gereinigtes Abwasser als Bachwasser) nicht erstaunt. Das Niederschlagsereignis vom August 2008 ist auch an diesem Bach erkennbar, allerdings sehr abgeschwächt. In der Sitter ist die Belastung durch den Klösterlibach dank hoher Wasserführung und entsprechender Verdünnung kaum spürbar.

Einzugsgebiet Goldach

Goldach

Das Abwasser der Kläranlagen Brändli, Trogen, Mühleli, Speicher, und Wiesli sowie Habset, Rehetobel, gelangt via Sägli-, Müli- und Holderenbach resp. direkt in die Goldach. Die Belastung der Goldach hat sich gegenüber den Vorjahren nicht verändert, und die Wasserqualität ist gemäss Modulstufenkonzept gut. Die Belastung mit Ortho-P ist auch gemäss Median über alle 24 Messzeitpunkte immer knapp über der Zielvorgabe und gemäss Modulstufenkonzept bezüglich dieses Parameters nur als „mässig“ einzustufen.

Orthophosphat (2003/04 Gesamtphosphat)

	Goldach n. Sägibach Stelle 5.9	Goldach n. Säglibach Stelle 5.7	Mühlelibach Stelle 5.4.2	Goldach bei Achmüli Stelle 5.3	Holderenbach Stelle 5.4.4
2003 / 2004	0.05	0.05	0.26	0.05	0.24
2005 / 2006	0.05	0.05	0.11	0.05	0.15
2007 / 2008	0.05	0.05	0.1	0.05	0.15

Weitere Parameter 2007/08

	Stelle 5.9	Stelle 5.7	Stelle 5.4.2	Stelle 5.3	Stelle 5.4.4
BSB ₅	1.18	1.29	1.72	1.44	1.83
NO ₃	1.2	1.94	9.0	1.91	6.59
Ortho-P	0.05	0.05	0.1	0.05	0.15

Säglibach

In den beiden Jahren der Beobachtungsperiode konnten die meisten Messungen erhoben werden, was aufgrund der Schneemengen und der Lage der Probenahmestandorte nicht selbstverständlich ist. Die Werte für BSB₅ waren oberhalb der ARA etwas besser als in den beiden Vorjahren, unterhalb im Januar 2008 sowie am 15. August 2008 (Niederschlagsereignis) deutlich erhöht. Zwei Überschreitungen der Zielvorgaben für Nitrit oberhalb der ARA 2007 sind nicht vollständig erklärbar. Allenfalls könnte wie im Winter 2006 der Einsatz von stickstoffhaltiger Salzsole im Winterdienst zu diesen Gehalten geführt haben.

Oberhalb der ARA Trogen war die Wasserqualität gut. Unterhalb der ARA lagen die Nitritwerte im Januar bis März 2007 verschiedentlich knapp um die Zielvorgabe oder darüber. Die Nitratwerte sind generell hoch bis sogar über dem Grenzwert. Die Wasserqualität muss hier als unbefriedigend eingestuft werden.

**Mülibach**

Oberhalb der ARA Mühleli in Speicher hat sich die Belastung des Mülibaches bezüglich Nitrat leicht verbessert. Am 6. November 2007 berichtet die ARA von hohen Ortho-P und BSB₅-Werten bereits vor der ARA. Auch am 24. August 2007 führte der Mülibach bereits vor dem Auslauf viel Ortho-P. Beide Werte dürften auf unsachgemässen Jaucheaustrag zurückzuführen sein, zumal auch die Ammoniumwerte im November eher erhöht waren. Infolge des schlechten Verdünnungsverhältnisses ist die Belastung durch Nitrat und Ortho-P unterhalb der ARA sehr hoch und die Wasserqualität ist nach wie vor unbefriedigend.

Holderenbach

Die Qualität des Holderenbaches hat sich oberhalb der ARA Wiesli, Rehetobel, nicht verändert. Der Bach wies eine gewisse Grundbelastung auf. Die Niederschlagsereignisse am 4. Juli 2007 sowie am 15. August 2008 sind hier sehr deutlich zu erkennen, insbesondere auch die Abschwemmung von Jauche ist anhand der hohen Ammoniumgehalte klar nachzuweisen. Die Belastung durch das gereinigte Abwasser der ARA Rehetobel hat etwas zugenommen und übersteigt jene des Mülibaches nach der ARA Speicher. Sowohl Ortho-P als auch Nitrat sind regelmässig über der Zielvorgabe resp. dem Grenzwert. Die Wasserqualität ist auch hier unbefriedigend.



Anhang 1

Chemische Parameter

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

Stickstoff

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

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

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

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

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

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

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

Gesamt-Phosphor (P-gesamt)

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



Ortho-Phosphat (Ortho-P)

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

Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅)

Der biochemische Sauerstoffbedarf ist ein Mass für den Sauerstoffverbrauch durch biologische Abbauvorgänge innerhalb einer festgelegten Zeit (bei BSB⁵ = 5 Tage). Sauerstoffzehrende Substanzen sind u.a.: Organischer Kohlenstoff, Ammoniak, Nitrit und Schwefelwasserstoff. Im Gewässer ist der Abbau solcher Substanzen stark von der Morphologie, der Hydrologie und von der Wassertemperatur abhängig. Die Anforderung der GSchV an den biochemischen Sauerstoffbedarf in Fließgewässern liegt bei 2 bis 4 mg O₂/l; bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der untere Wert. Bei sehr kalten Temperaturen kann der Abbau von natürlichen Substanzen vermindert sein.

Chlorid

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

pH-Wert

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

Temperatur

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

Sauerstoff

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

Elektrische Leitfähigkeit

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



Anhang 2

Modulstufenkonzept

Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer.

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

Die Untersuchungen sind in drei Stufen unterschiedlicher Bearbeitungsintensität unterteilt:

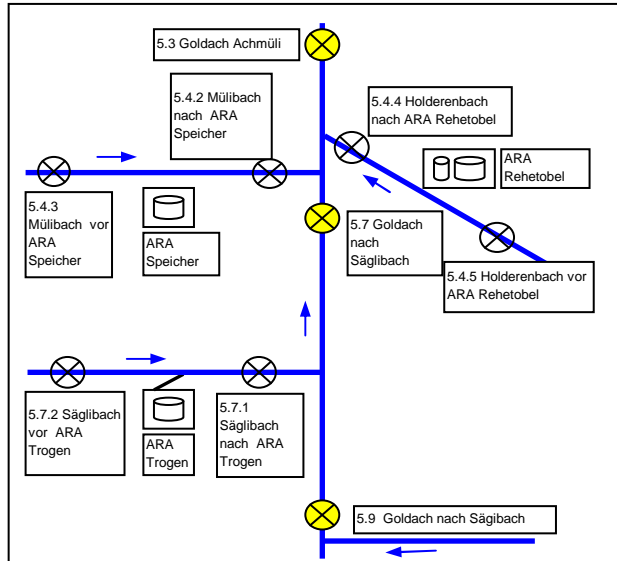
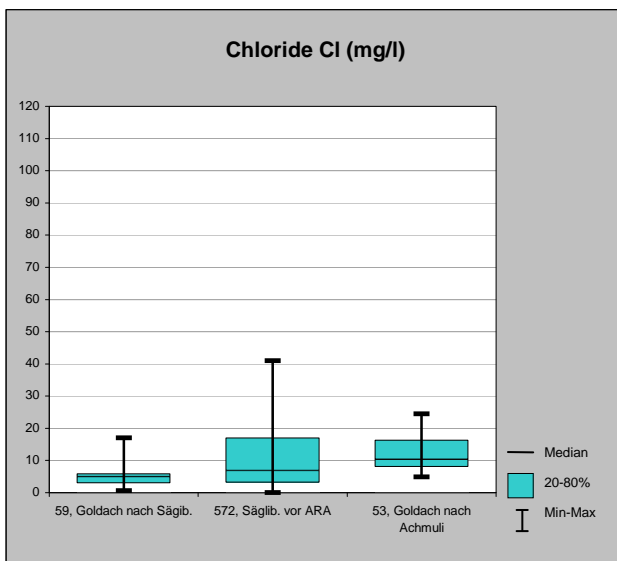
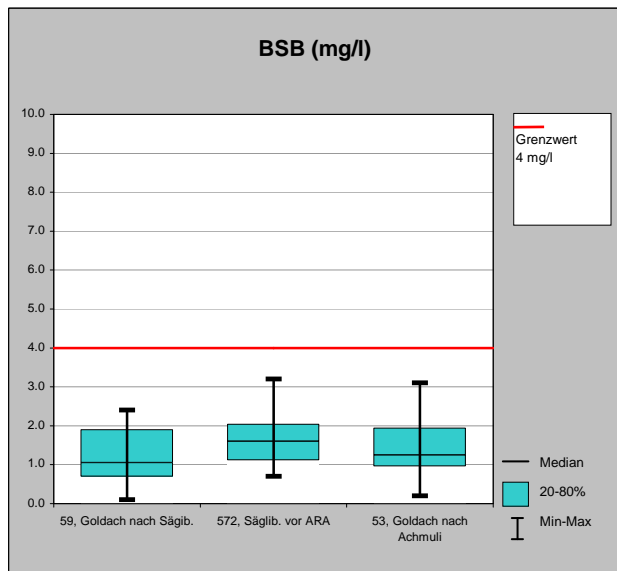
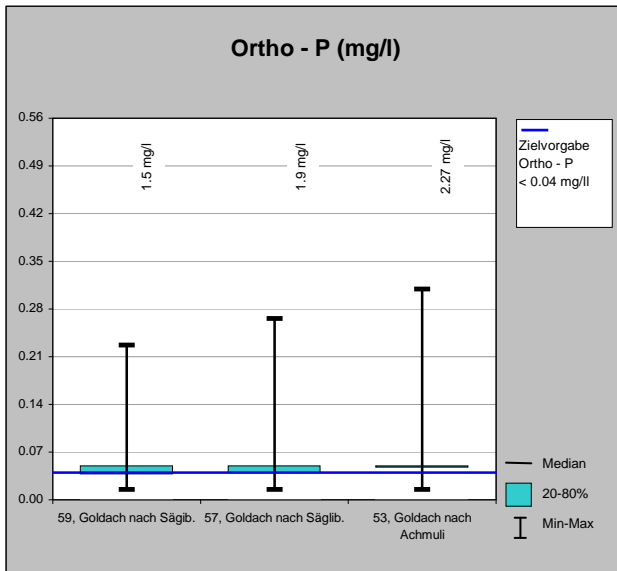
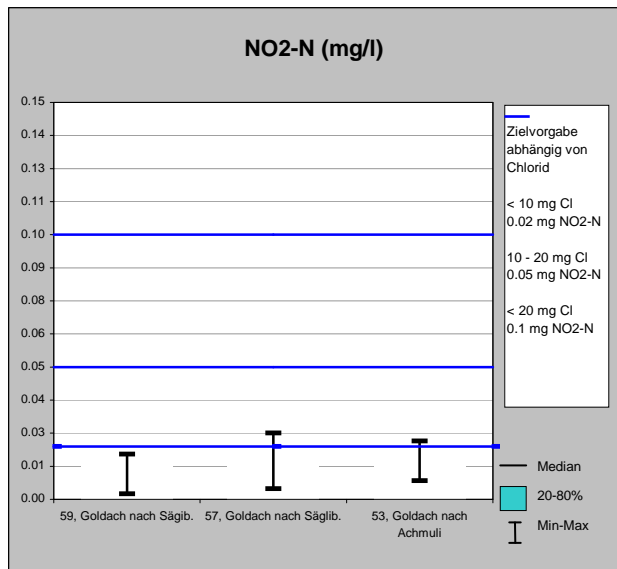
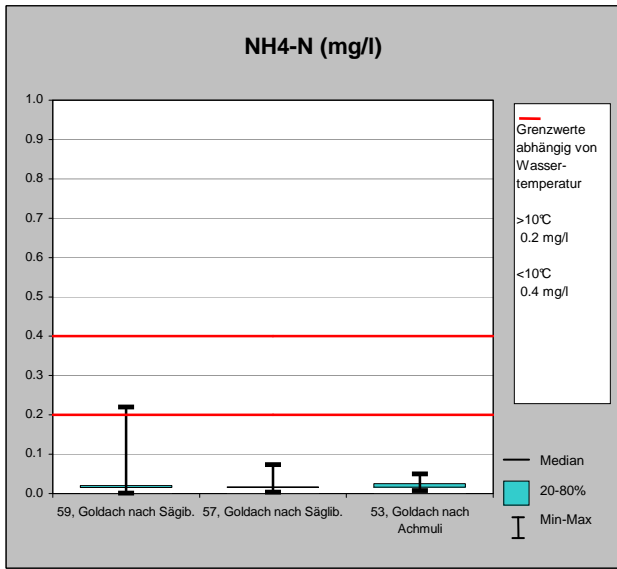
- Stufe F Flächendeckend, d.h. alle Fliessgewässer in einem Gebiet; wenige Schlüsselparameter, geringe Untersuchungstiefe, geringer Aufwand pro Einzeluntersuchung. Gibt Aufschluss über allfällig notwendige weitere Untersuchungen.
- Stufe S Systembezogen, d.h. ganze Fliessgewässer mit ihren Zuflüssen;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

In der vorliegenden Untersuchung wurde die Stufe F angewendet.

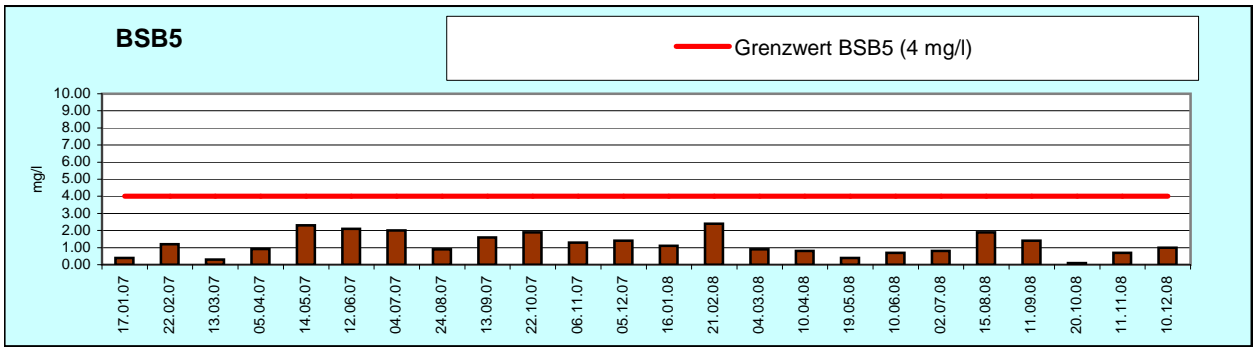
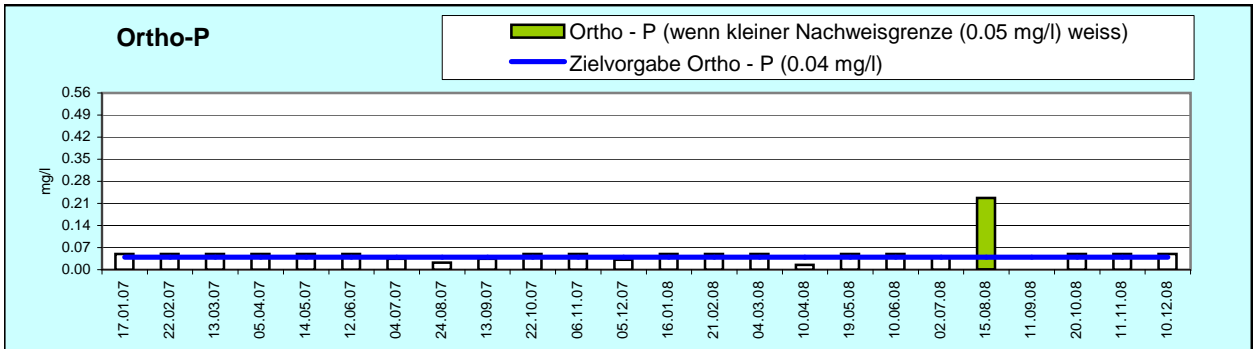
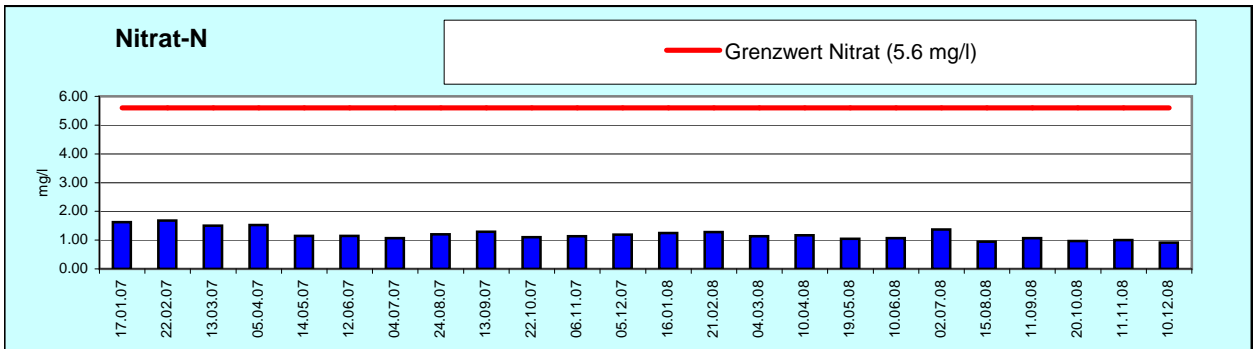
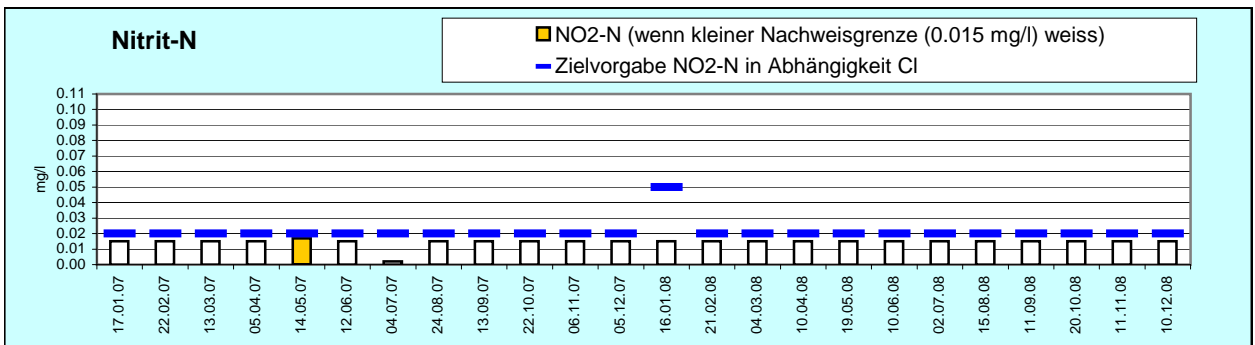
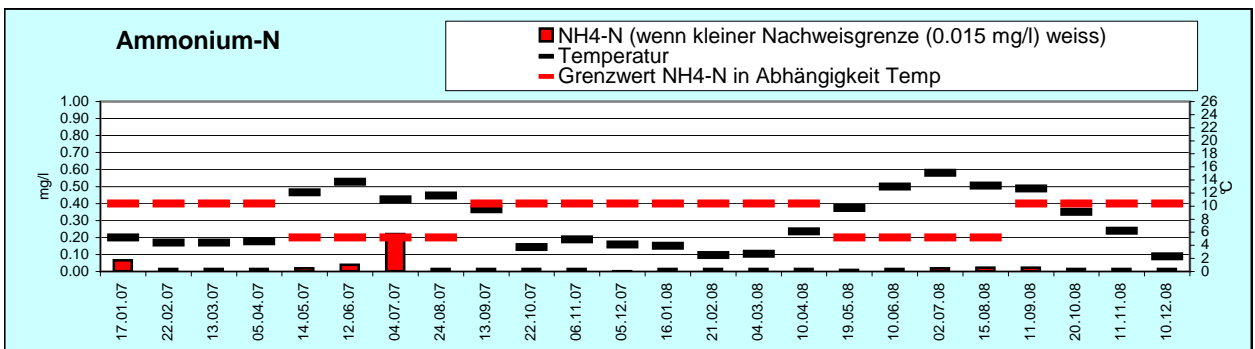


Datenauswertung der einzelnen Messstellen

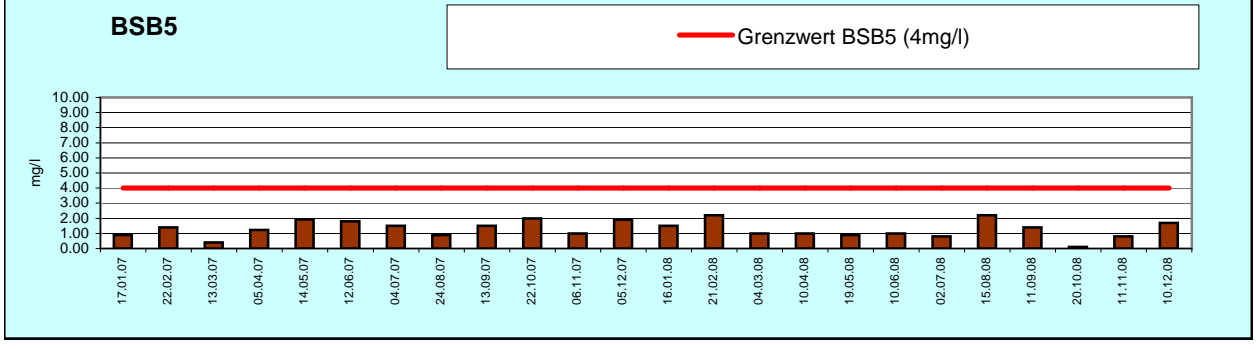
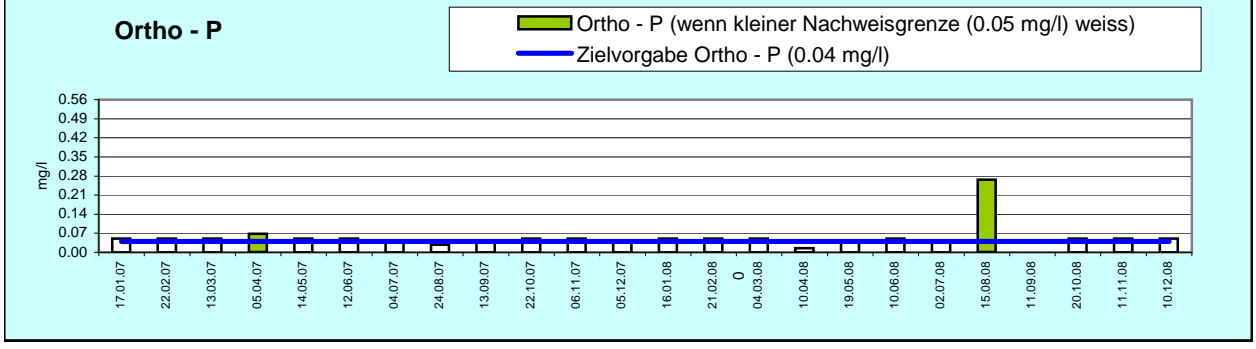
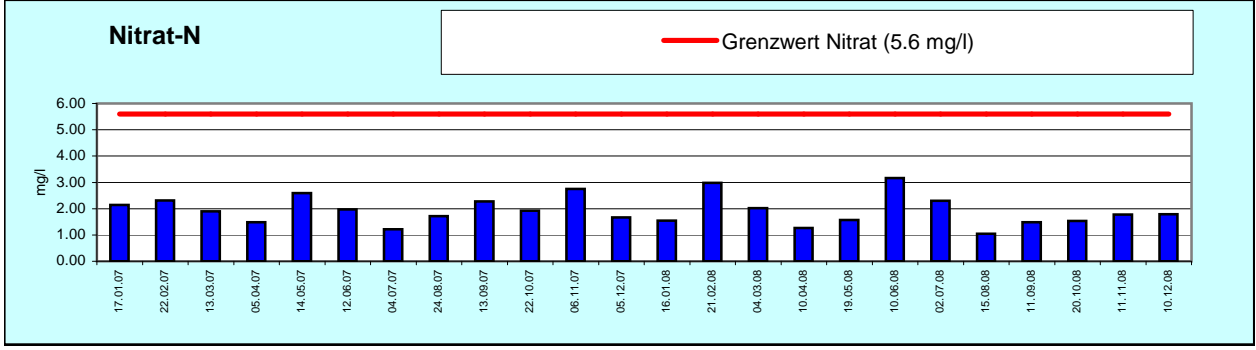
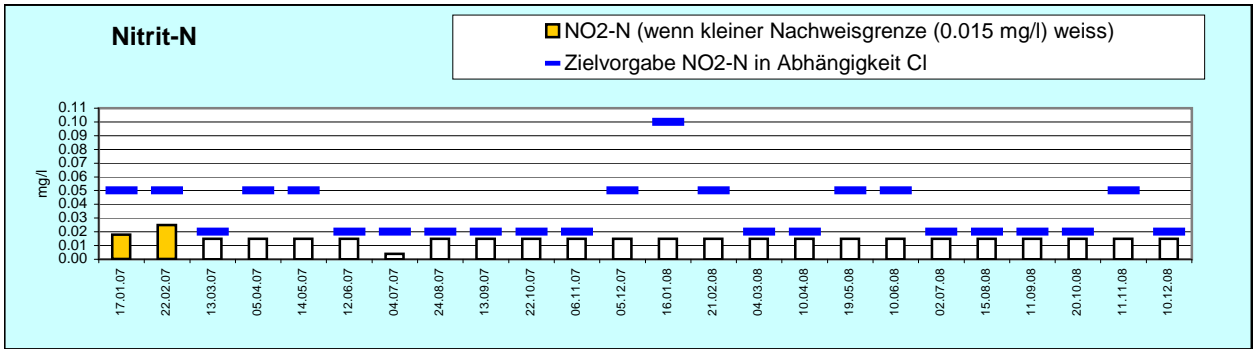
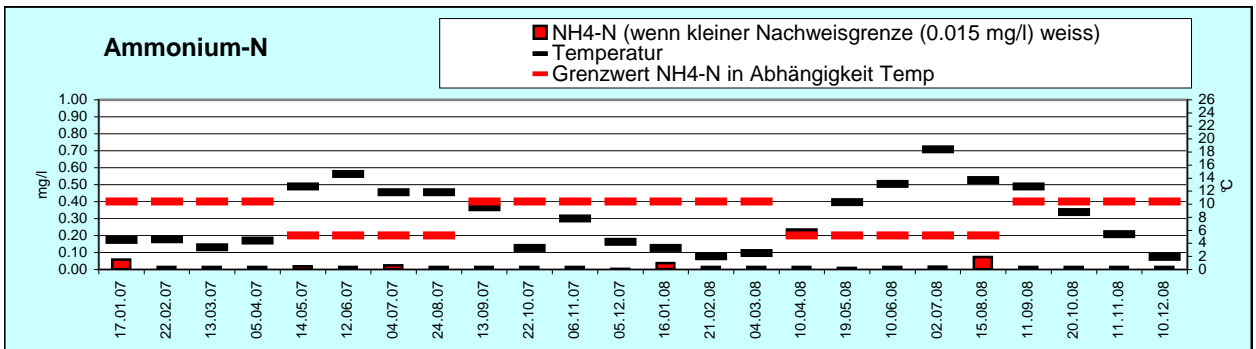
Einzugsgebiet: Goldach
Gewässer: Goldach



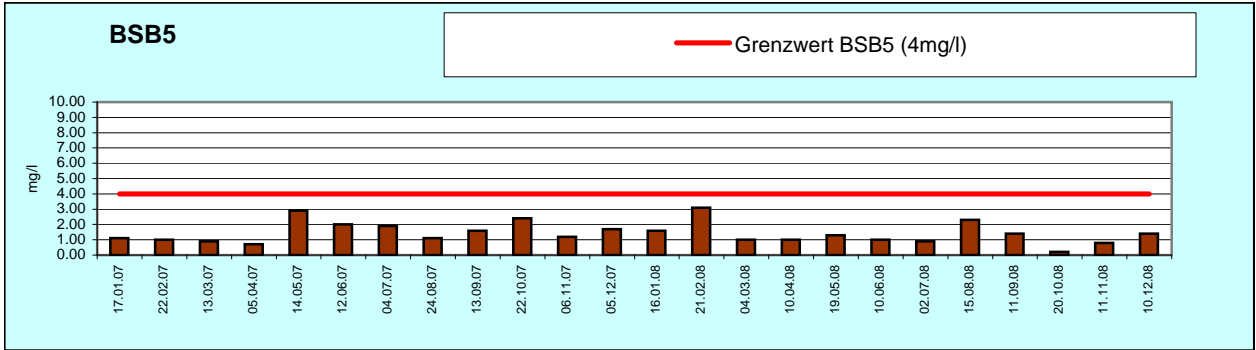
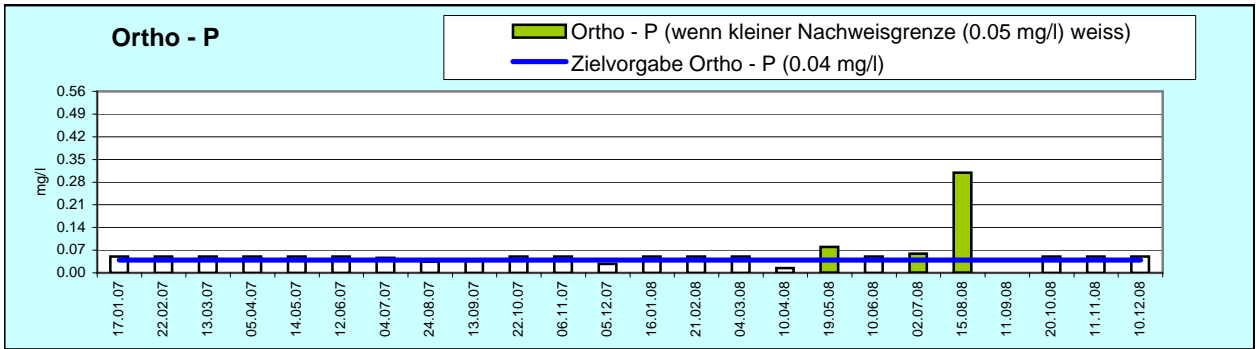
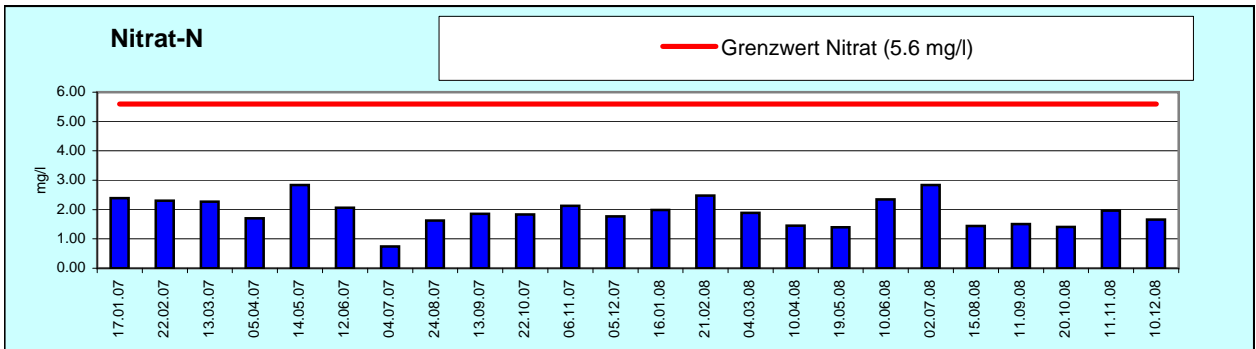
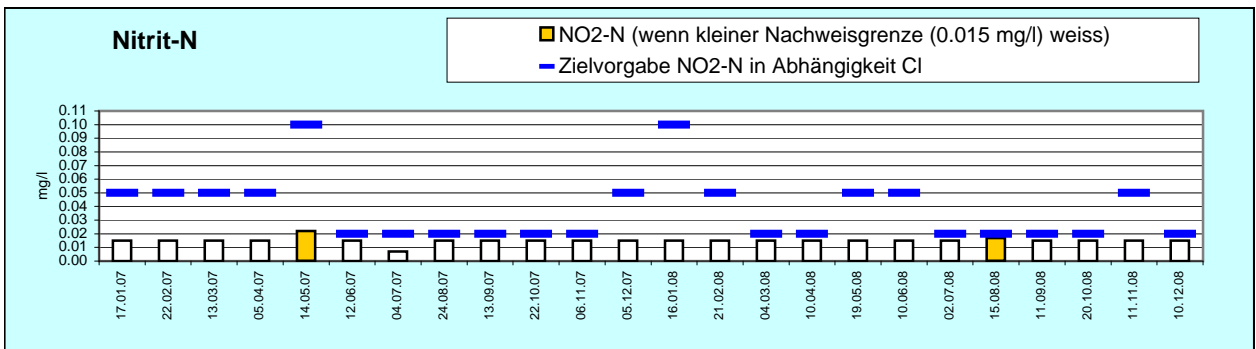
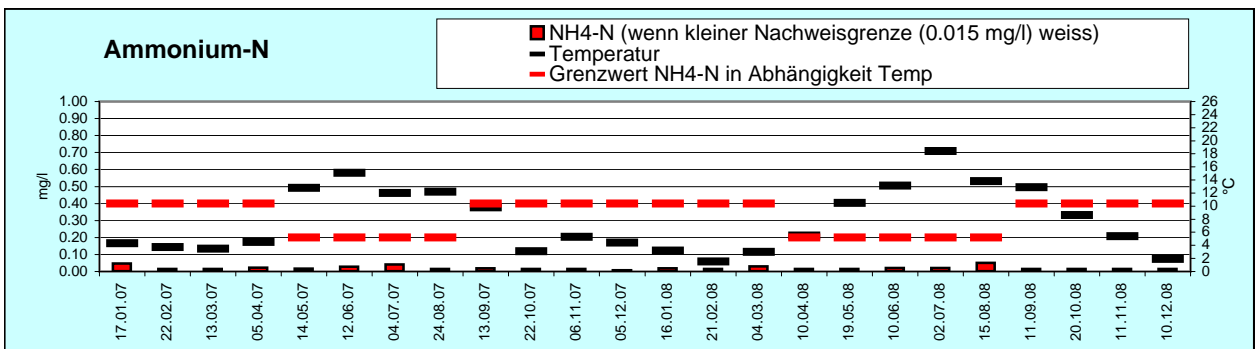
Gewässer:	Goldach	Messstellen Nr.:	5.9
Messstelle:	nach Zufluss Sägibach	Koordinaten:	754'720 252'450



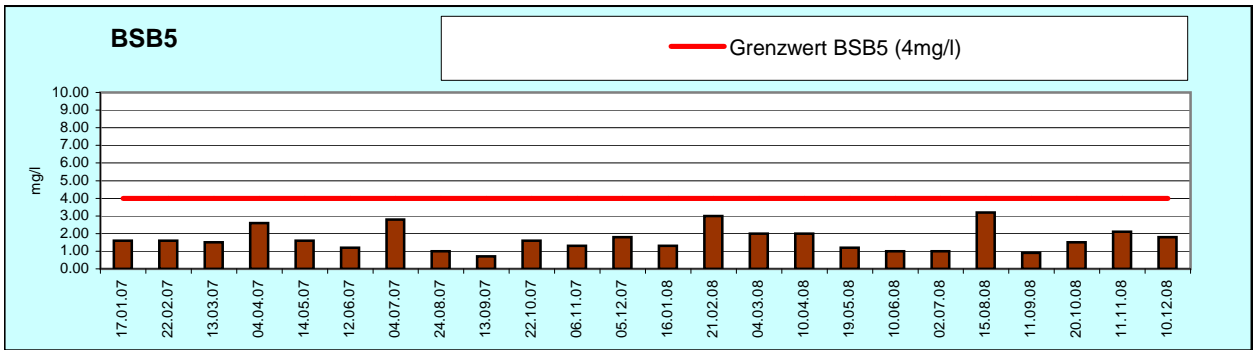
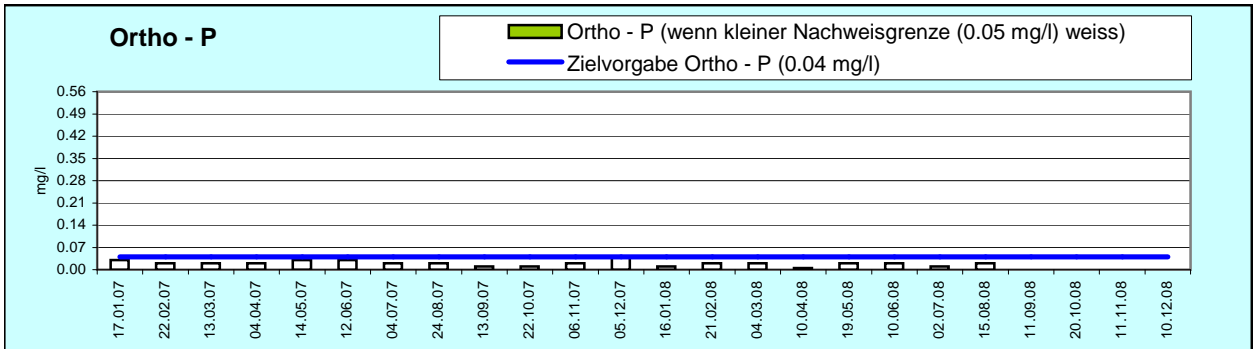
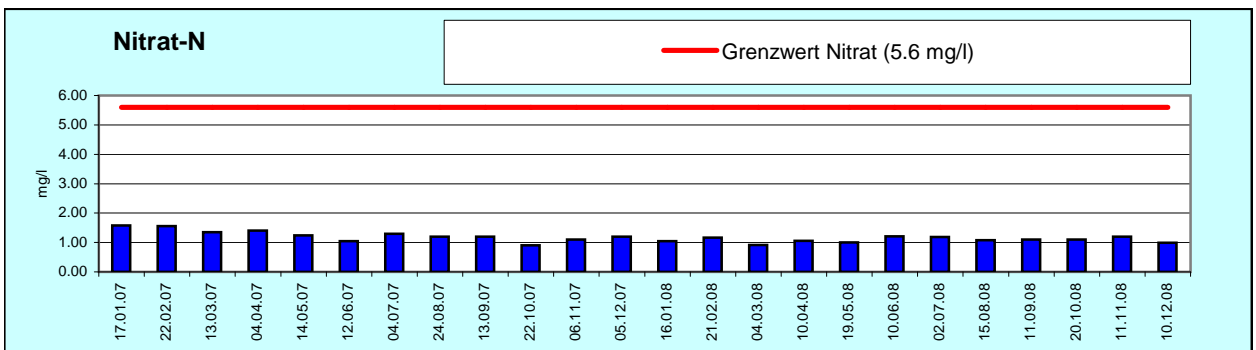
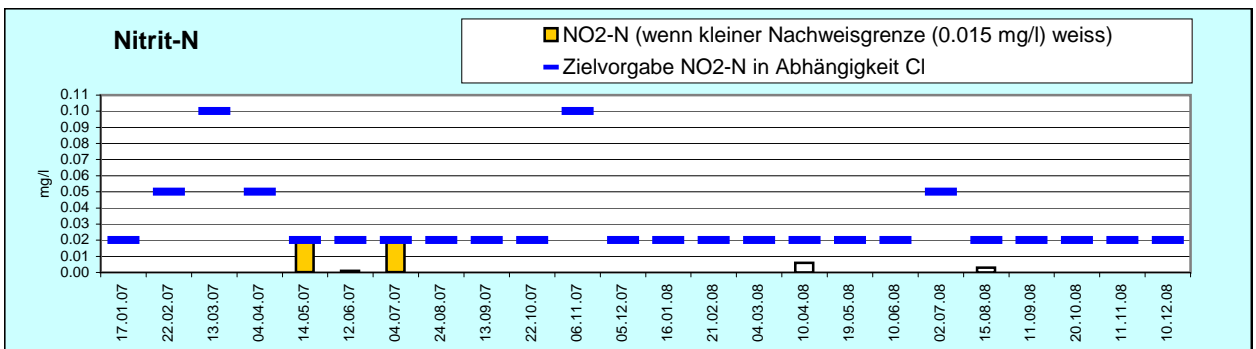
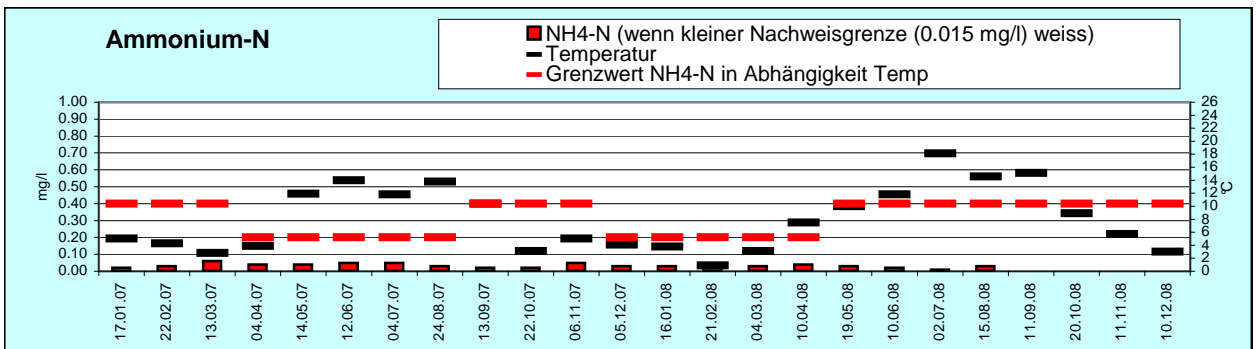
Gewässer:	Goldach	Messstelle Nr.:	5.7
Messstelle:	nach Zufluss Säglibach	Koordinaten:	752'440 254'060



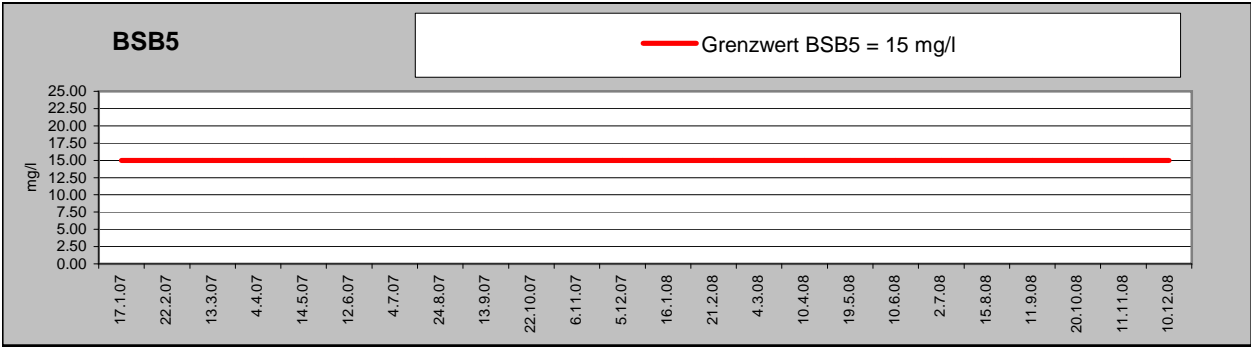
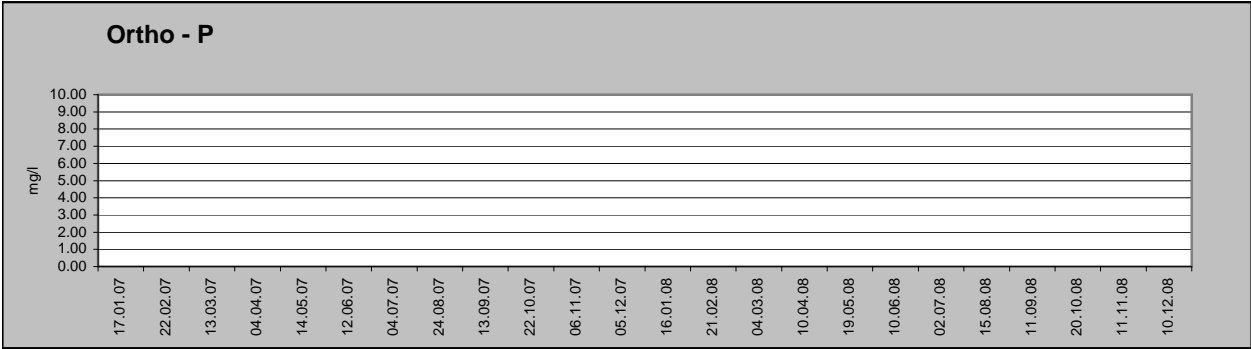
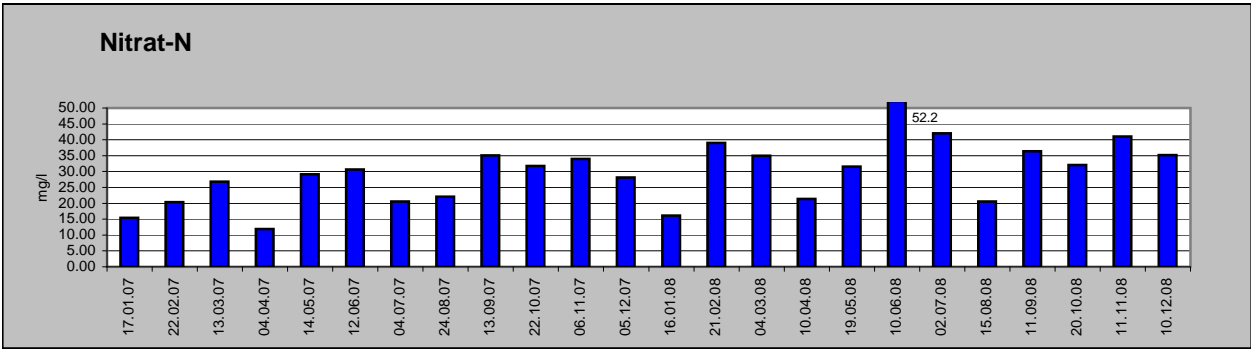
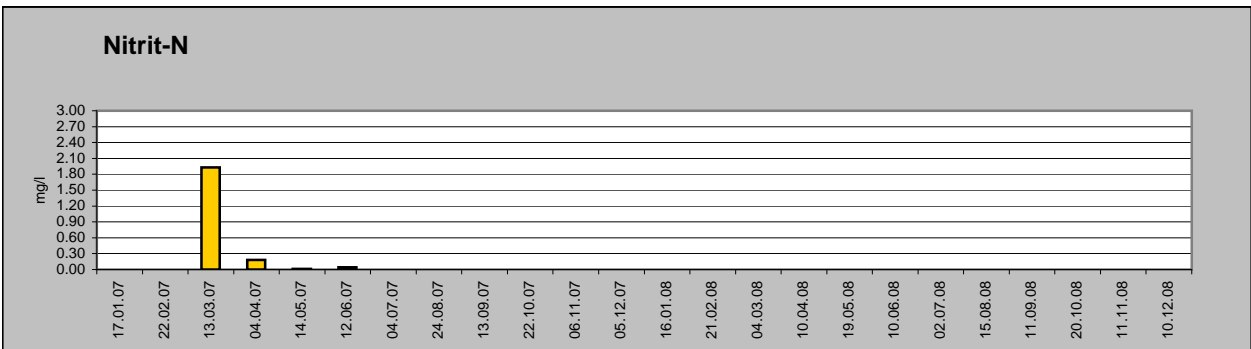
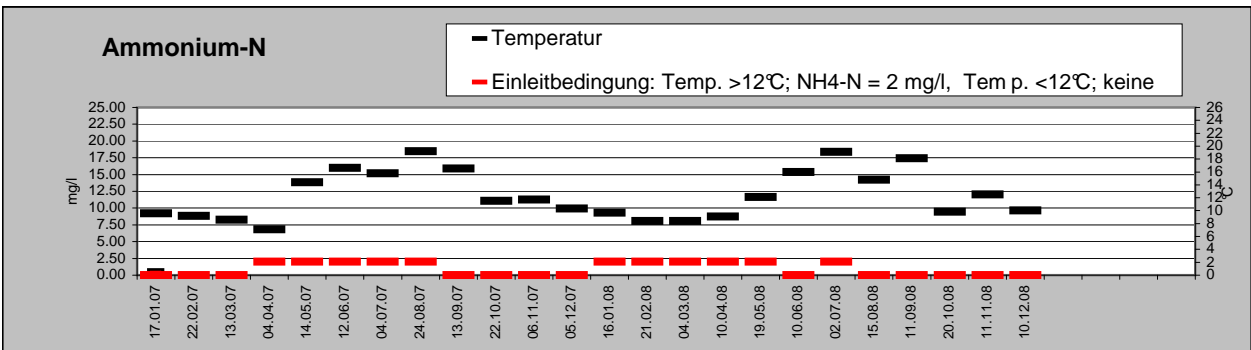
Gewässer:	Goldach	Messstelle Nr.:	5.3
Messstelle:	Achmüli Brücke	Koordinaten:	751'890 255'280



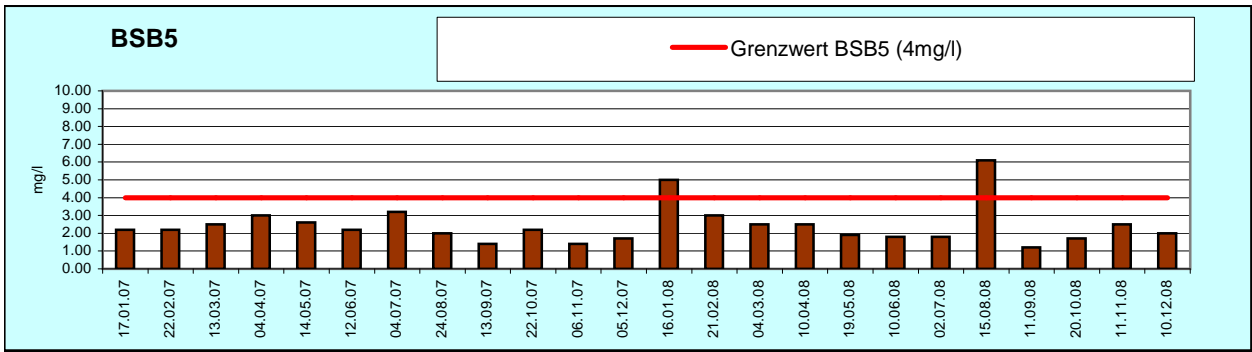
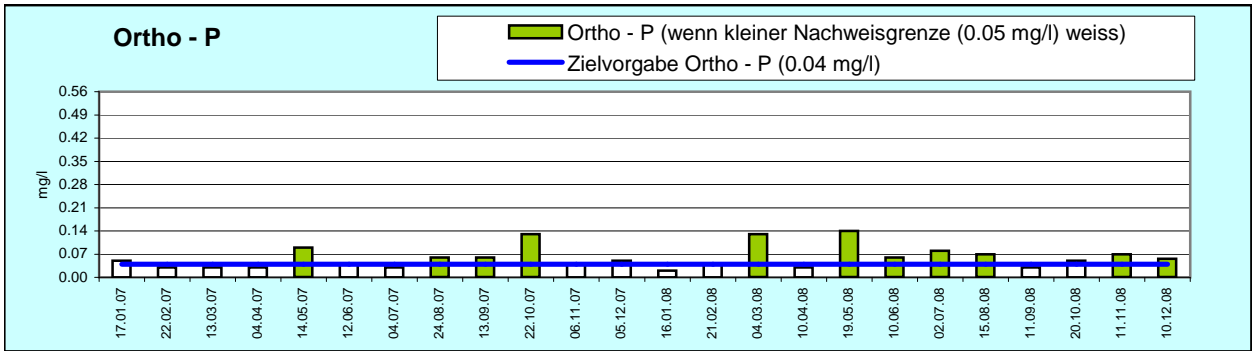
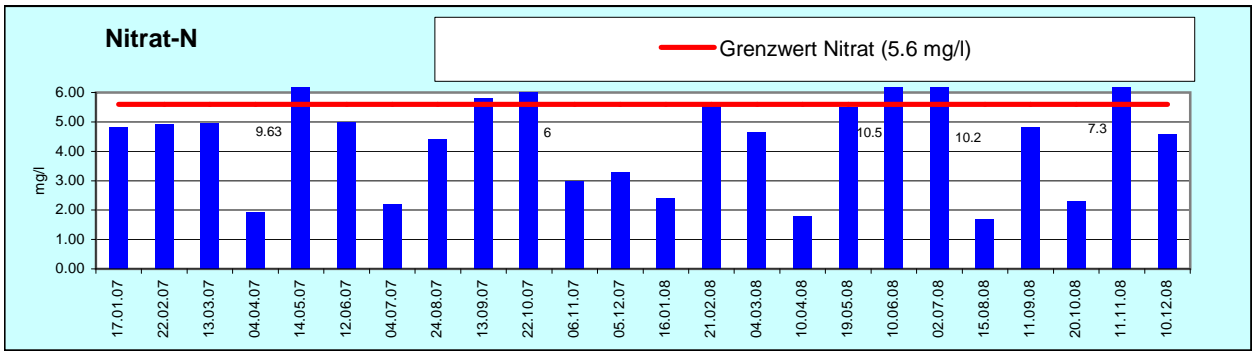
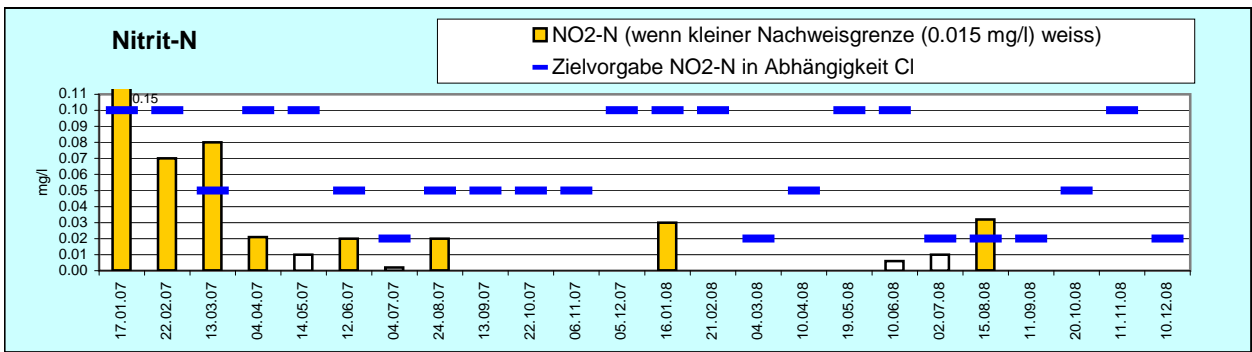
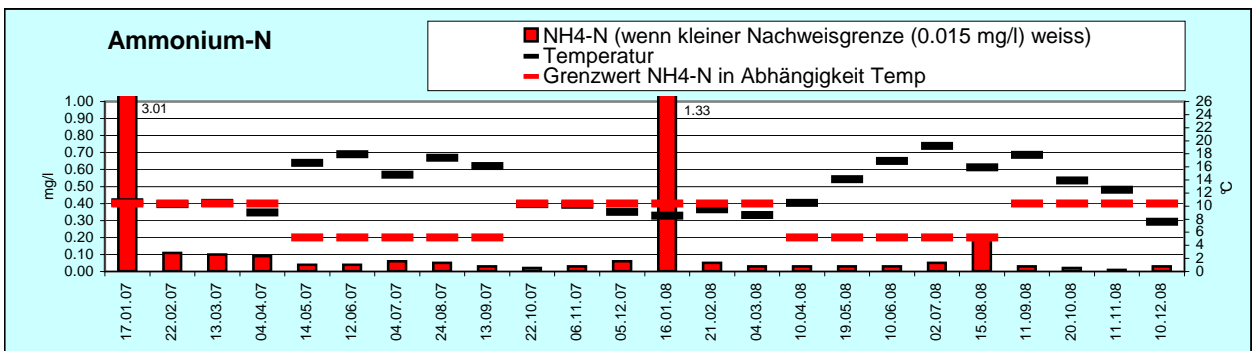
Gewässer:	Säglibach	Messstellen Nr.:	5.7.2
Messstelle:	vor ARA Trogen	Koordinaten:	752'450 253'600



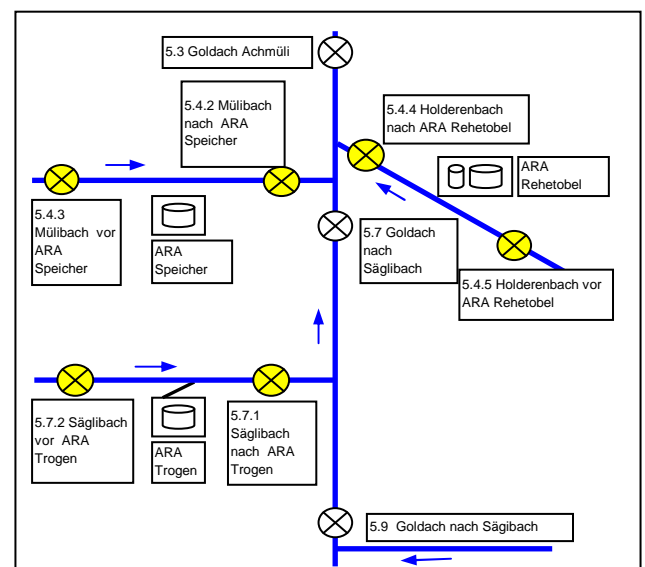
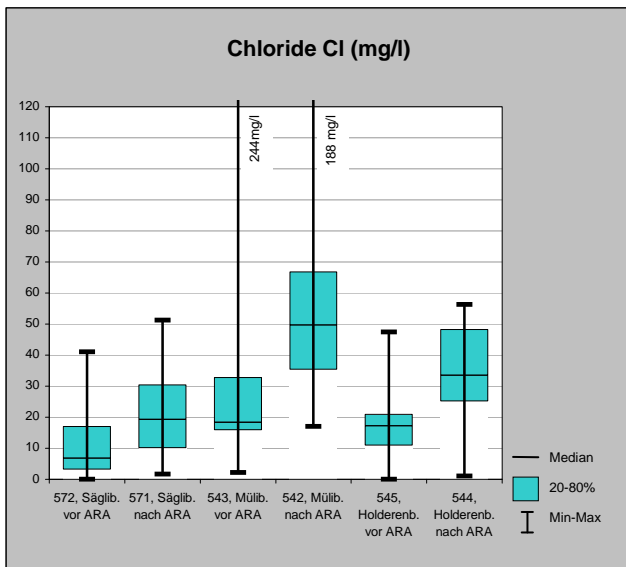
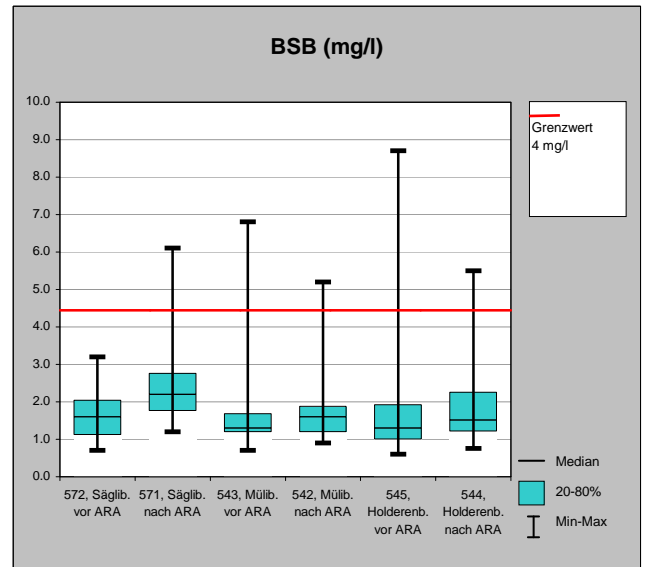
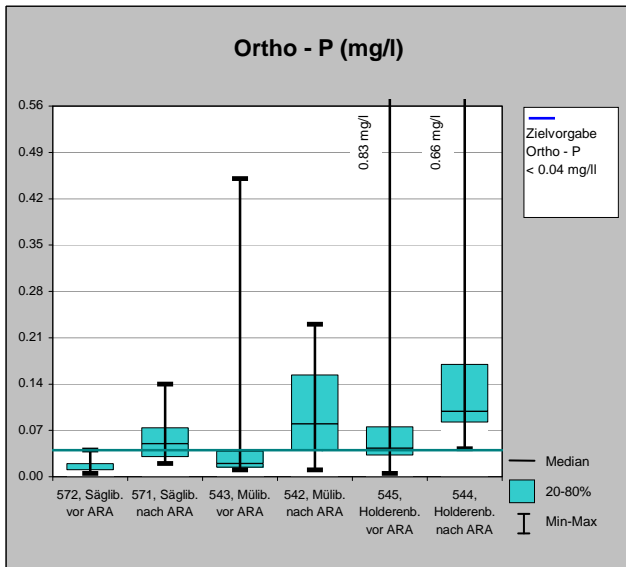
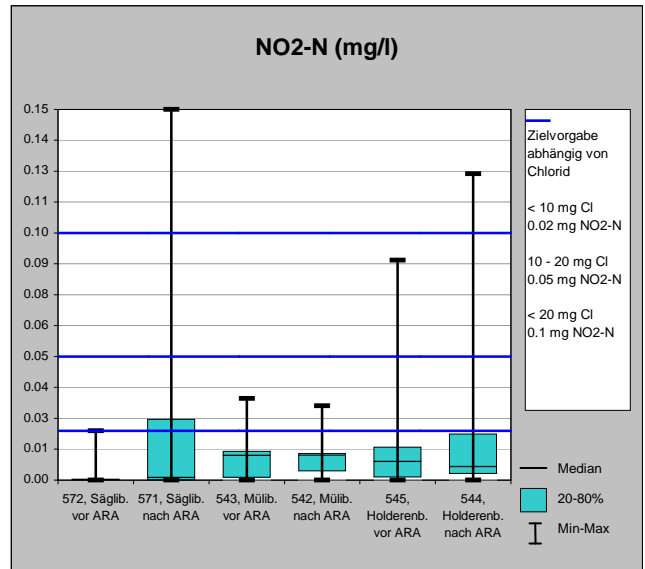
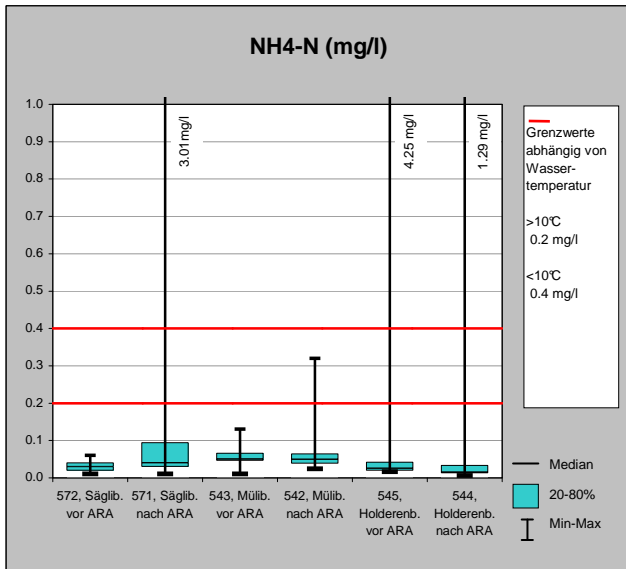
Gewässer: **Auslauf ARA Brändli, Trogen** Messstellen Nr.: **5.7.1A**
 Messstelle: **Auslauf ARA Brändli, Trogen** **(Achtung grössere Skalen)**



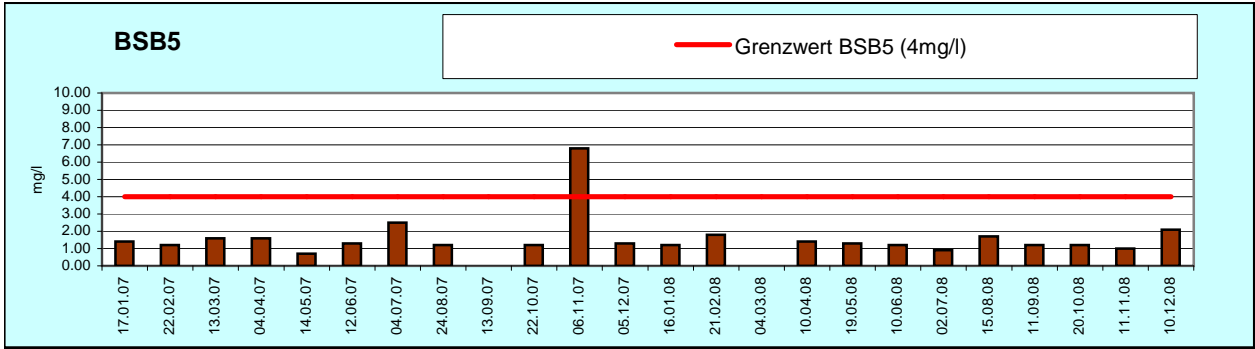
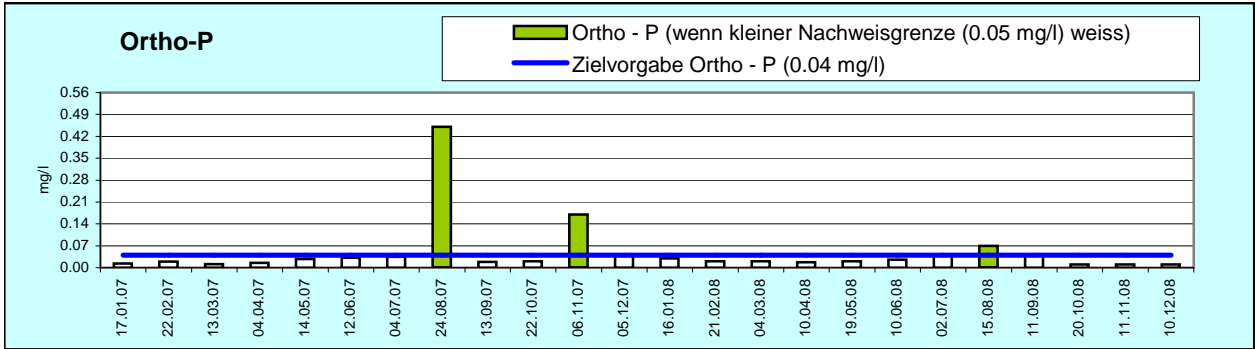
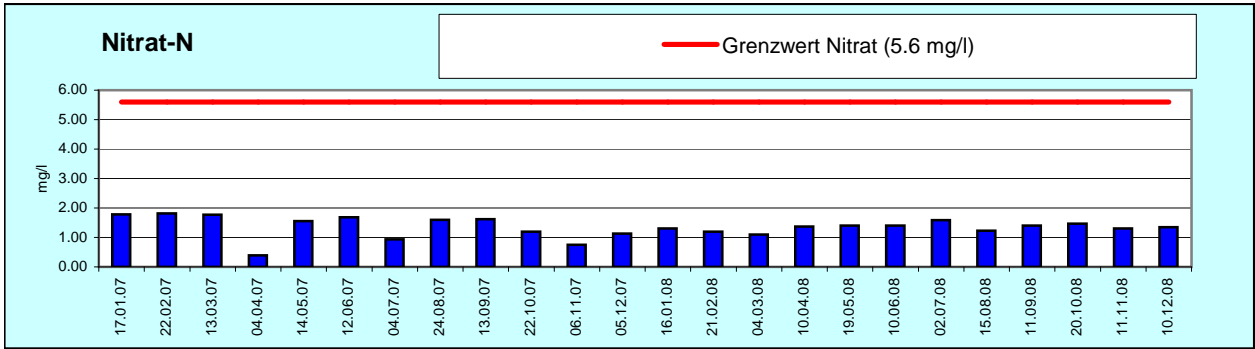
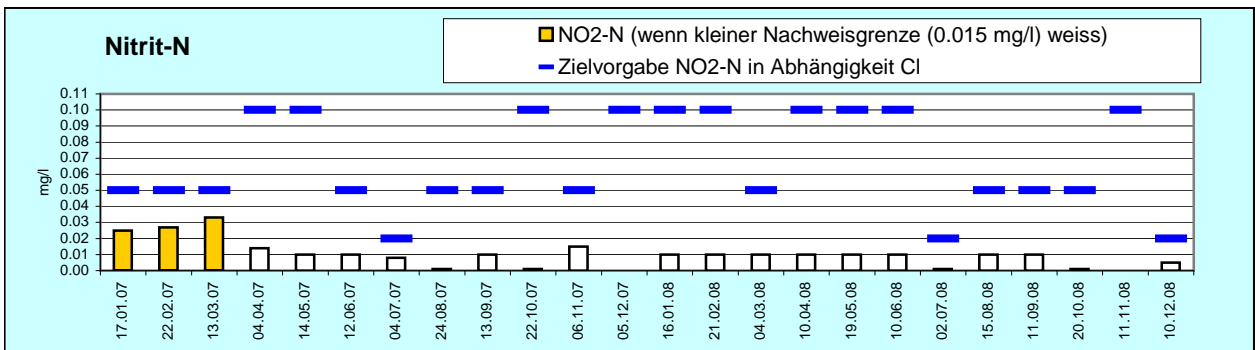
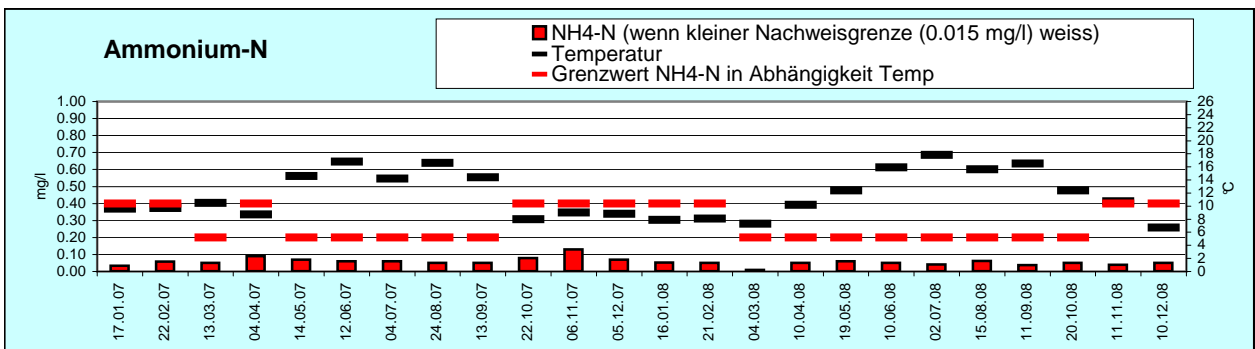
Gewässer: **Säglibach** Messstelle Nr.: **5.7.1**
 Messstelle: **nach ARA Trogen** Koordinaten: **752'740 253'800**



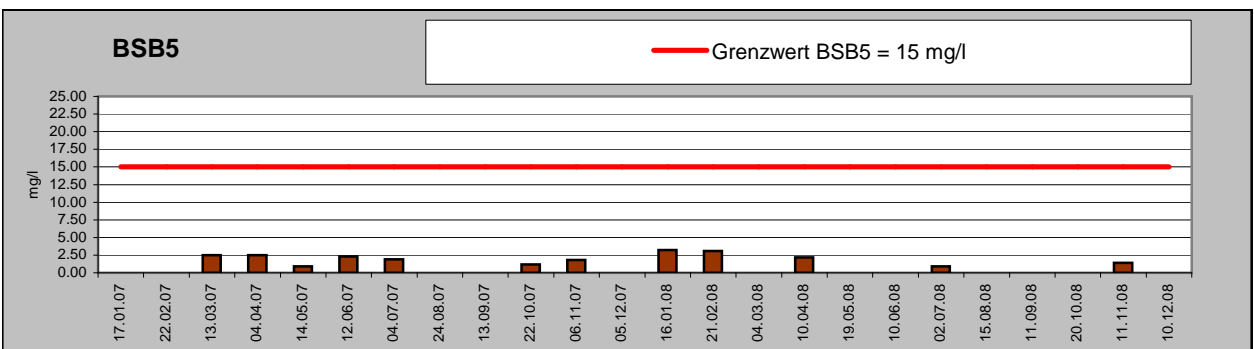
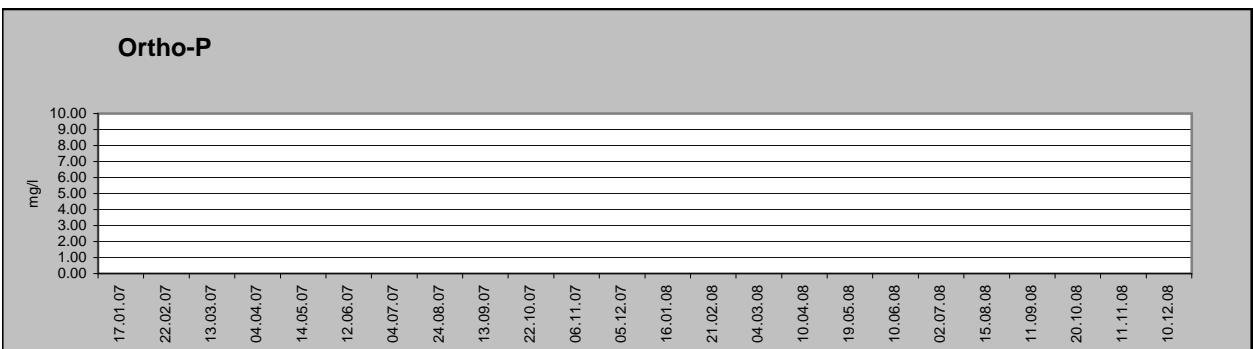
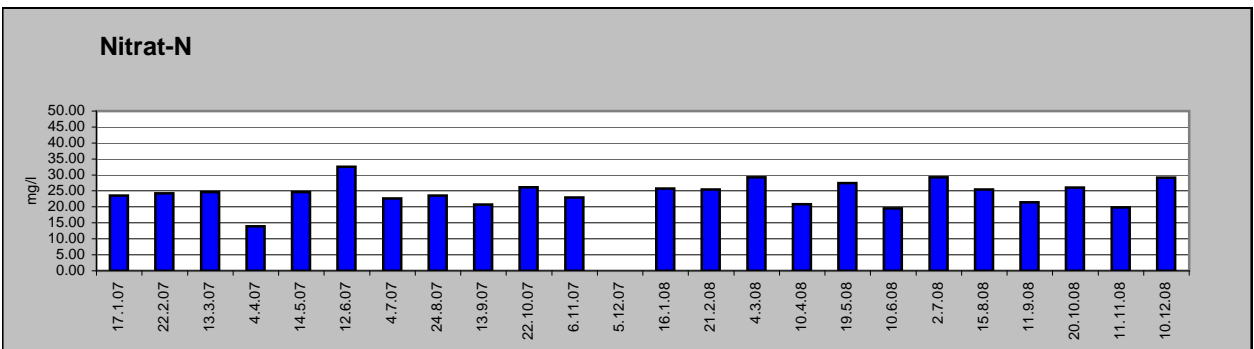
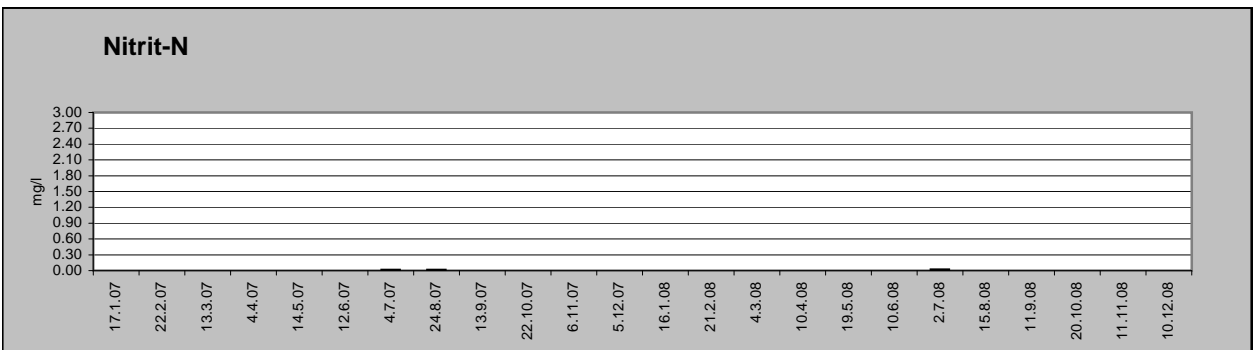
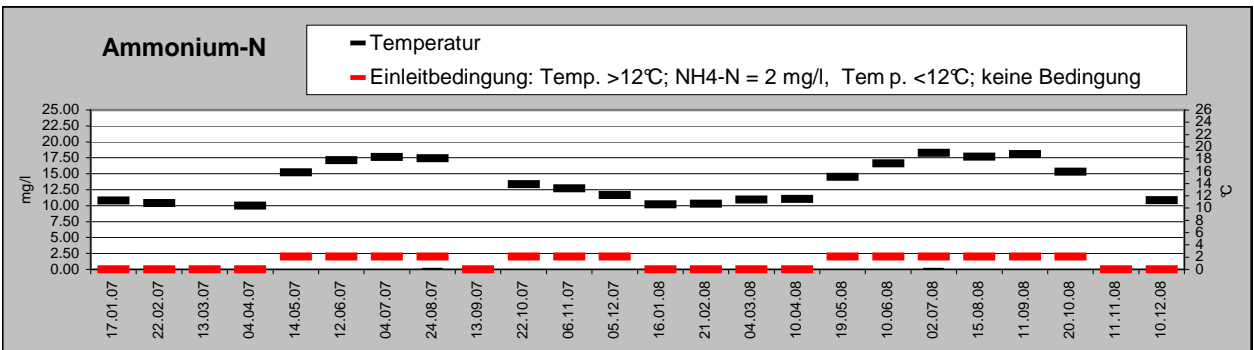
Einzugsgebiet: Goldach
Gewässer: Säglibach, Mülibach, Holderenbach



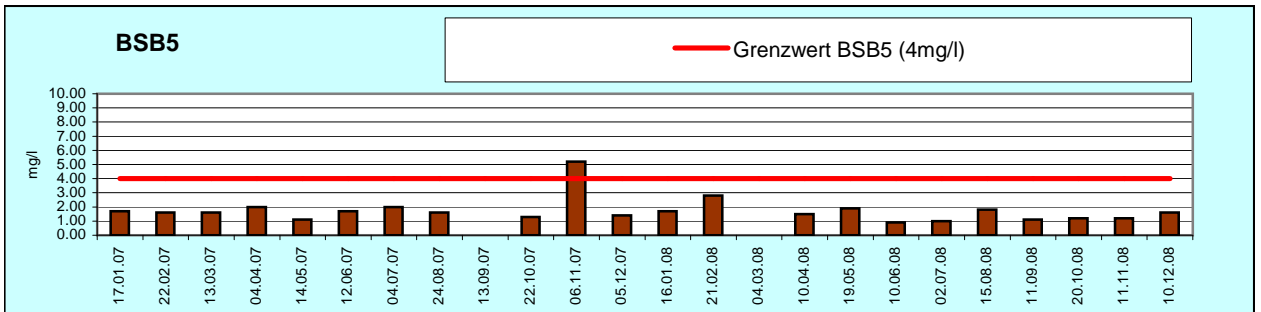
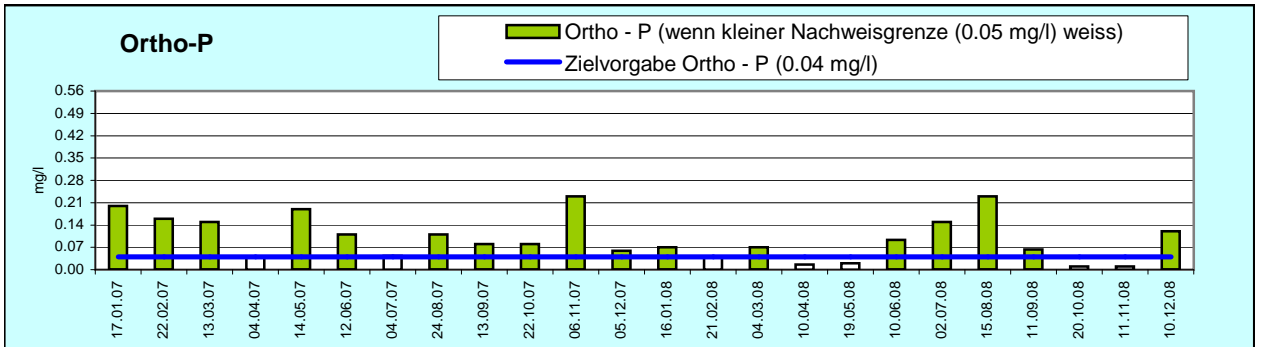
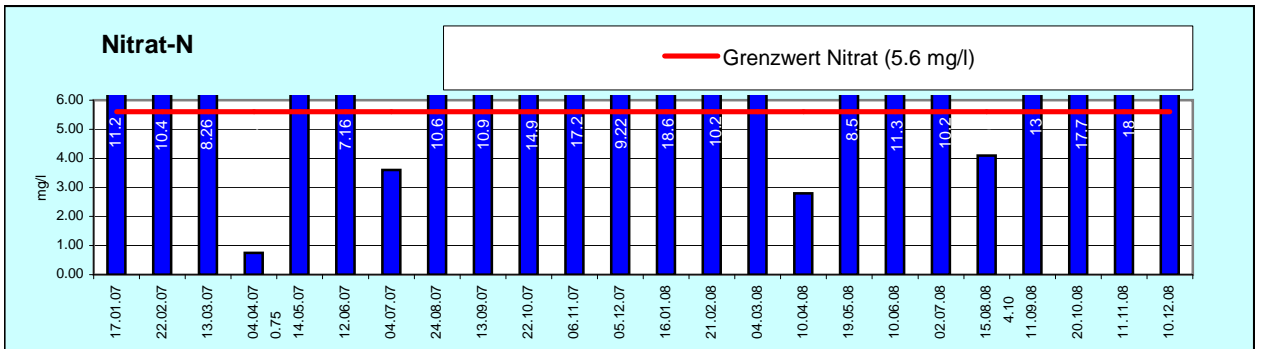
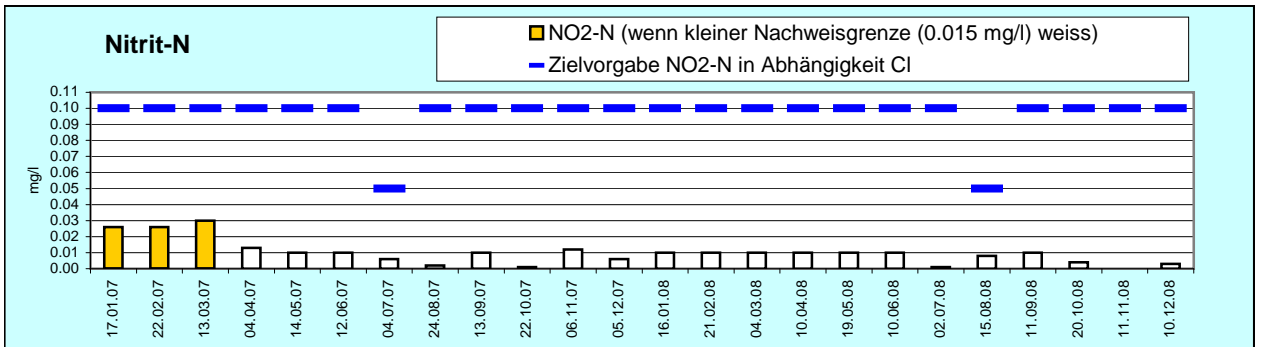
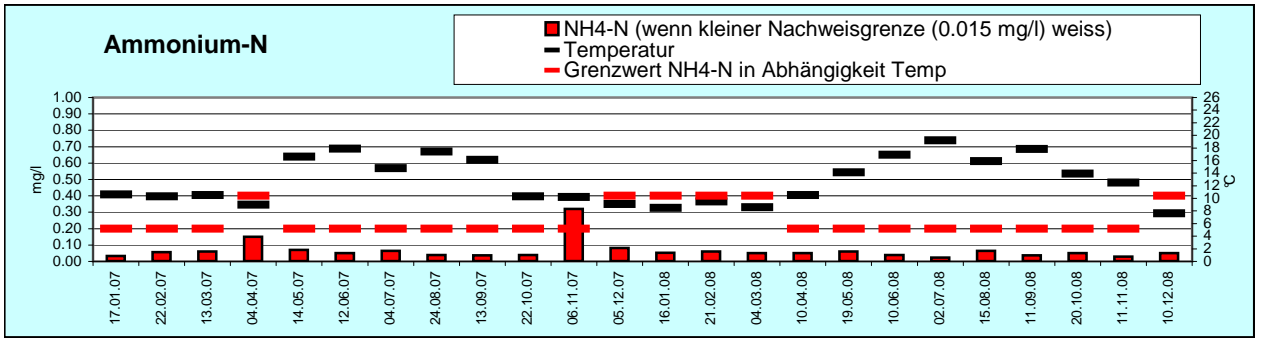
Gewässer:	Mülibach	Messstelle Nr.:	5.4.3
Messstelle:	vor ARA Speicher	Koordinaten:	751'510 253'830



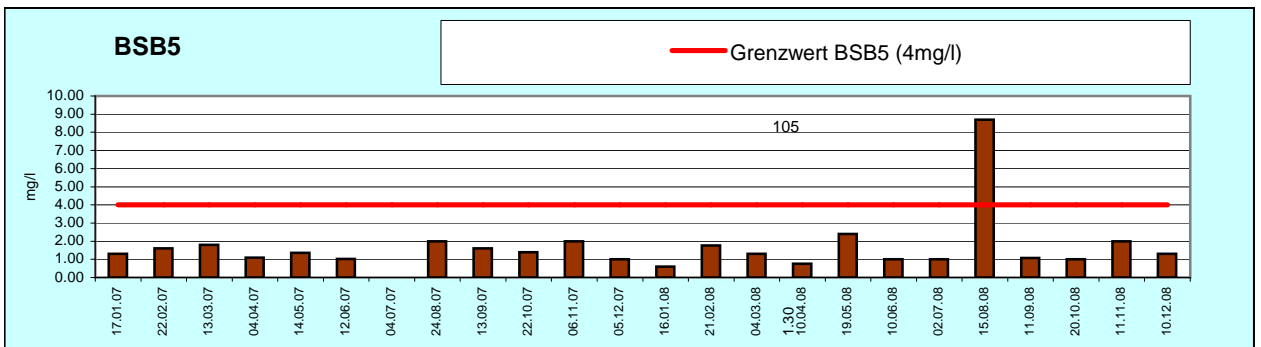
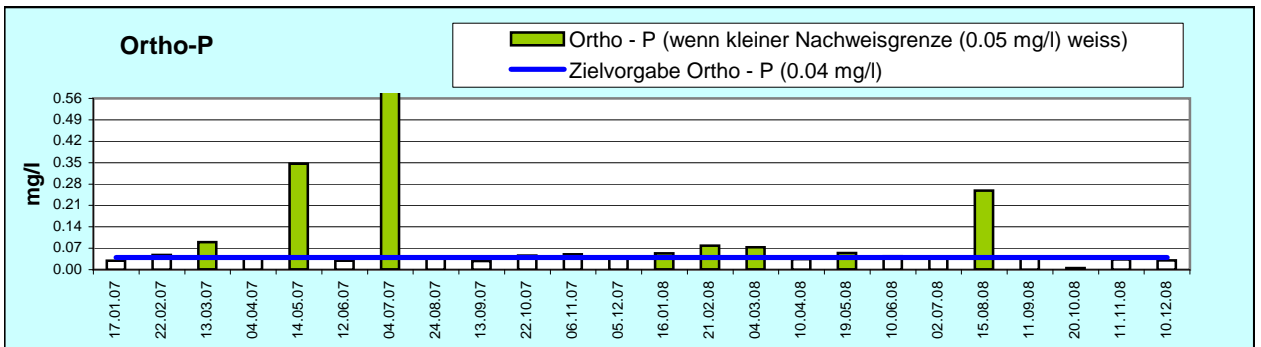
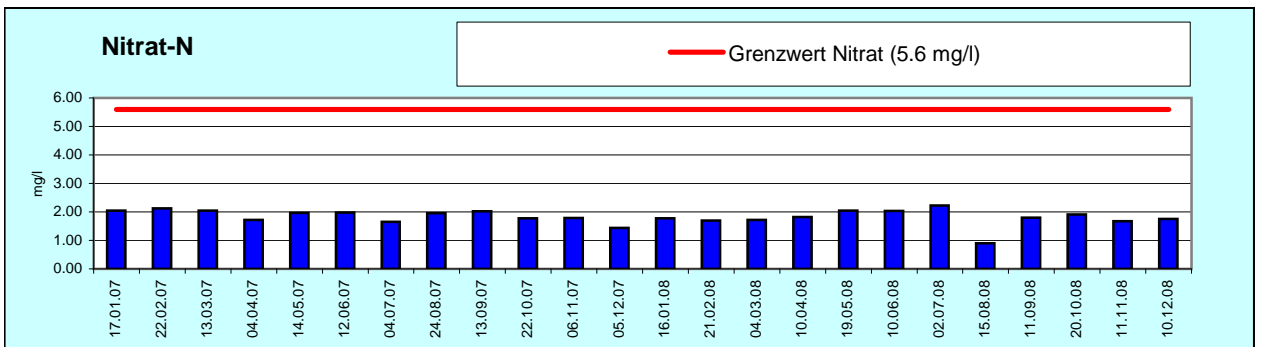
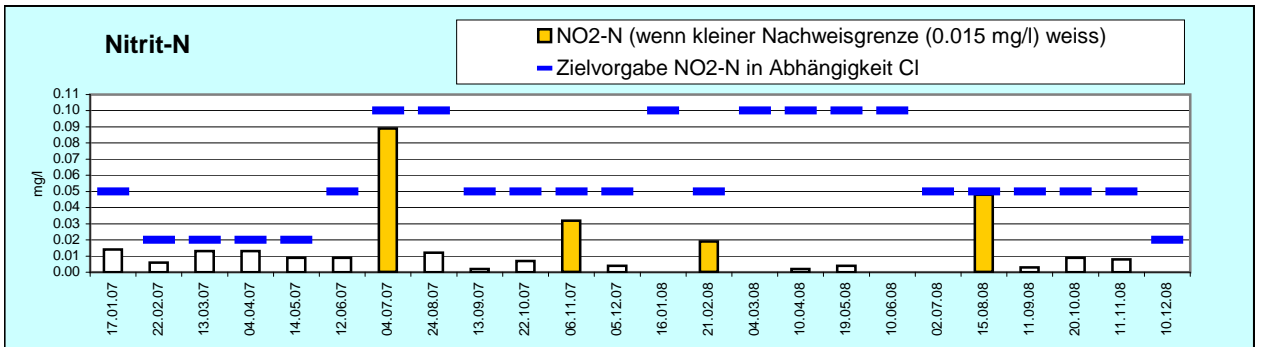
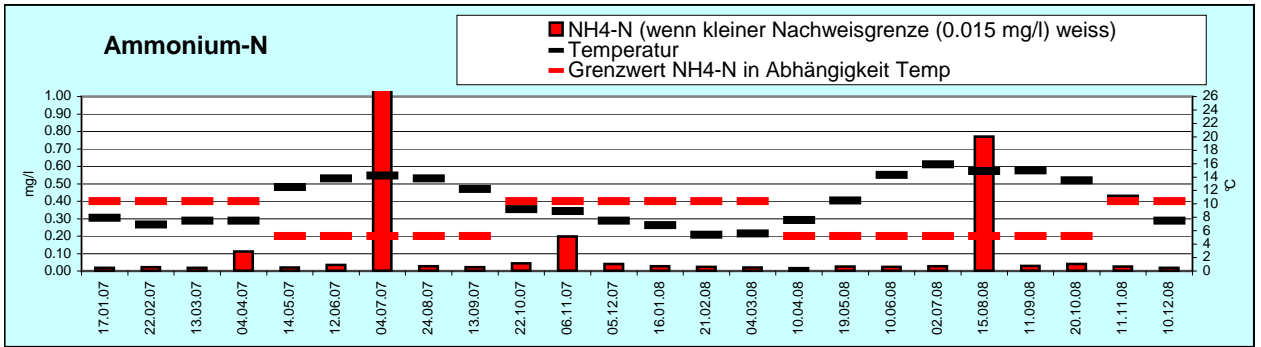
Gewässer: **Auslauf ARA Mühleli, Speicher** Messstellen Nr.: **5.4.2A**
 Messstelle: **Auslauf ARA Mühleli, Speicher** (Achtung grössere Skalen)



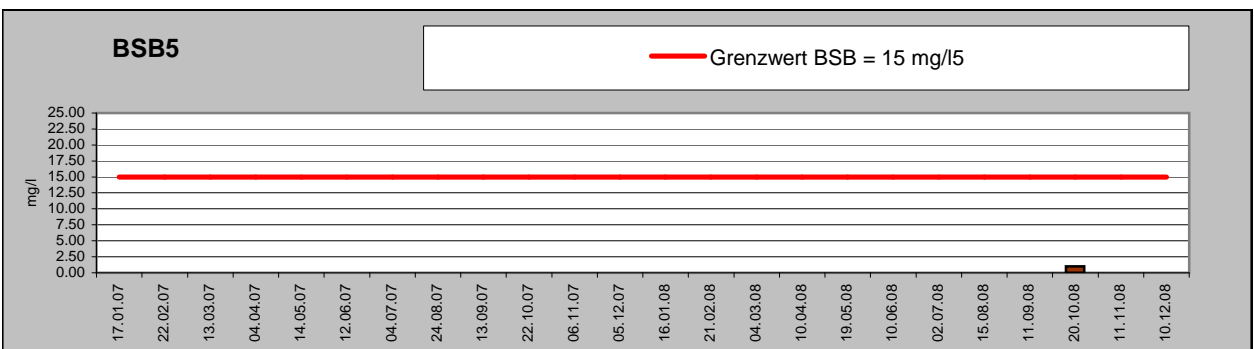
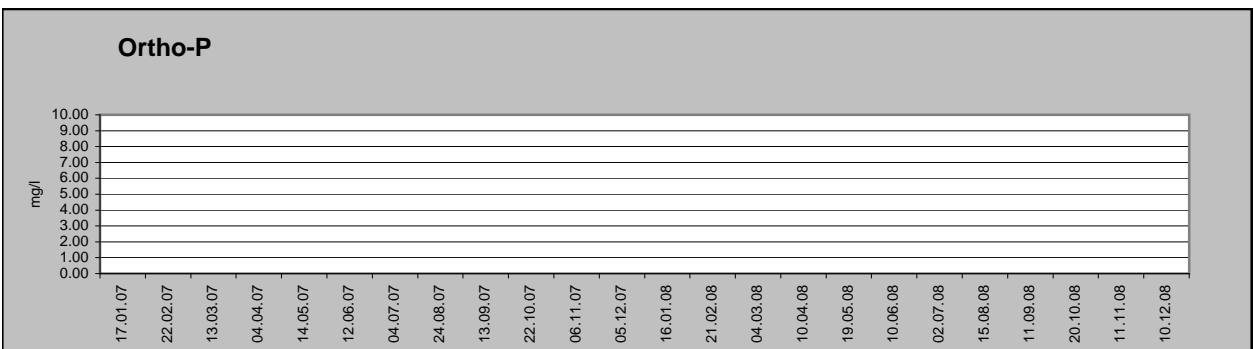
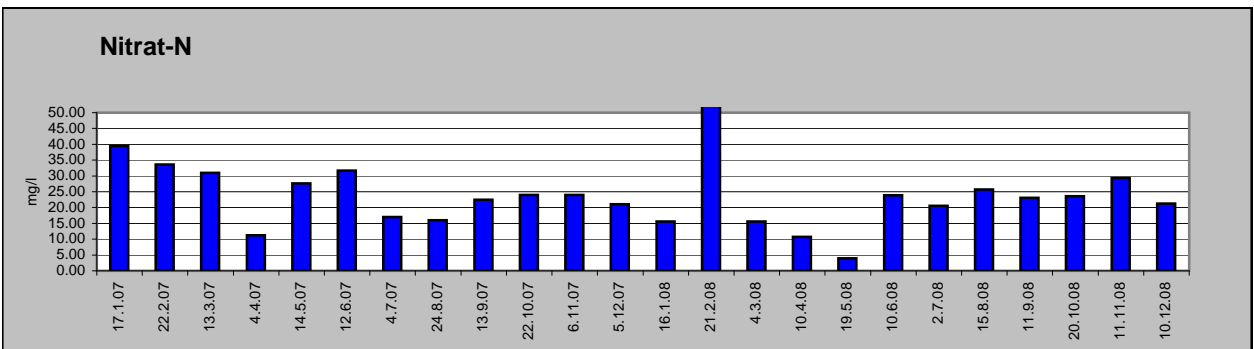
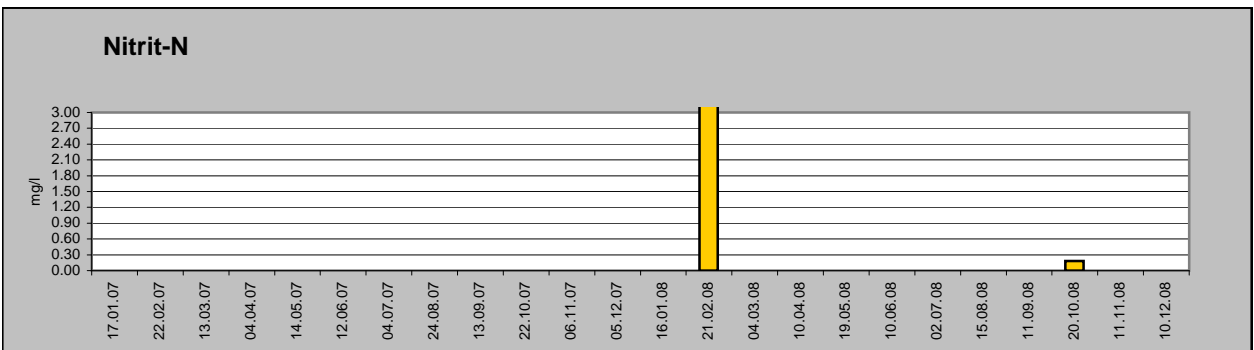
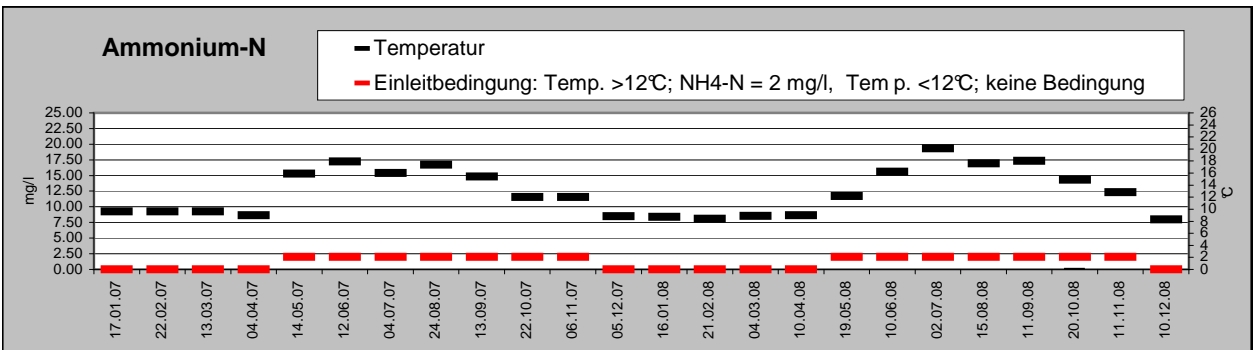
Gewässer:	Mülibach	Messstelle Nr.:	5.4.2
Messstelle:	nach ARA Speicher	Koordinaten:	751'650 253'930



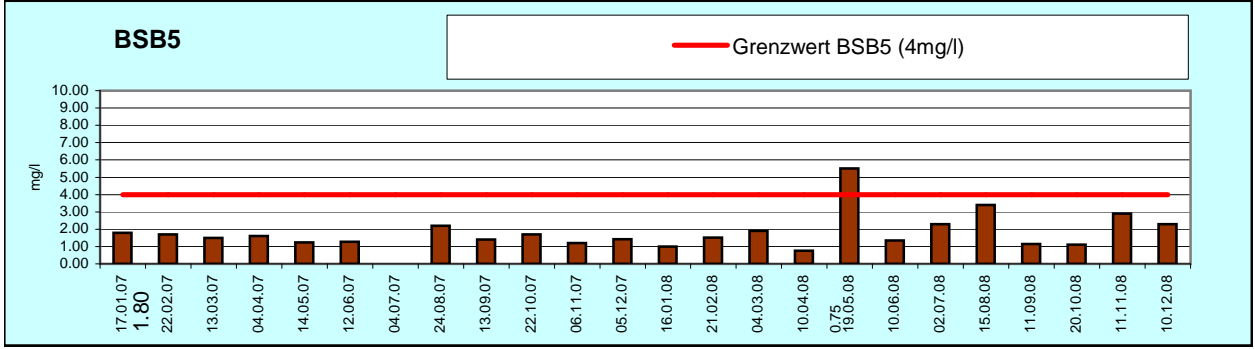
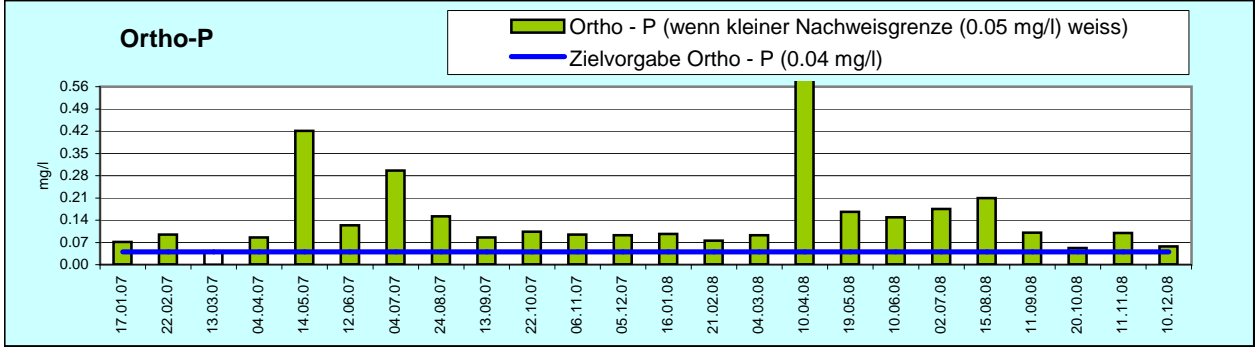
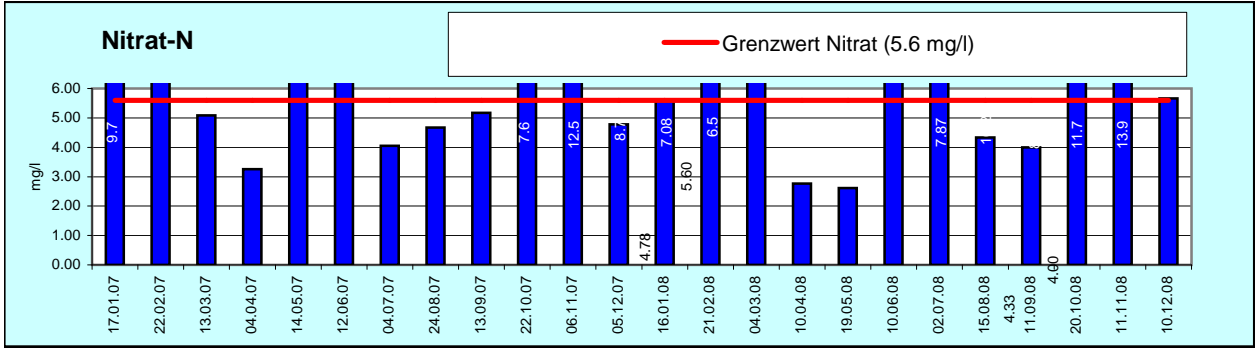
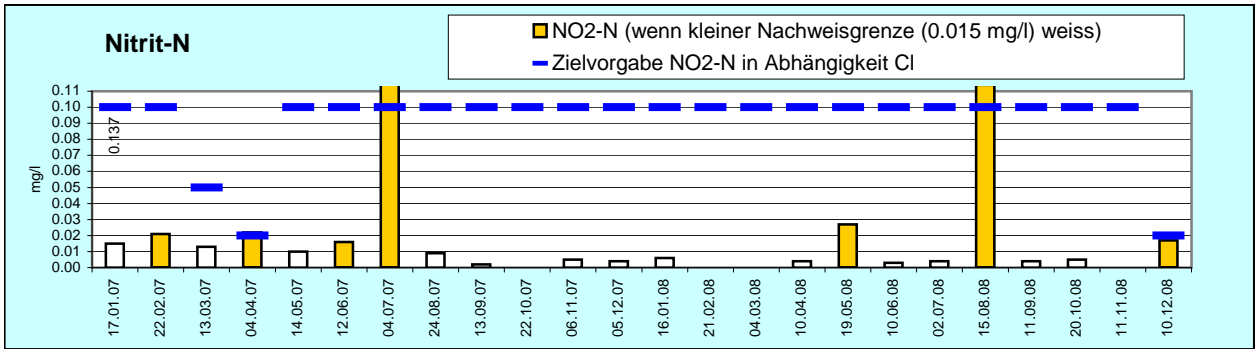
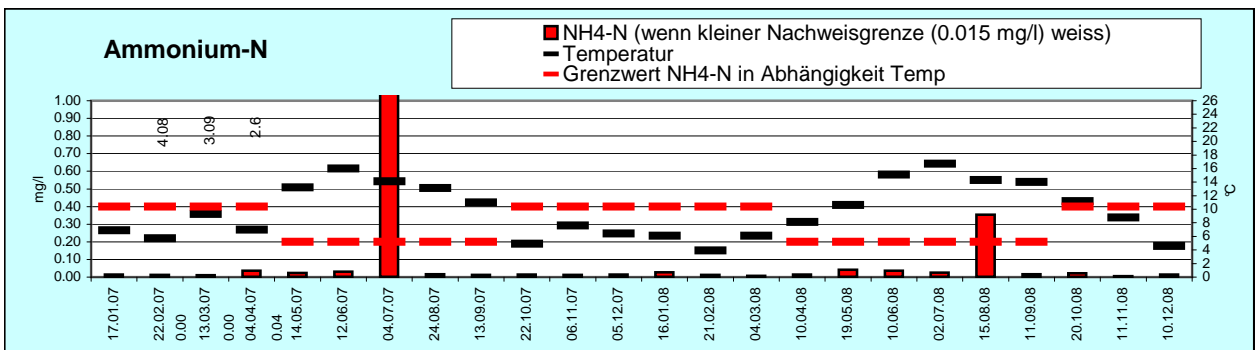
Gewässer:	Holderenbach	Messstelle Nr.:	5.4.5
Messstelle:	vor ARA Rehetobel	Koordinaten:	753'820 254'550



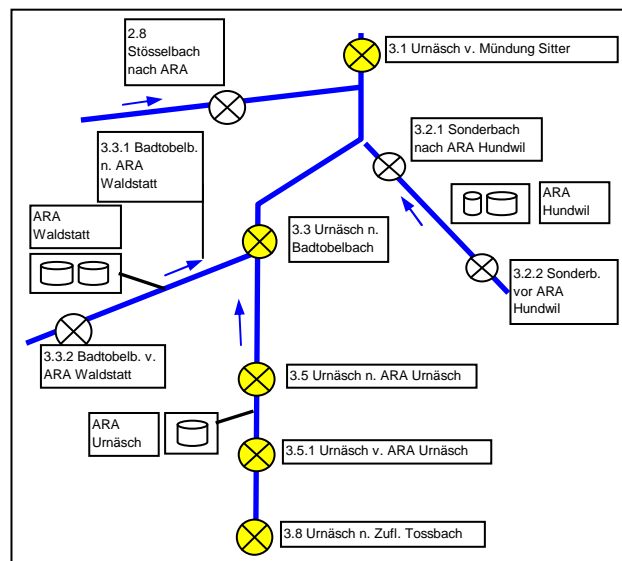
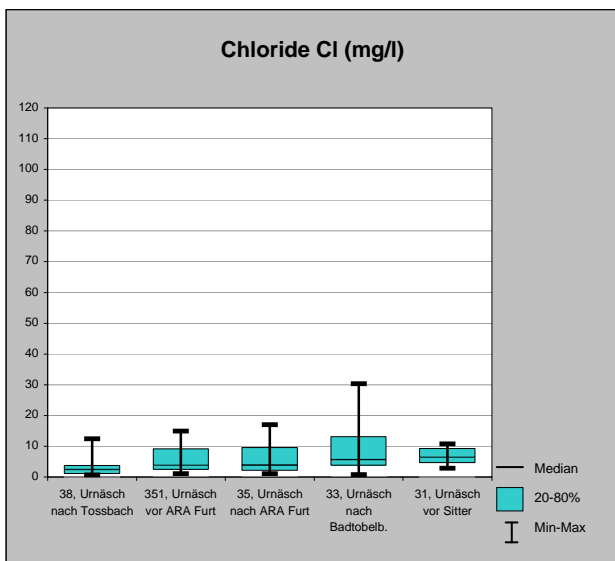
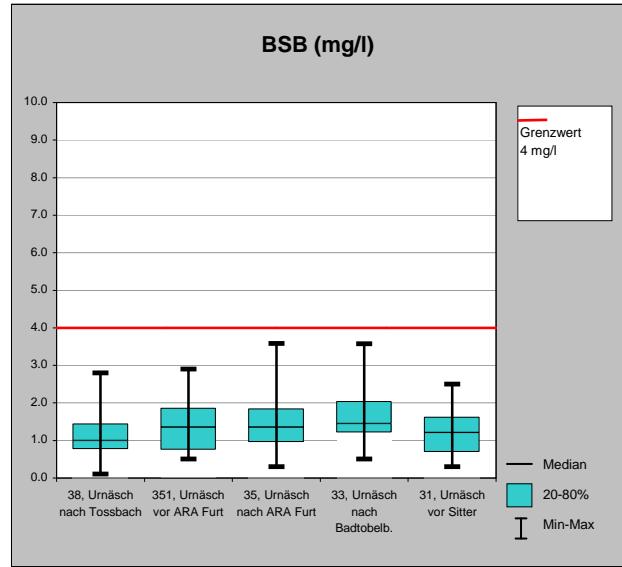
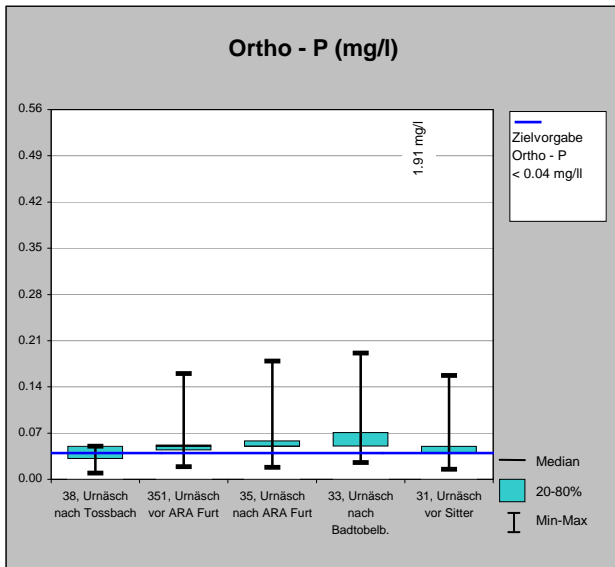
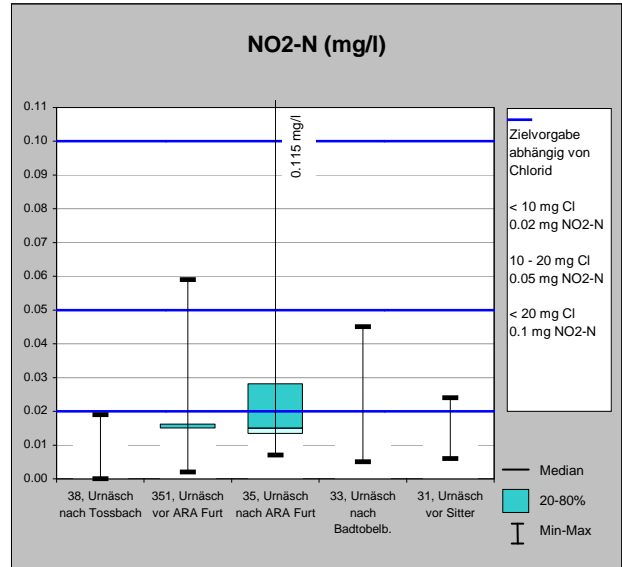
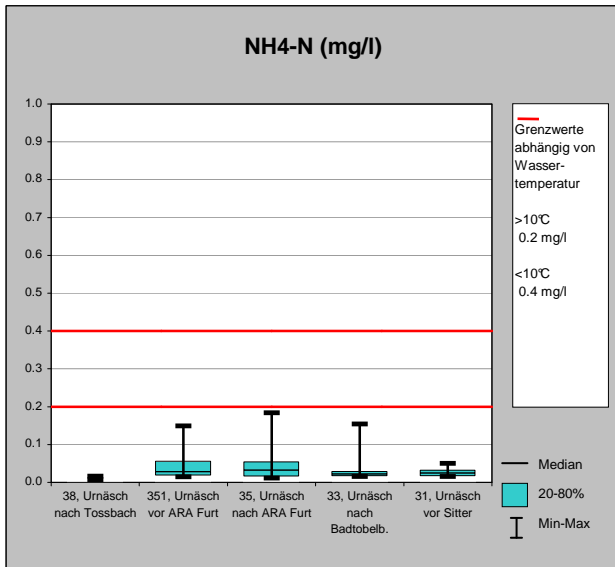
Gewässer: **Auslauf ARA Wiesli, Rehetobel** Messstellen Nr.: **5.4.4A**
 Messstelle: **Auslauf ARA Wiesli, Rehetobel** **(Achtung grössere Skalen)**



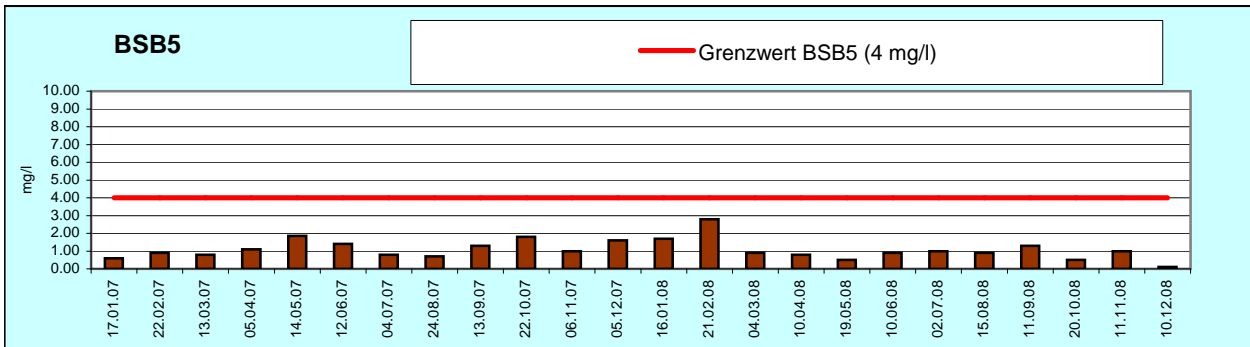
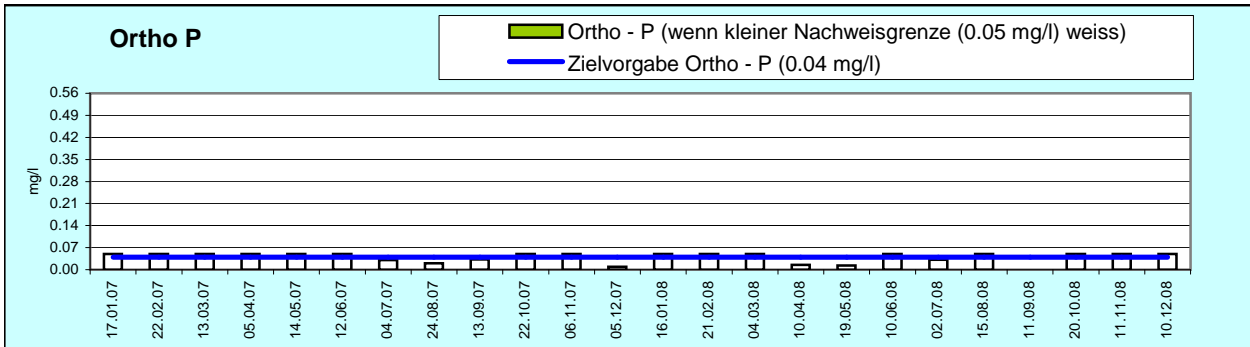
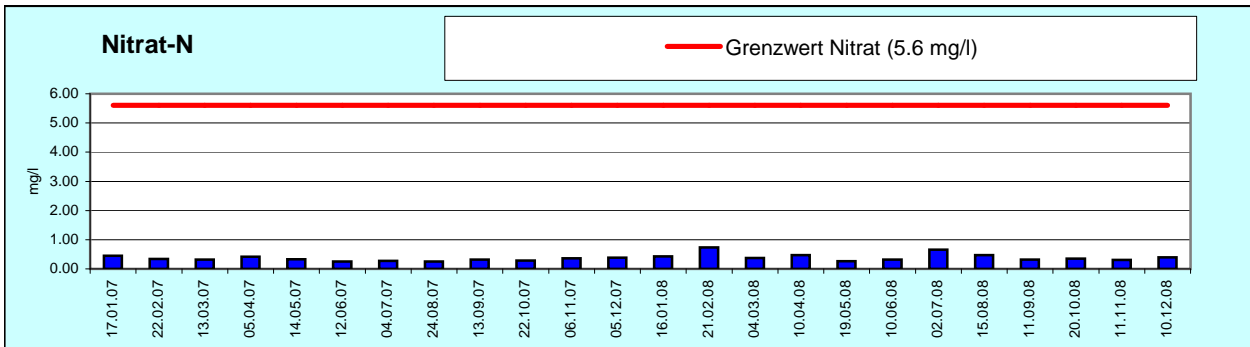
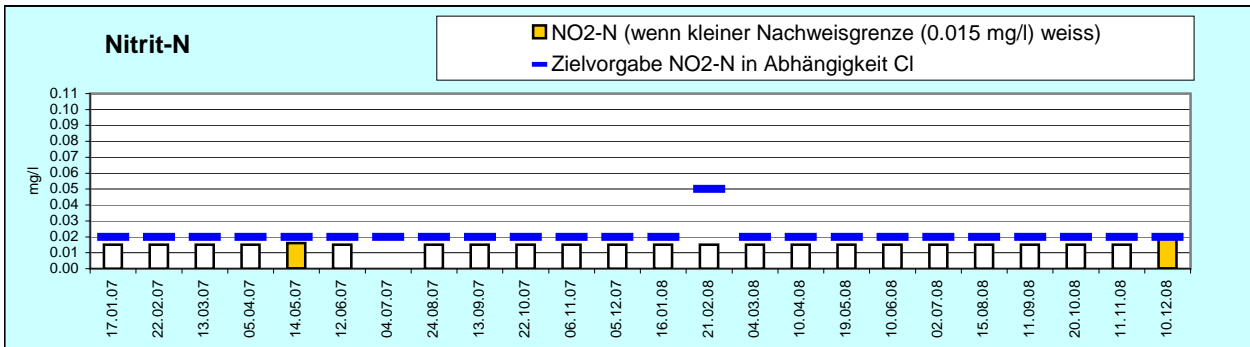
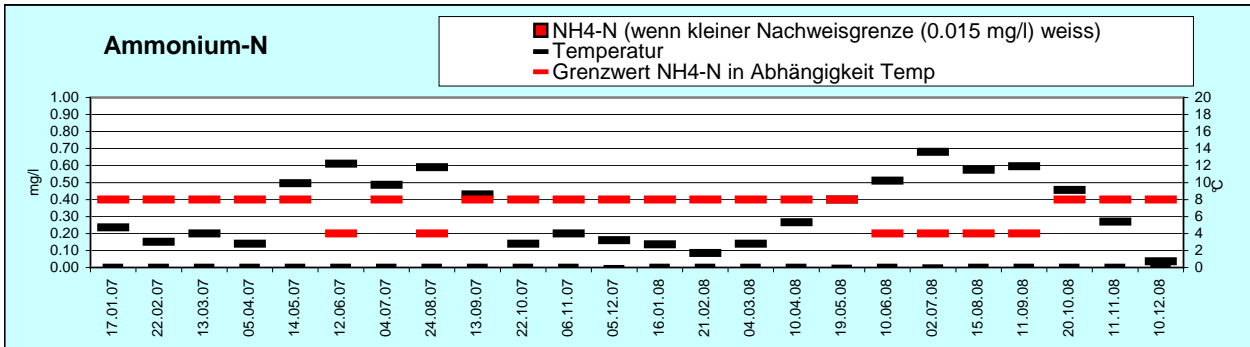
Gewässer:	Holderenbach	Messstelle Nr.:	5.4.4
Messstelle:	nach ARA Rehetobel	Koordinaten:	753'640 254'590



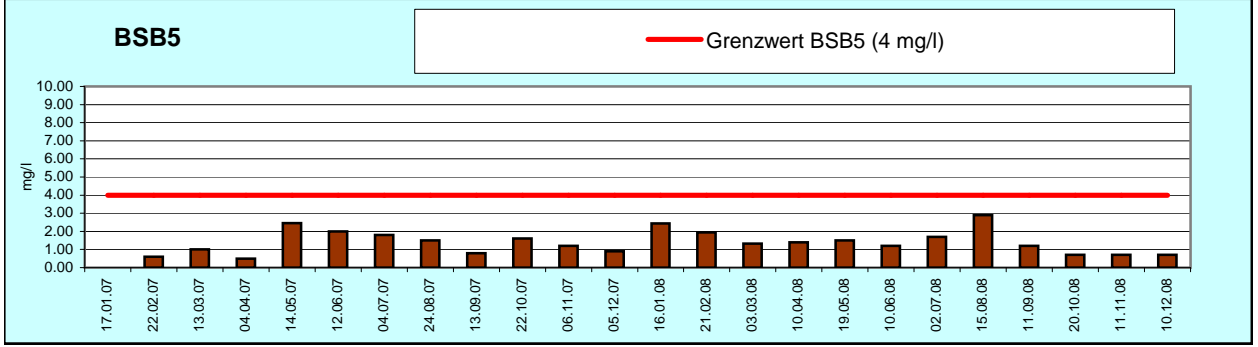
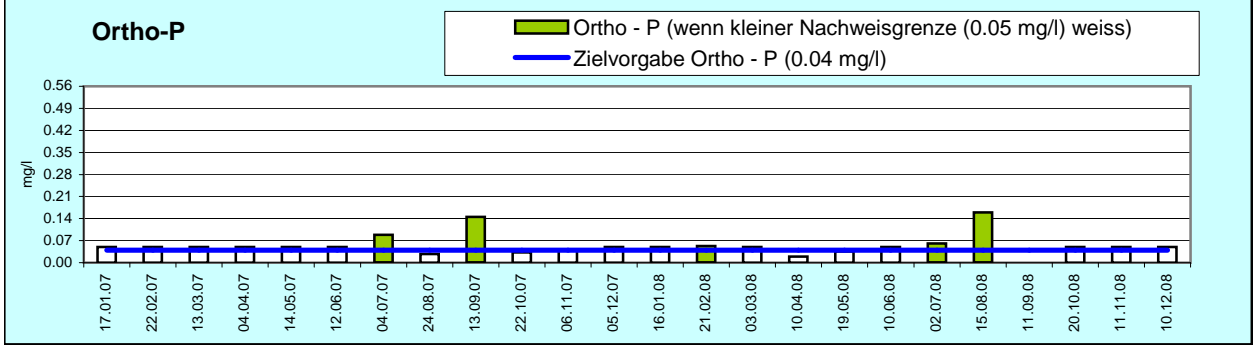
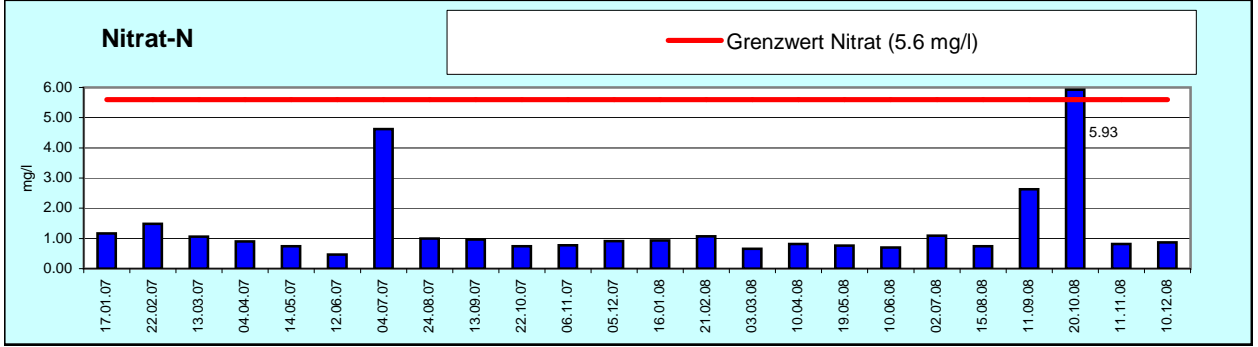
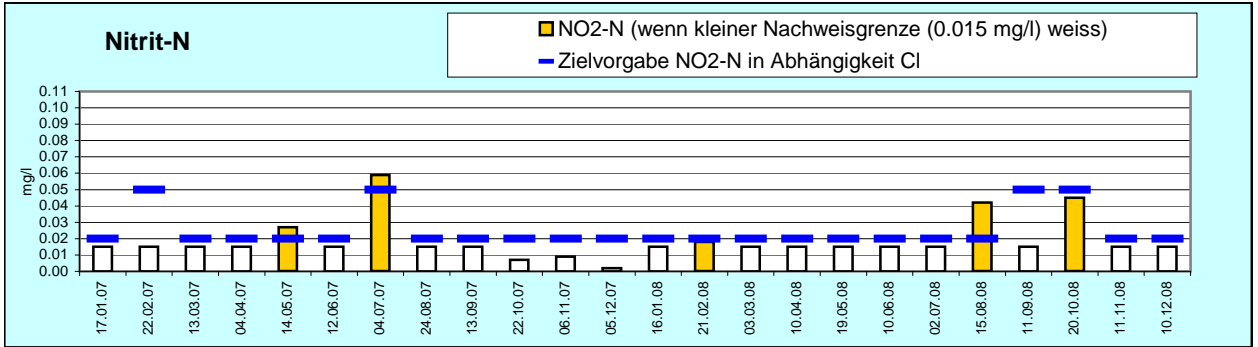
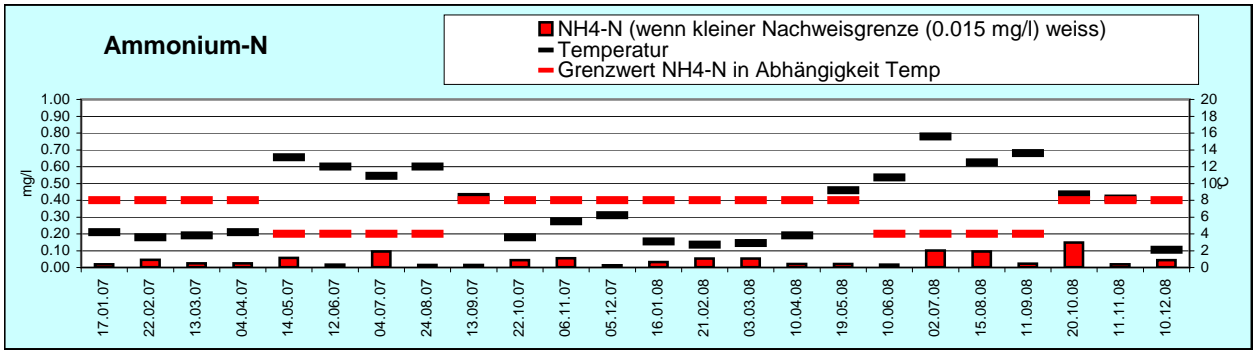
Einzugsgebiet: Urnäsch
Gewässer: Urnäsch
 Ohne Ausläufe Kläranlagen



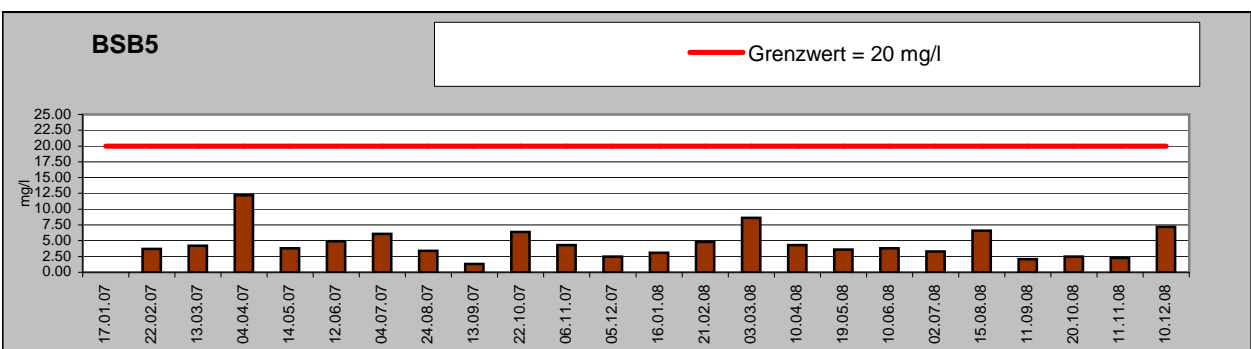
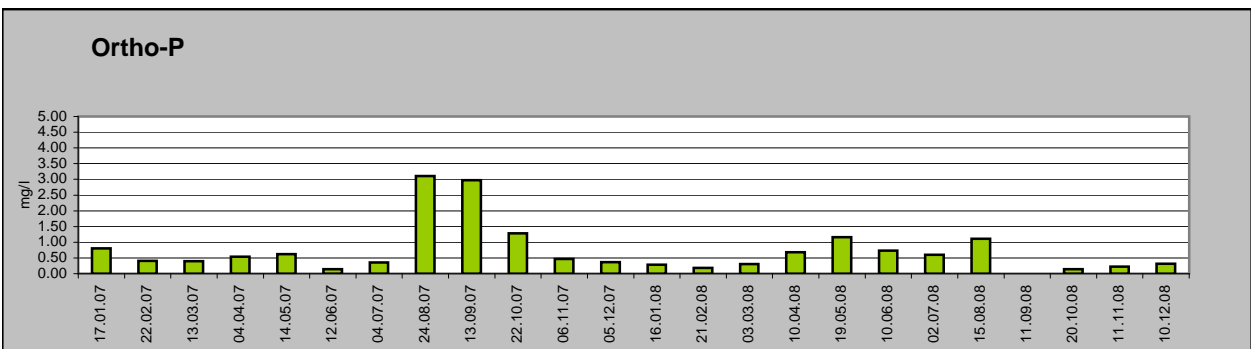
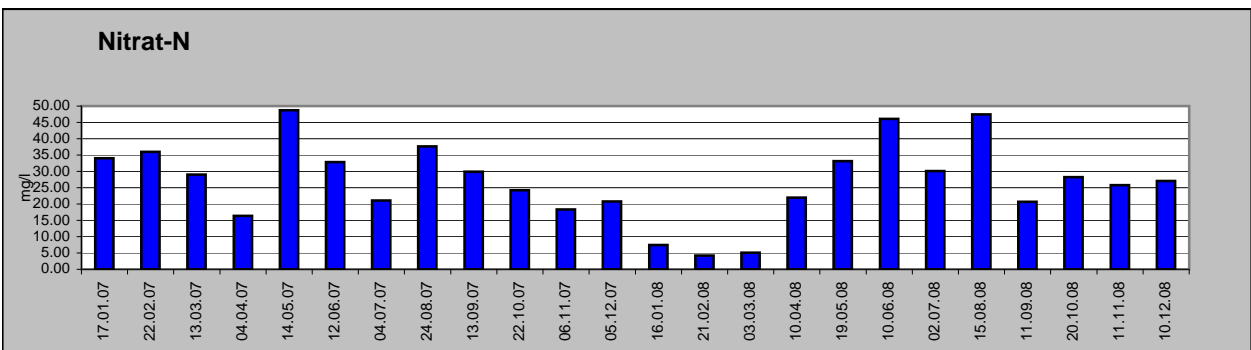
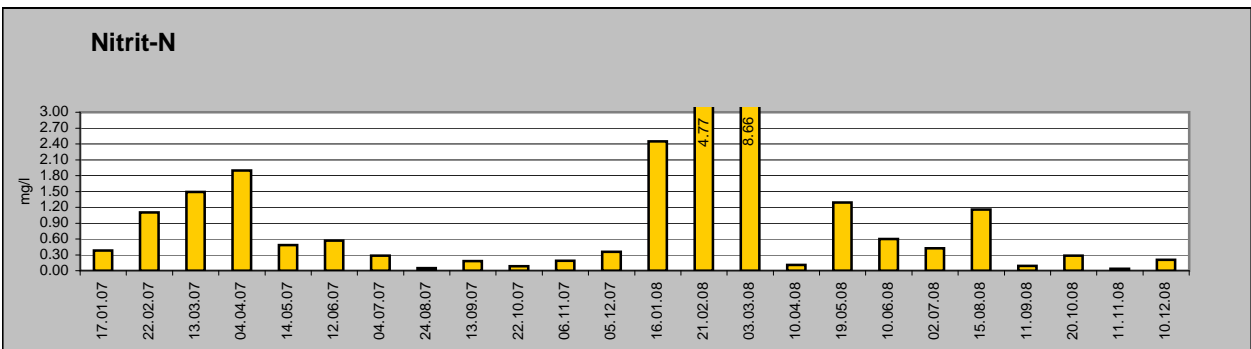
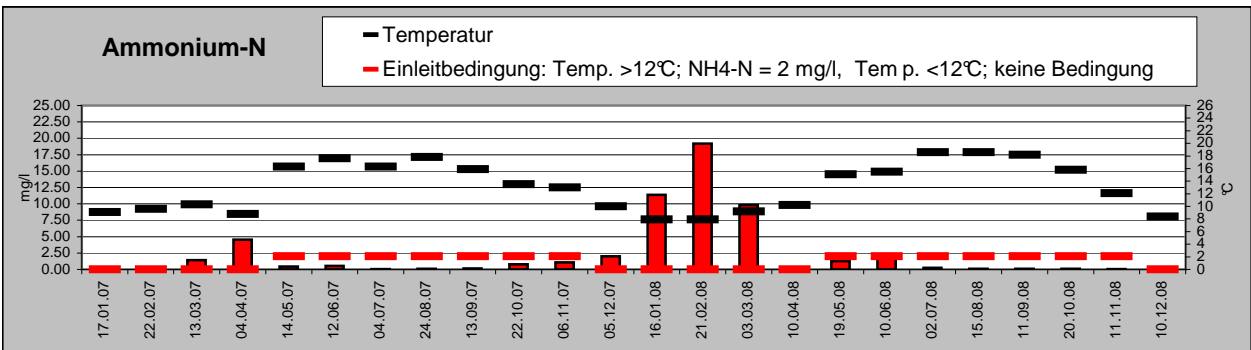
Gewässer:	Urnäsch	Messstellen Nr.:	3.8
Messstelle:	nach Zufluss Tosbach	Koordinaten:	740'000 237'600



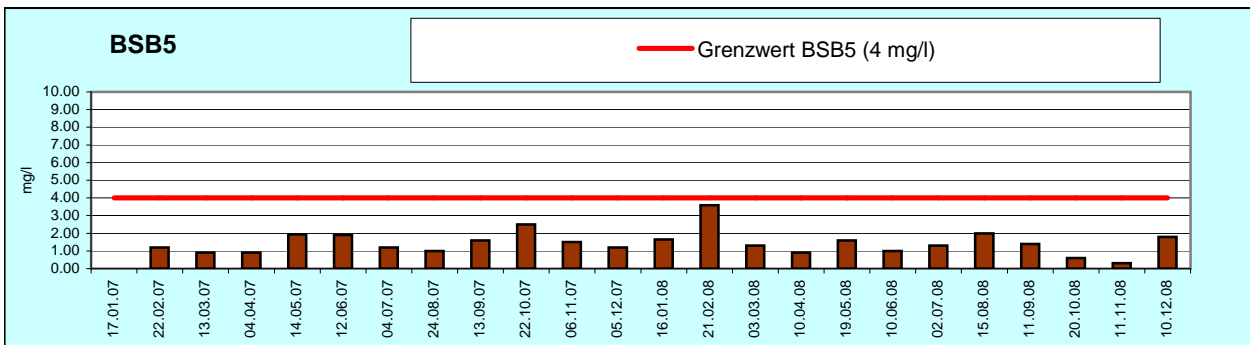
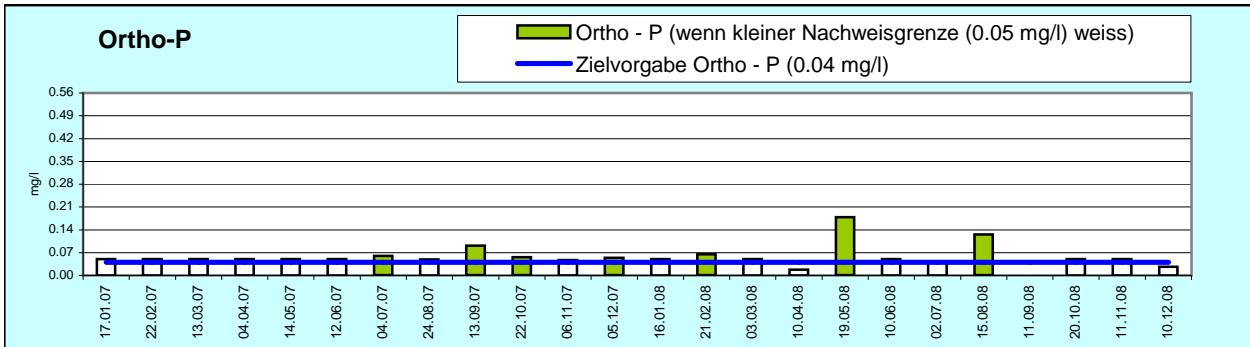
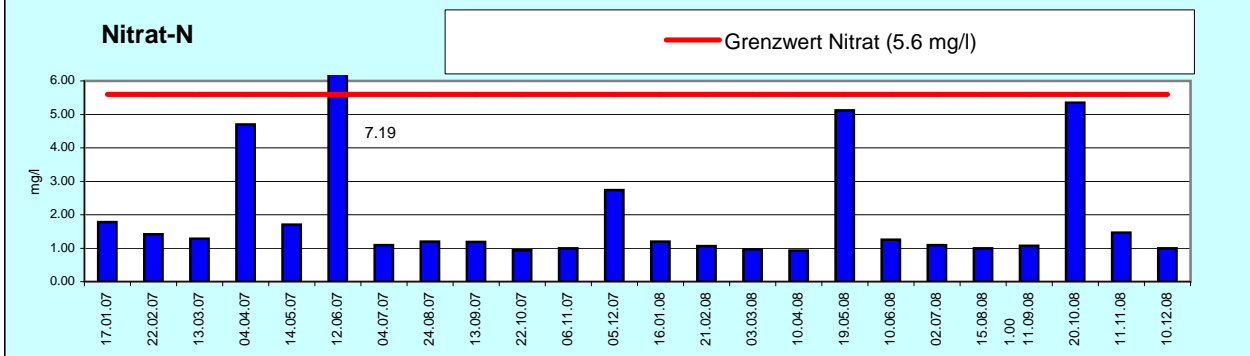
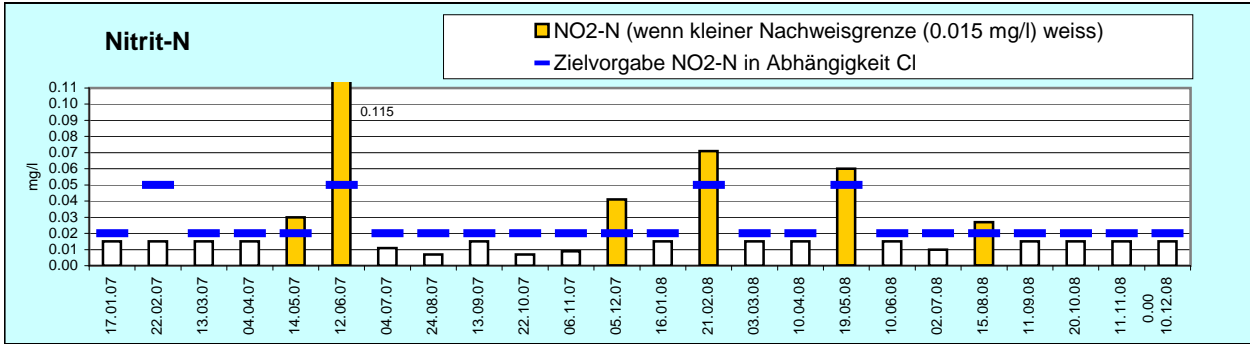
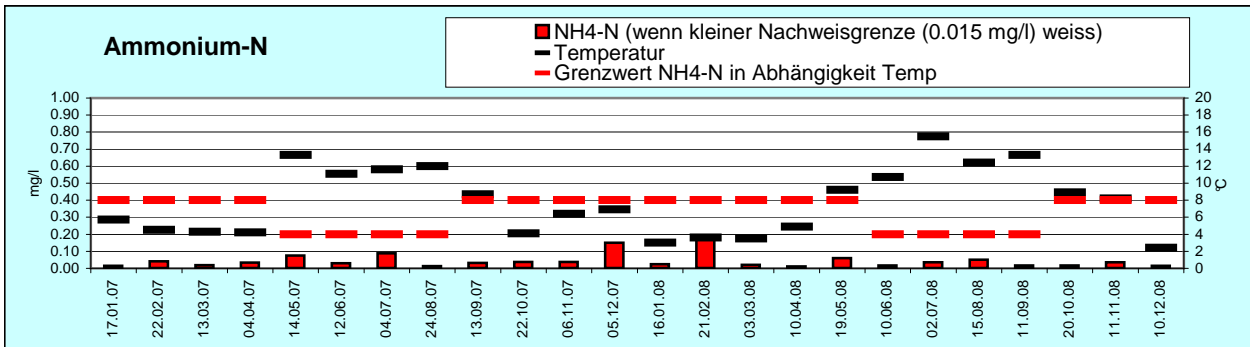
Gewässer:	Urnäsch	Messstellen Nr.:	3.5.1
Messstelle:	vor ARA Urnäsch	Koordinaten:	740'280 243'380



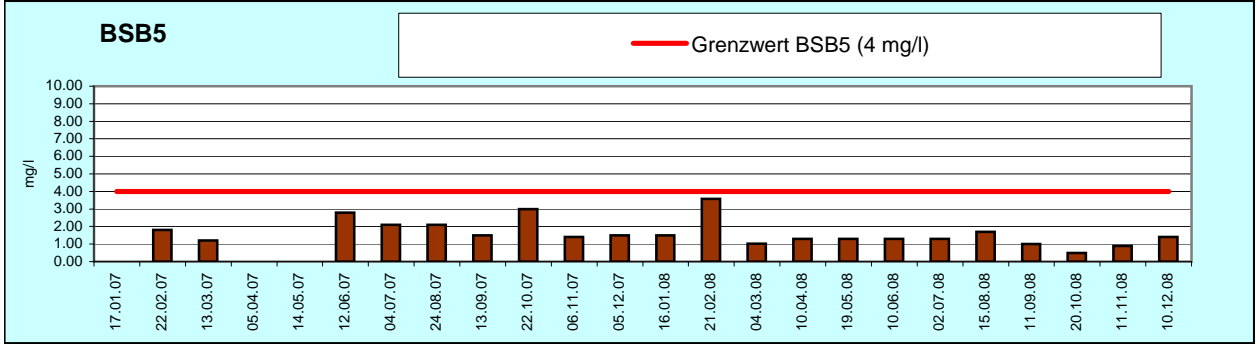
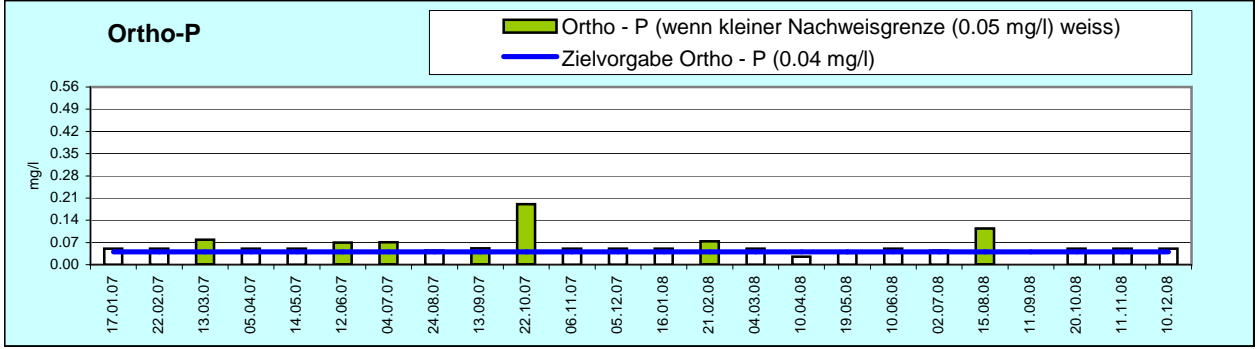
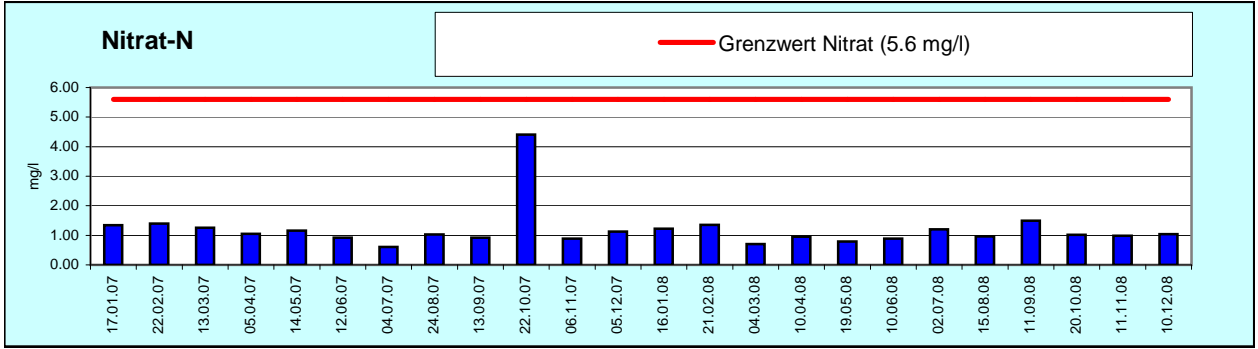
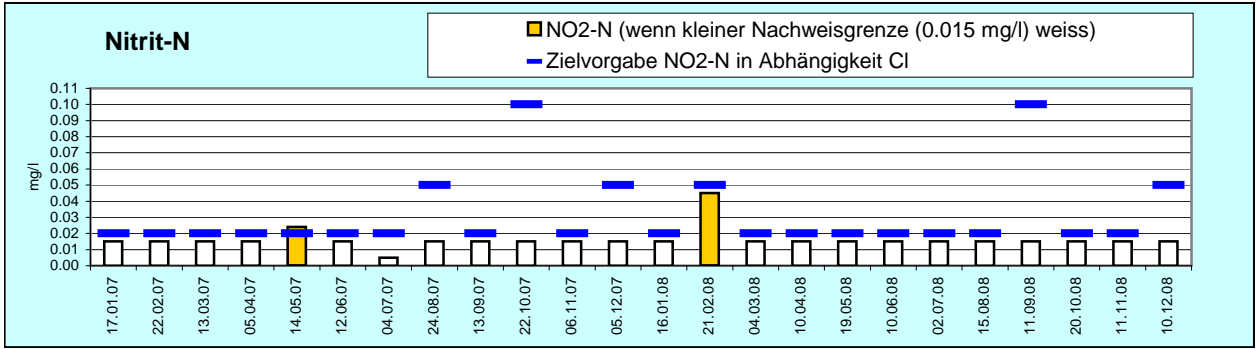
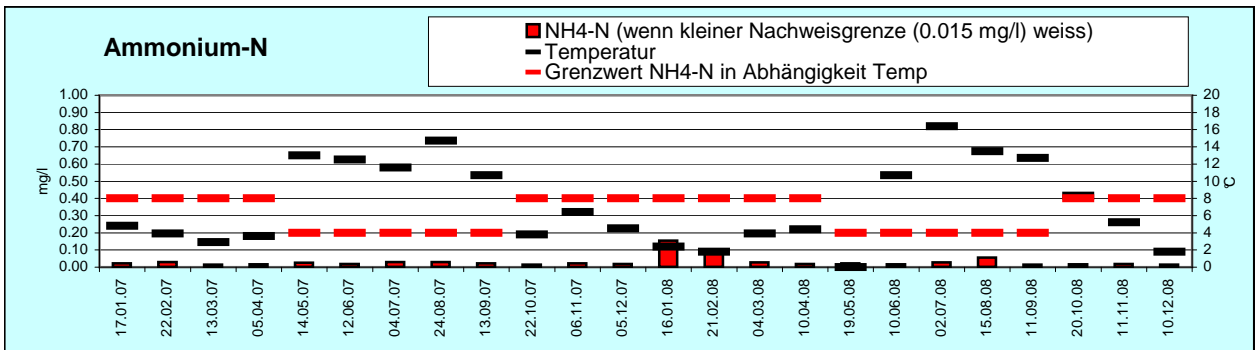
Gewässer: **Auslauf ARA Furt, Urnäsch** Messstellen Nr.: **3.5A**
 Messstelle: **Auslauf ARA Furt, Urnäsch** (Achtung grössere Skalen)



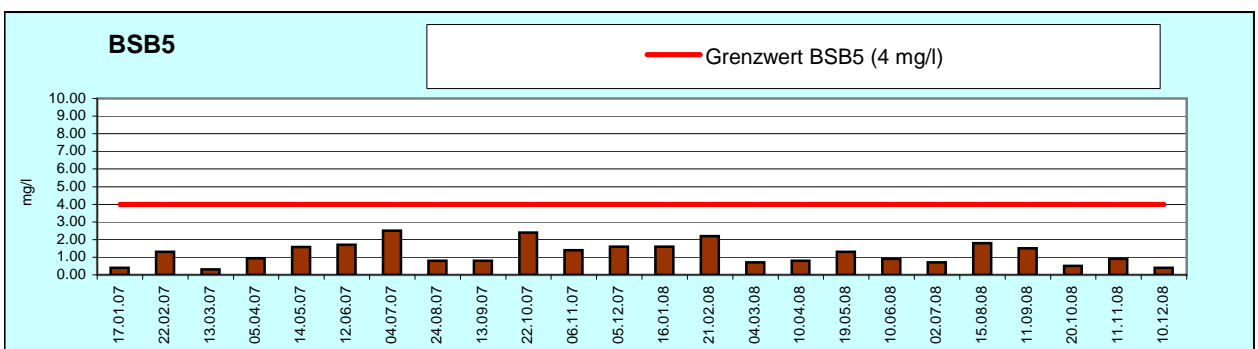
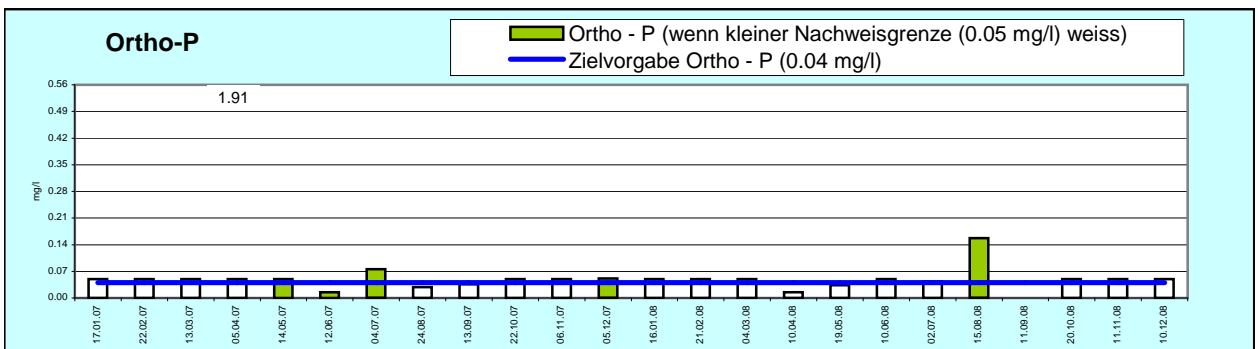
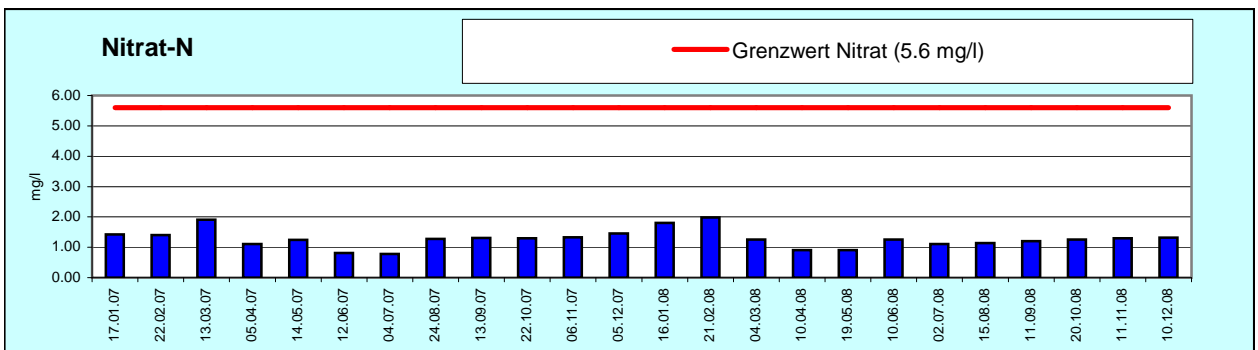
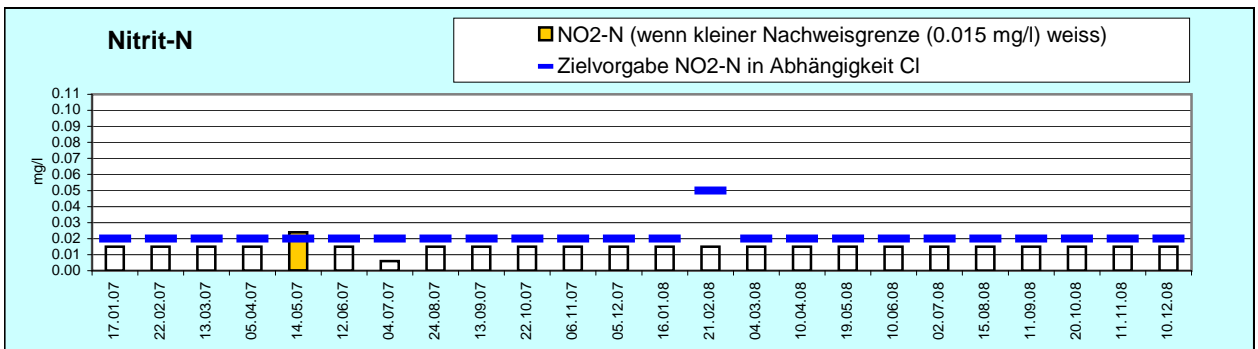
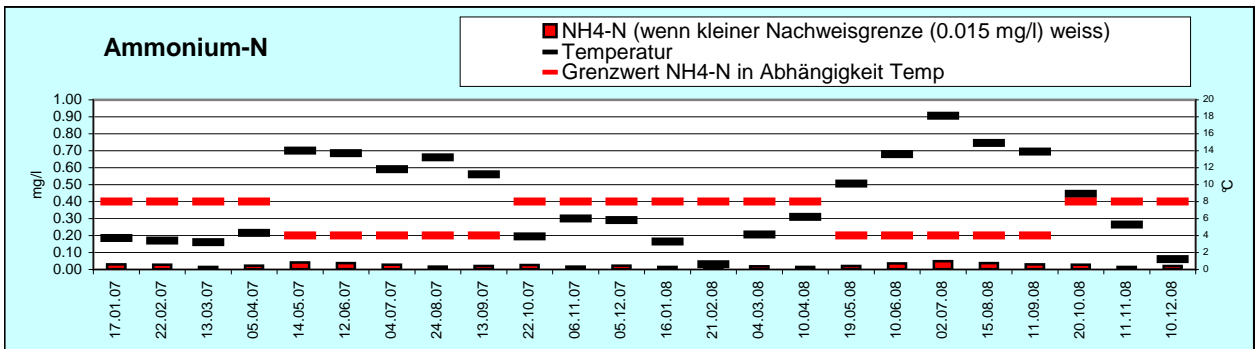
Gewässer:	Urnäsch	Messstellen Nr.:	3.5
Messstelle:	nach ARA Urnäsch	Koordinaten:	740'310 243'630



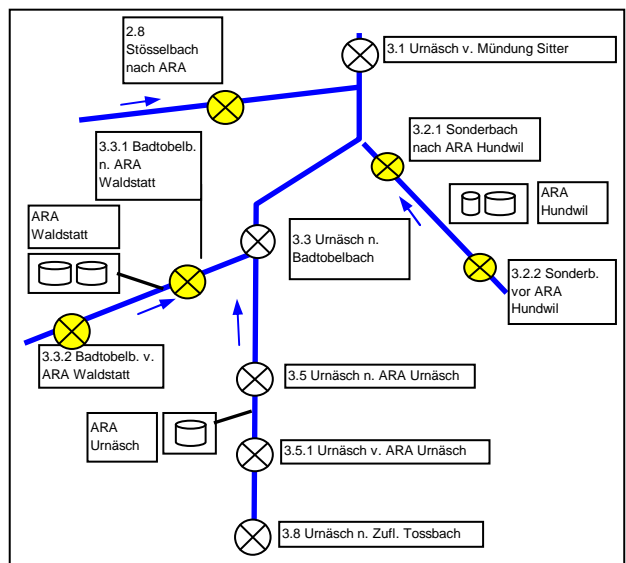
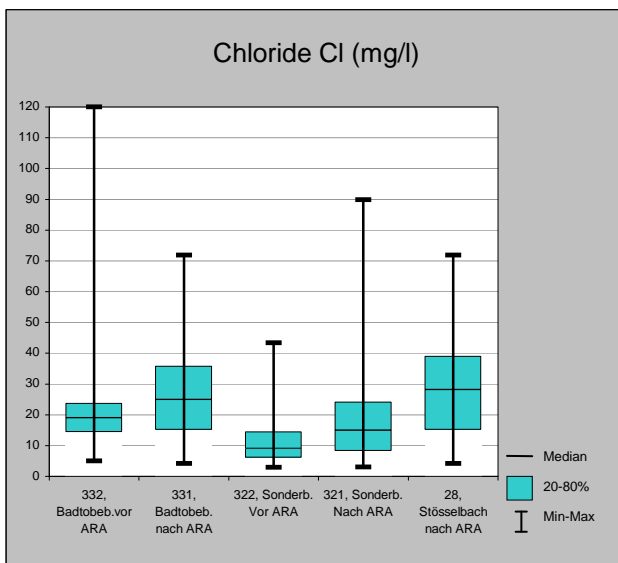
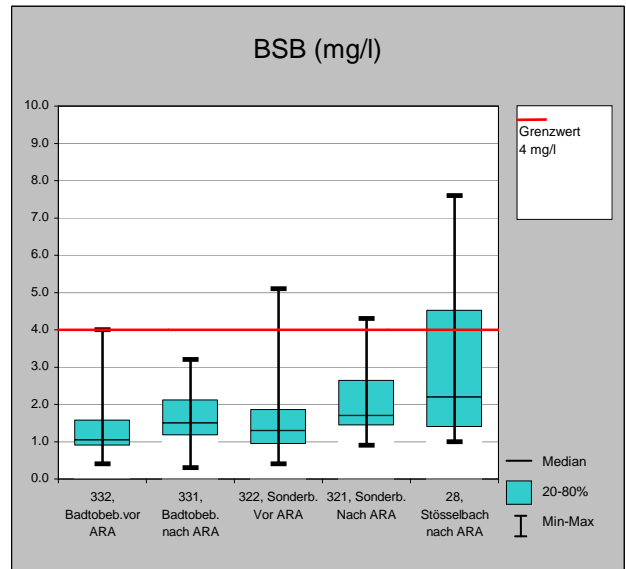
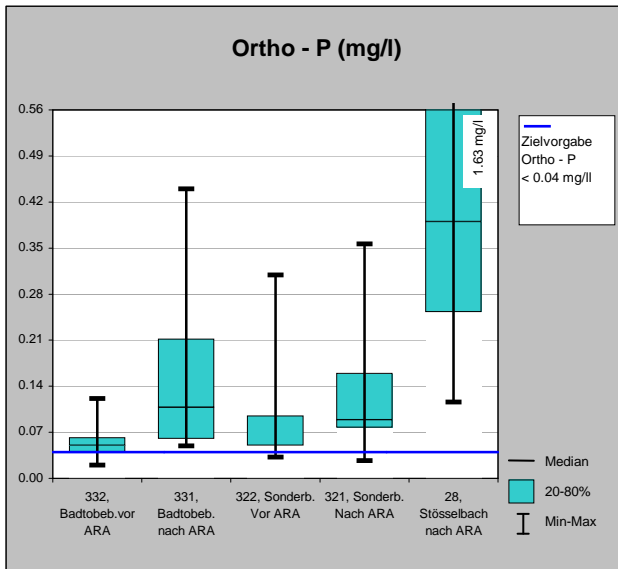
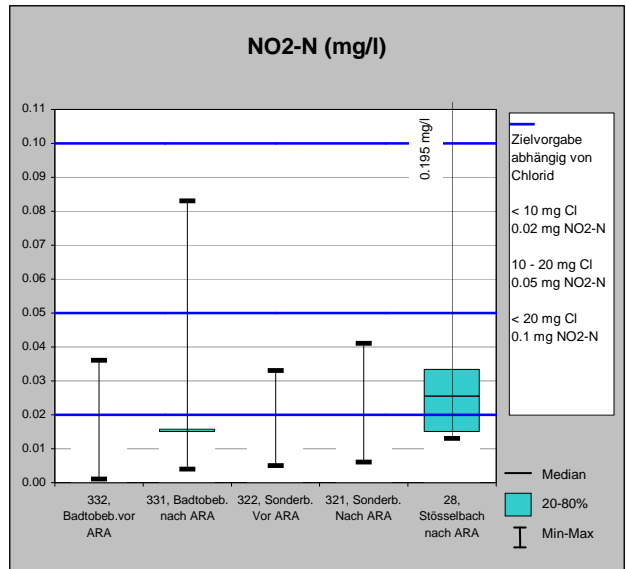
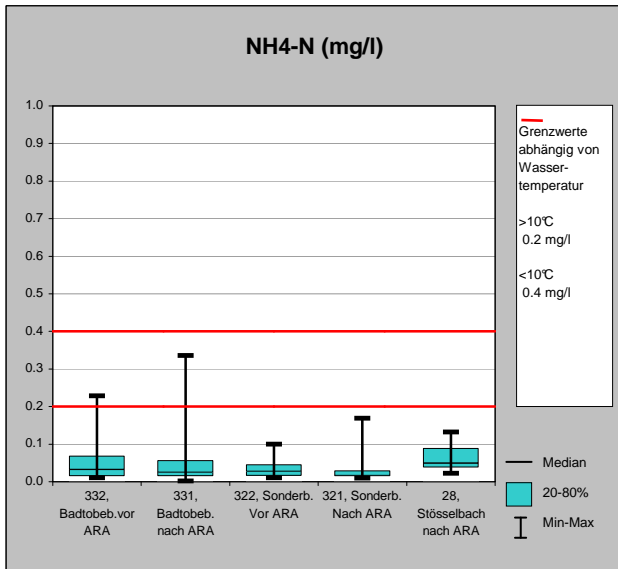
Gewässer:	Urnäsch	Messstellen Nr.:	3.3
Messstelle:	nach Zufluss Badtobelbach	Koordinaten:	740500 247100



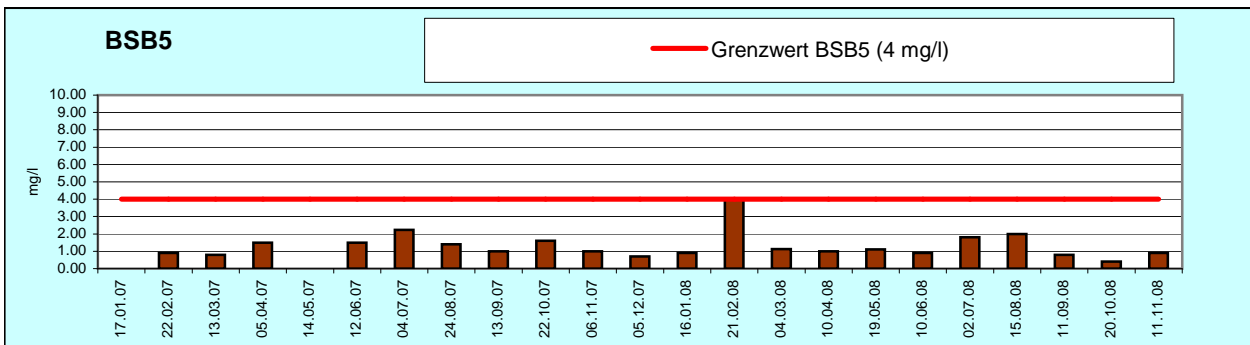
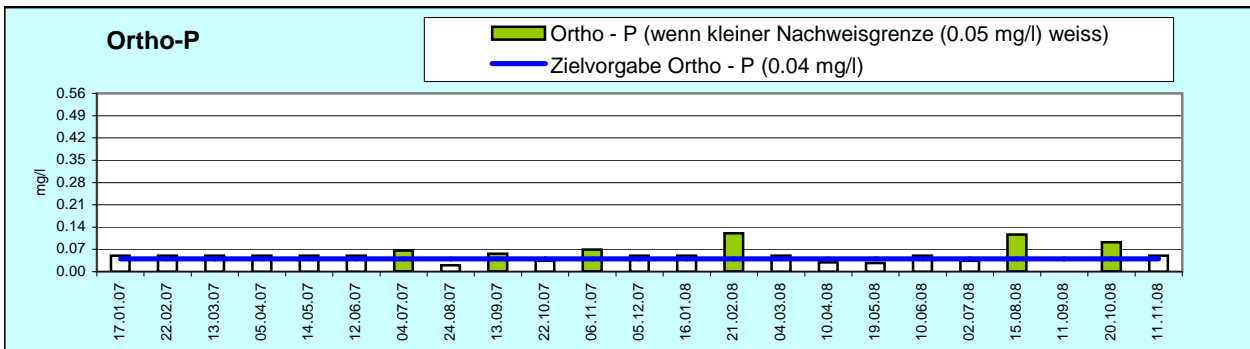
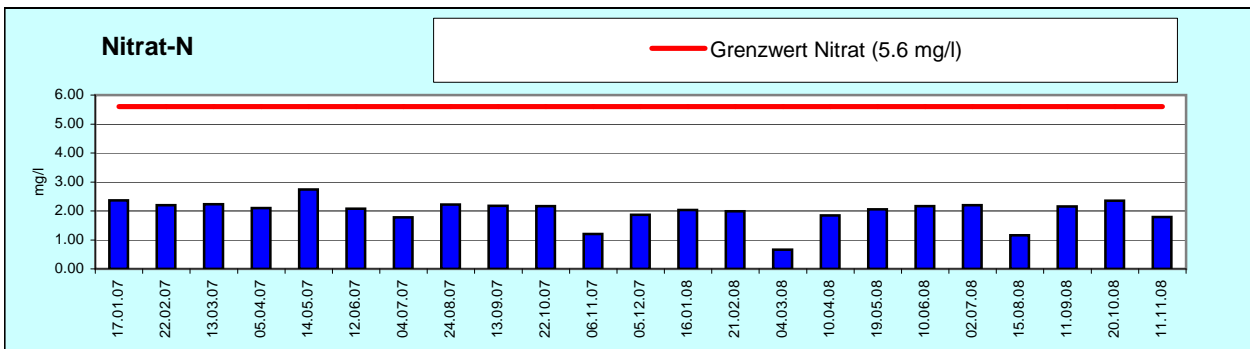
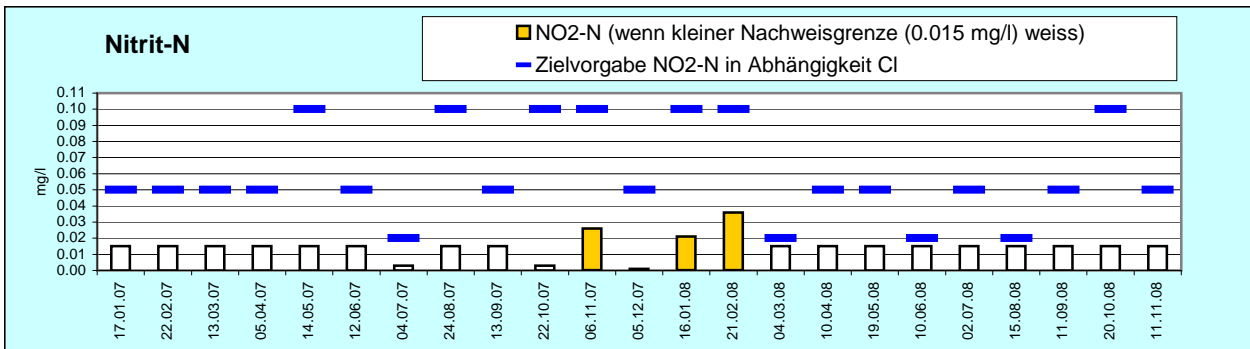
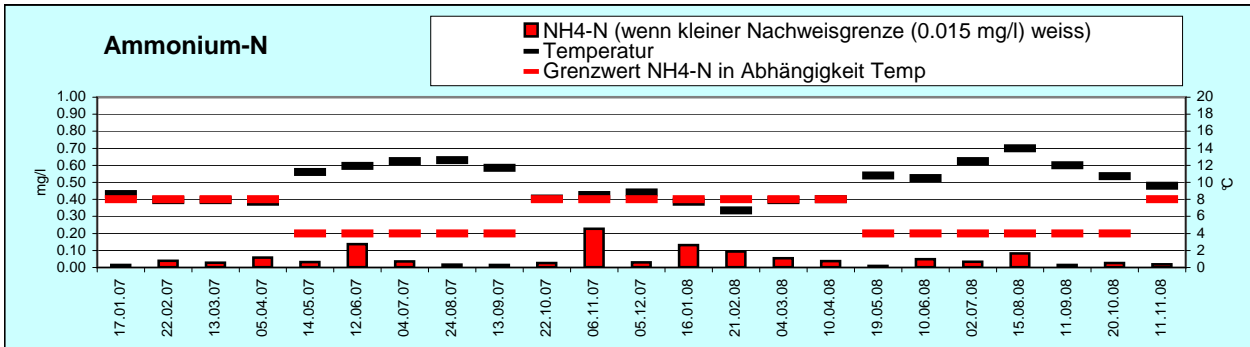
150	Urnäsch	Messstellen Nr.:	3.1
Messstelle:	vor Mündung Sitter	Koordinaten:	742'500 251'560



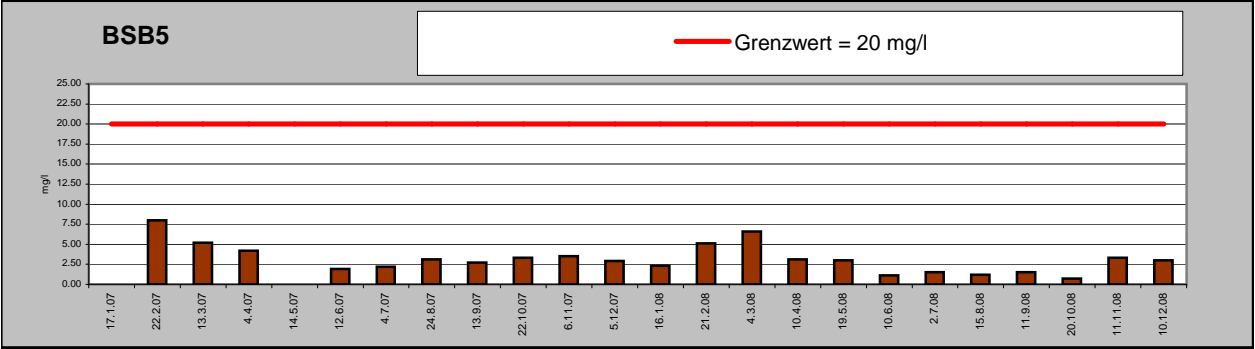
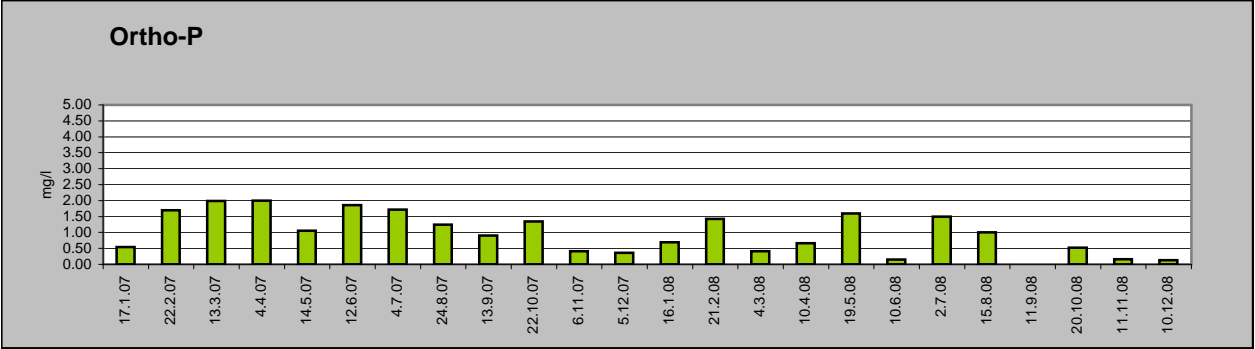
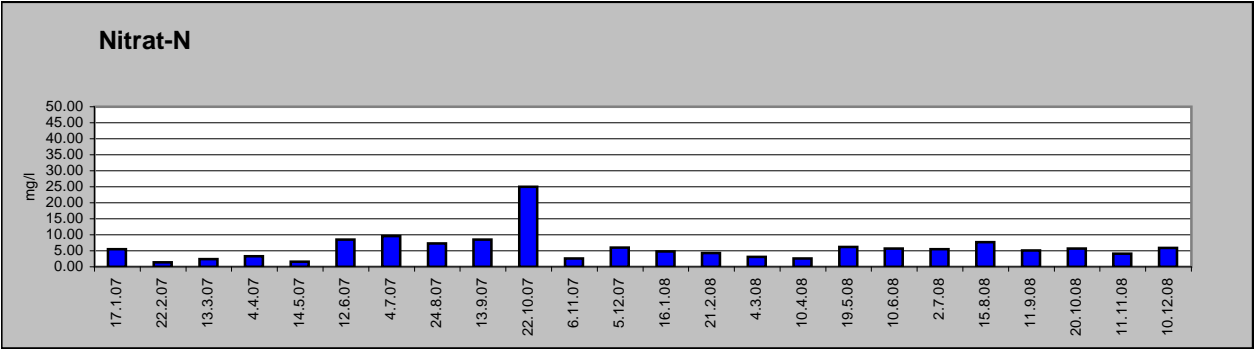
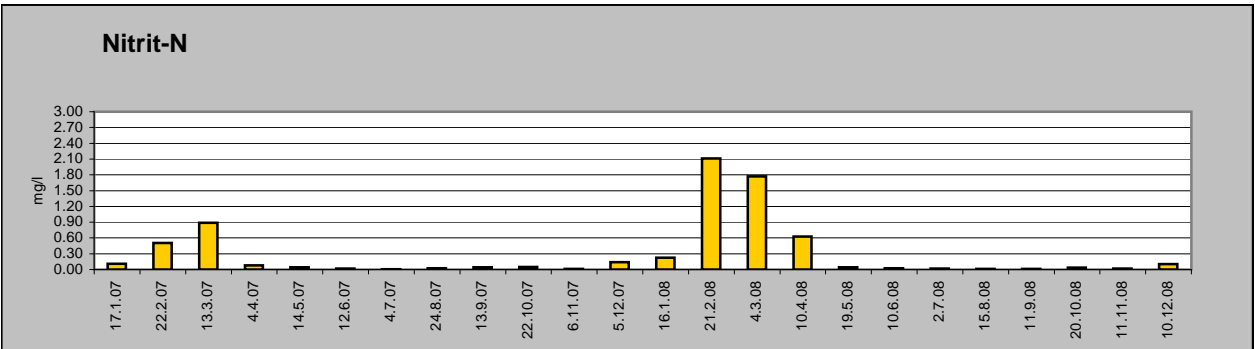
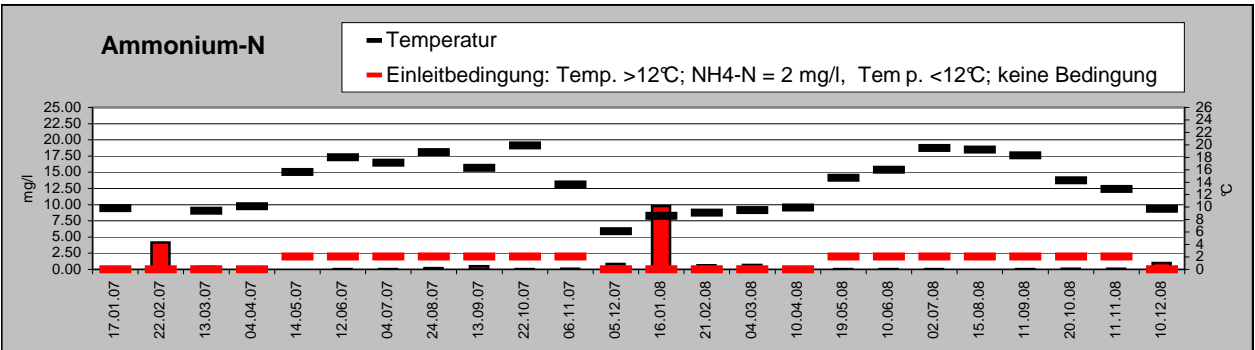
Einzugsgebiet: Urnäsch
Gewässer: Badtobelbach, Sonderbach und Stösselbach Ohne Ausläufe Kläranlagen



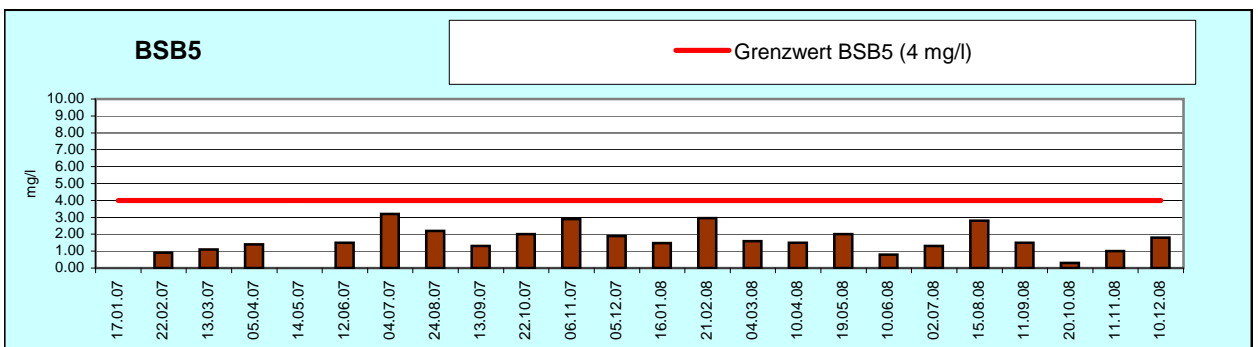
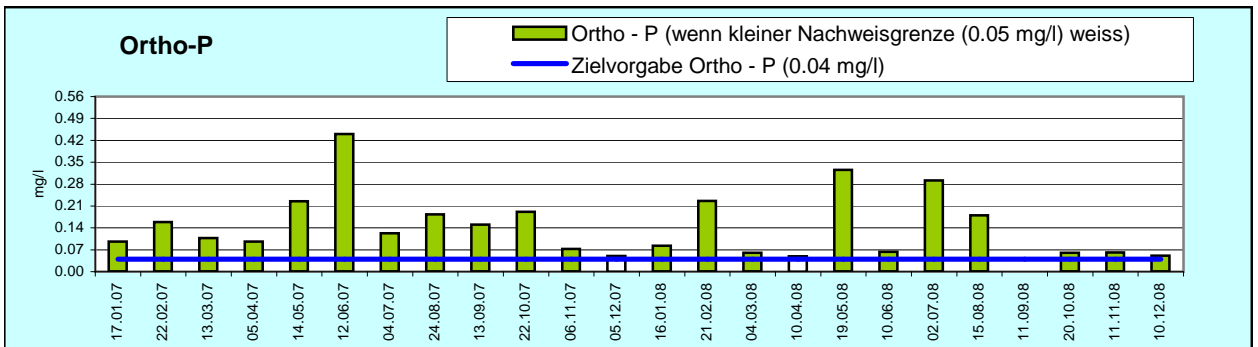
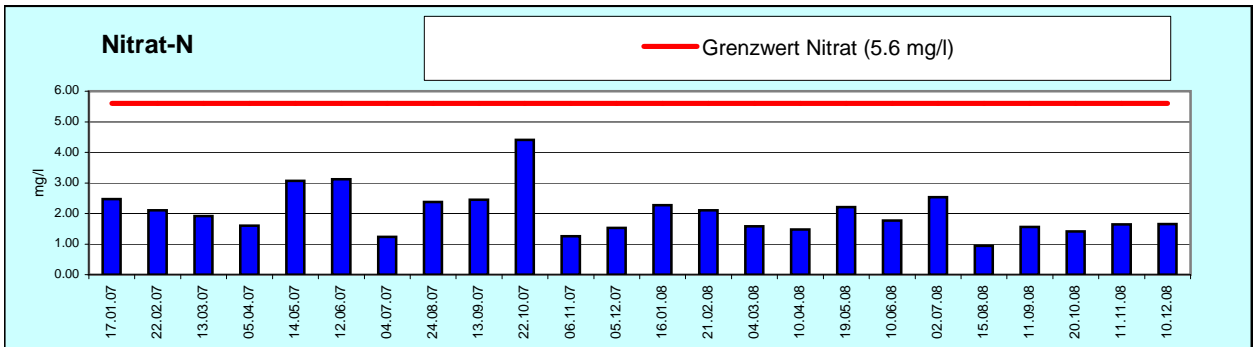
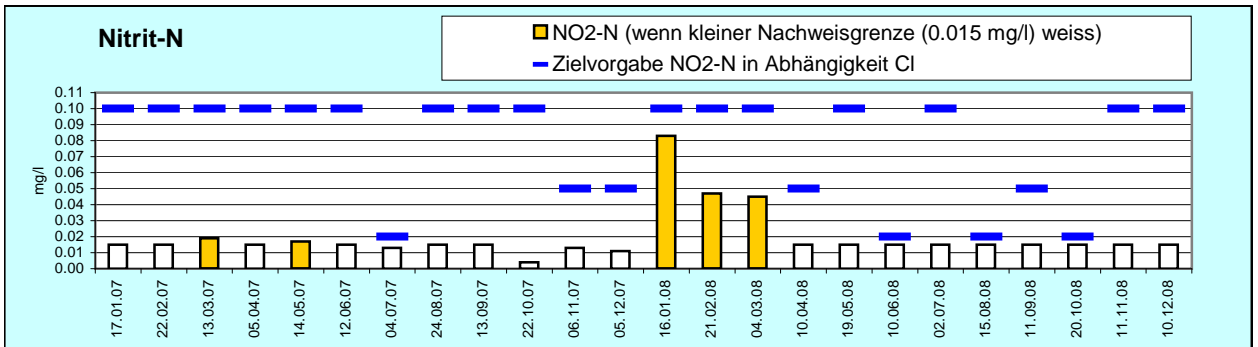
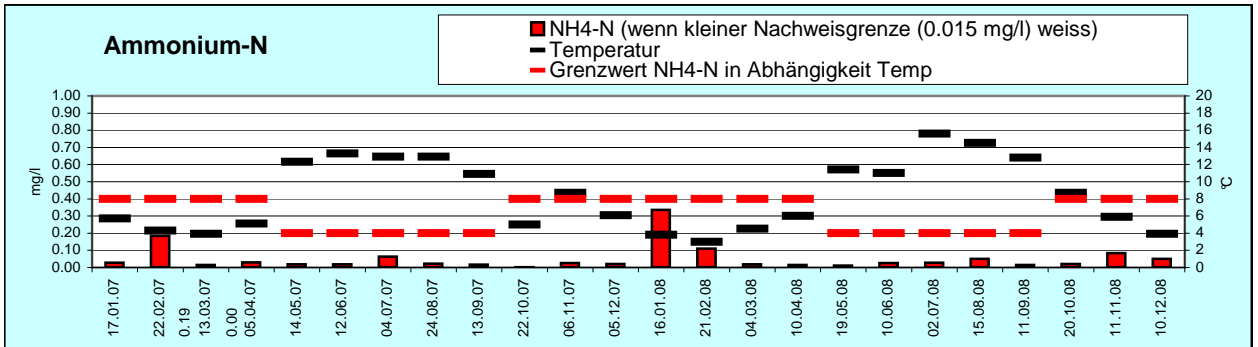
Gewässer:	Badtobelbach	Messstellen Nr.:	3.3.2
Messstelle:	vor ARA Waldstatt	Koordinaten:	740075 247'230



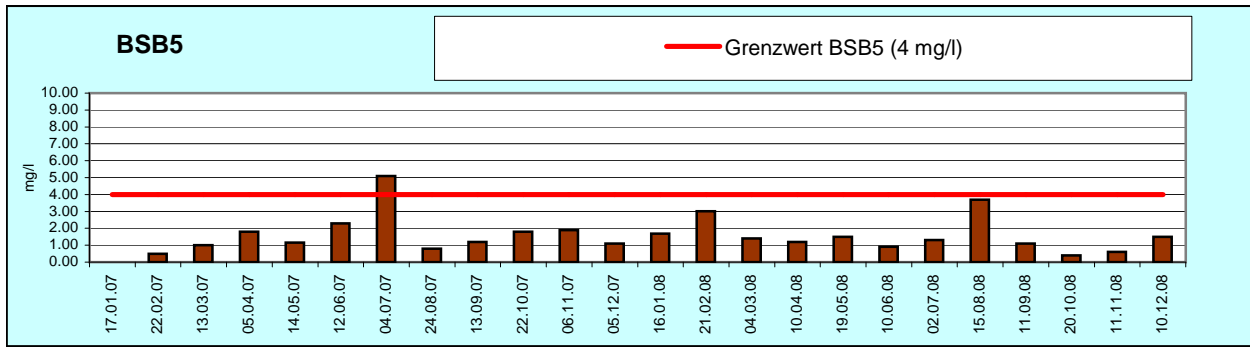
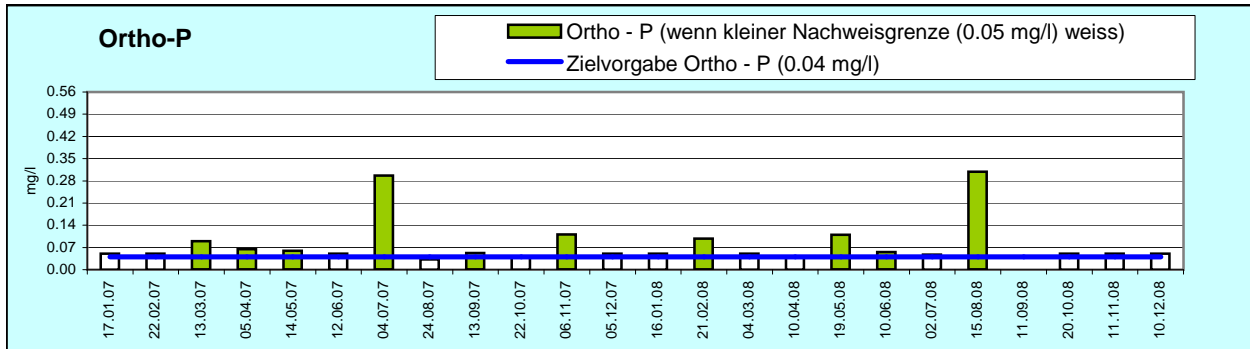
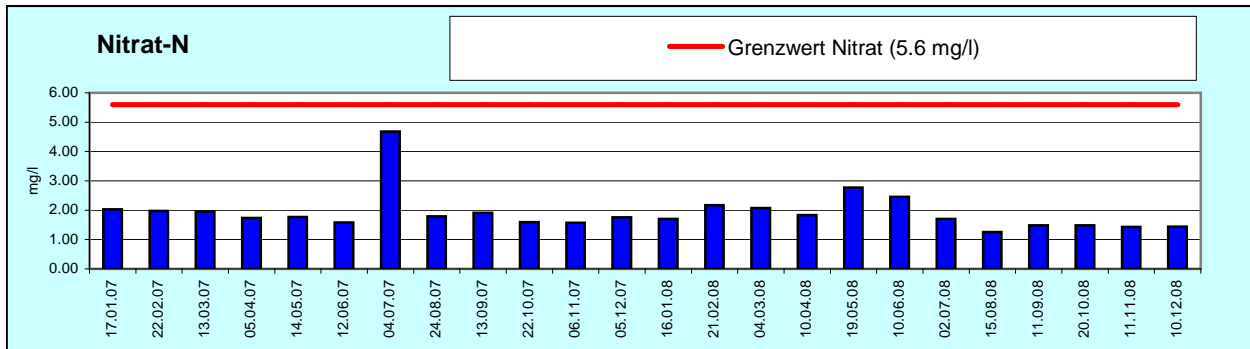
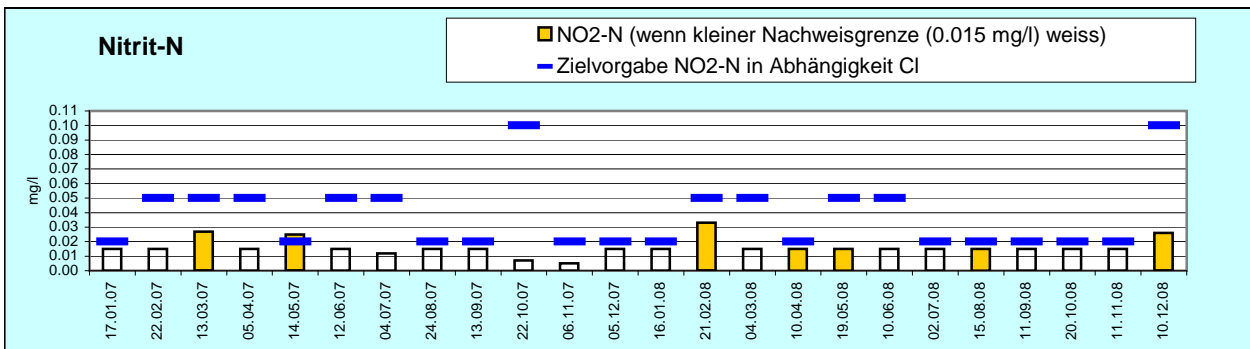
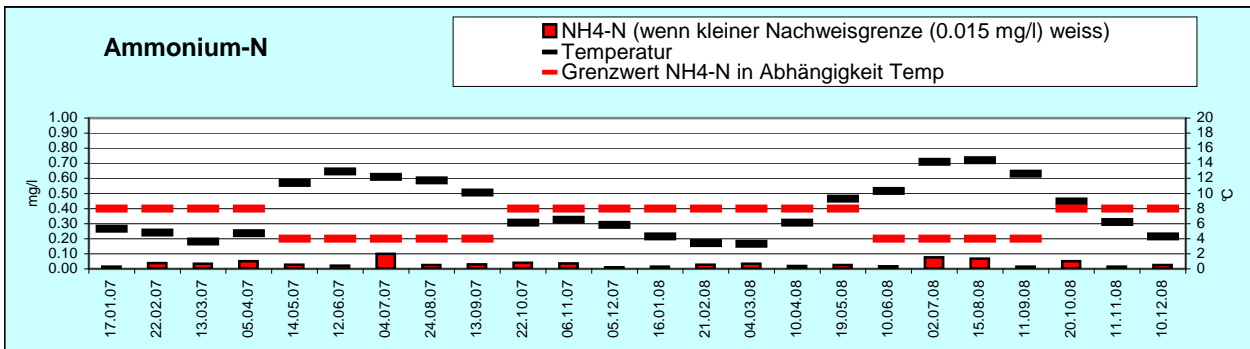
Gewässer: **Auslauf ARA Aueli, Waldstatt** Messstellen Nr.: **3.31A**
 Messstelle: **(Achtung grössere Skalen)**



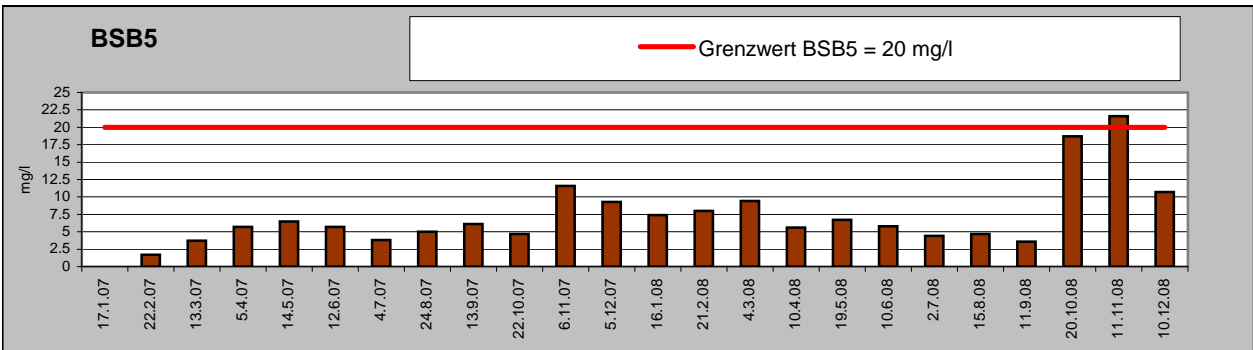
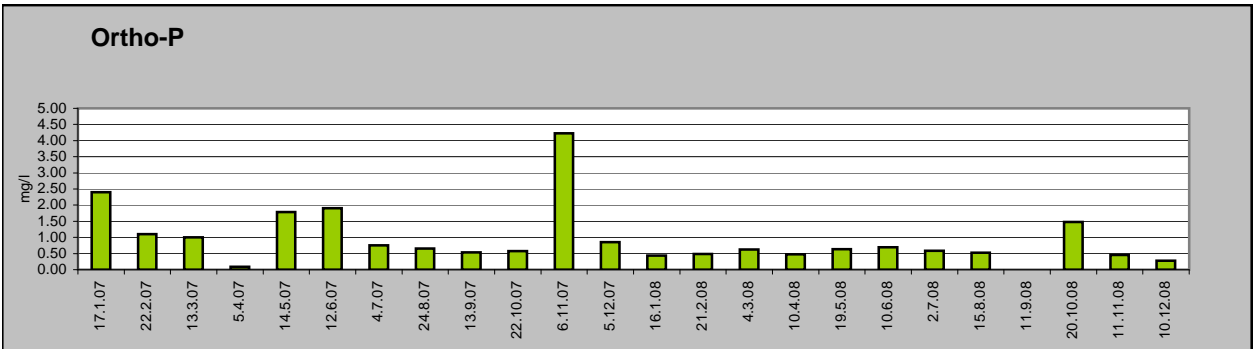
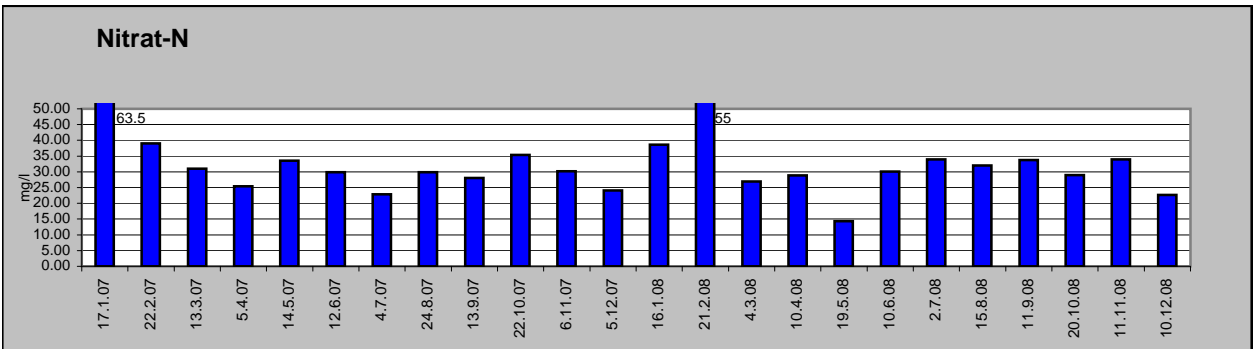
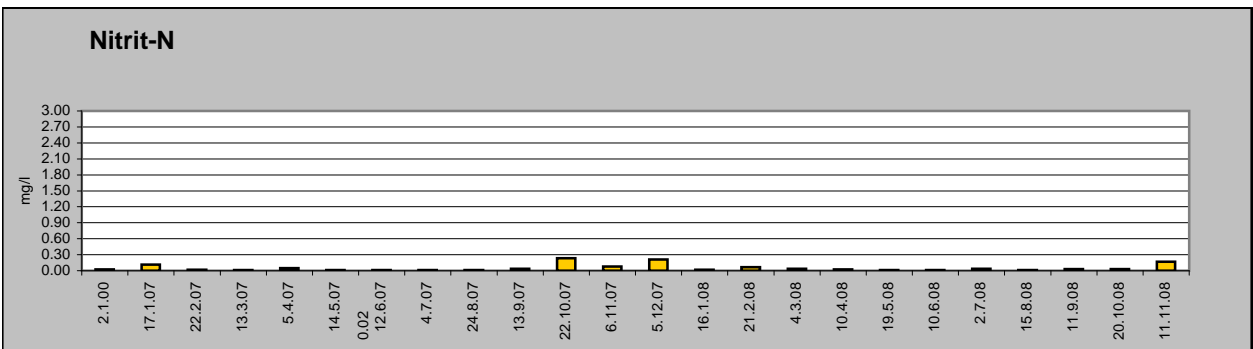
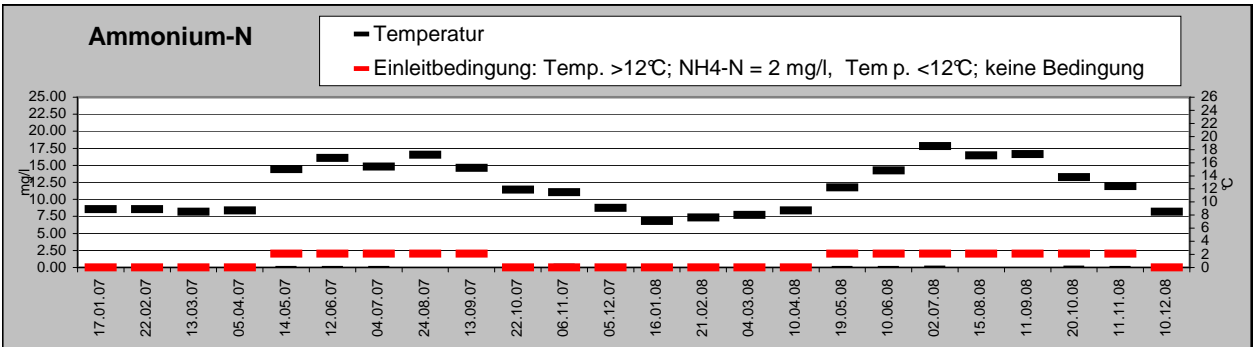
Gewässer:	Badtobelbach	Messstellen Nr.:	3.3.1
Messstelle:	nach ARA Waldstatt	Koordinaten:	740'400 247'100



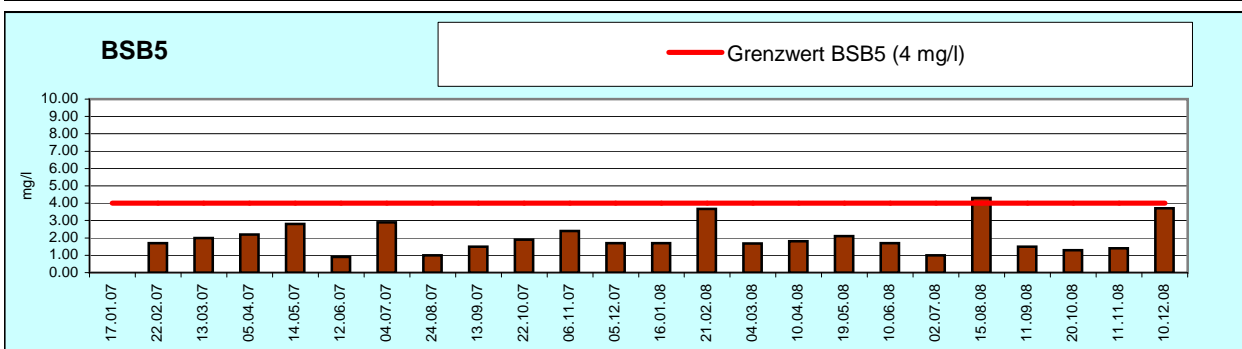
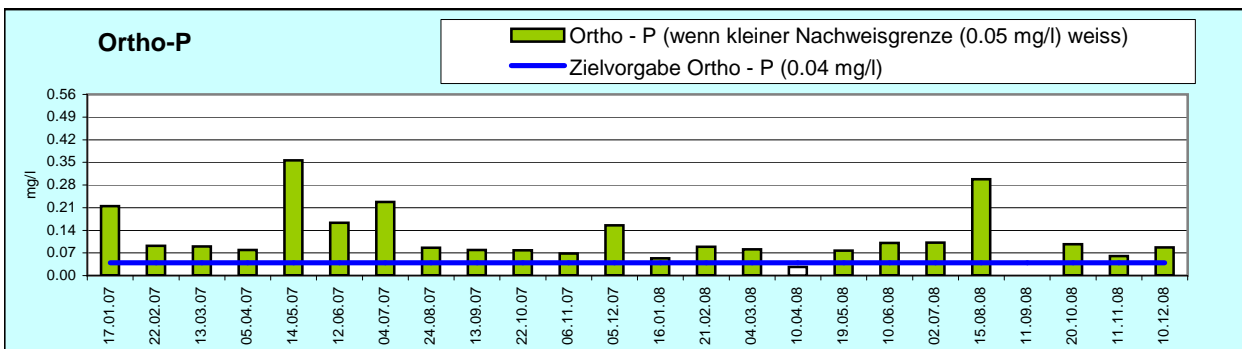
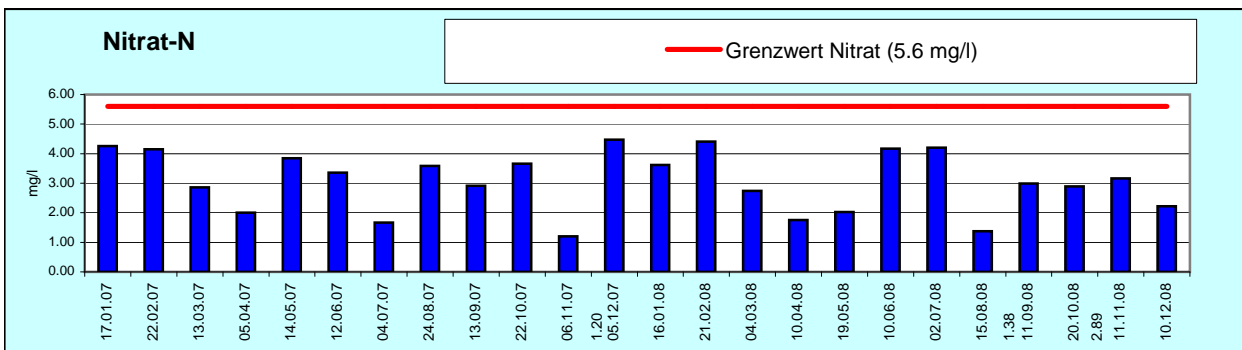
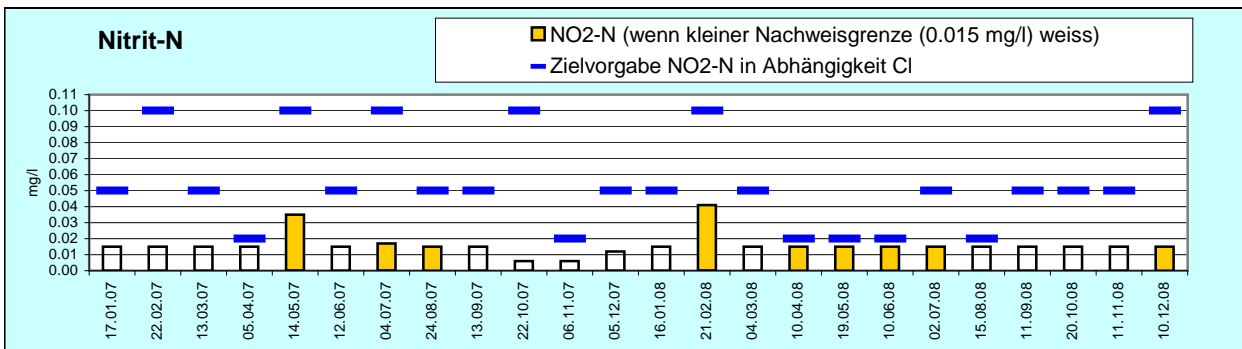
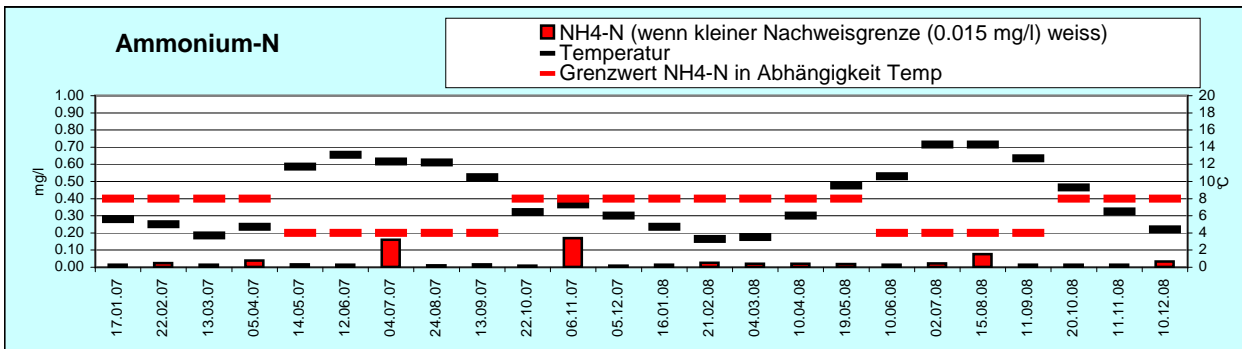
Gewässer:	Sonderbach	Messstellen Nr.:	3.2.2
Messstelle:	vor ARA Hundwil	Koordinaten:	742'350 247'880



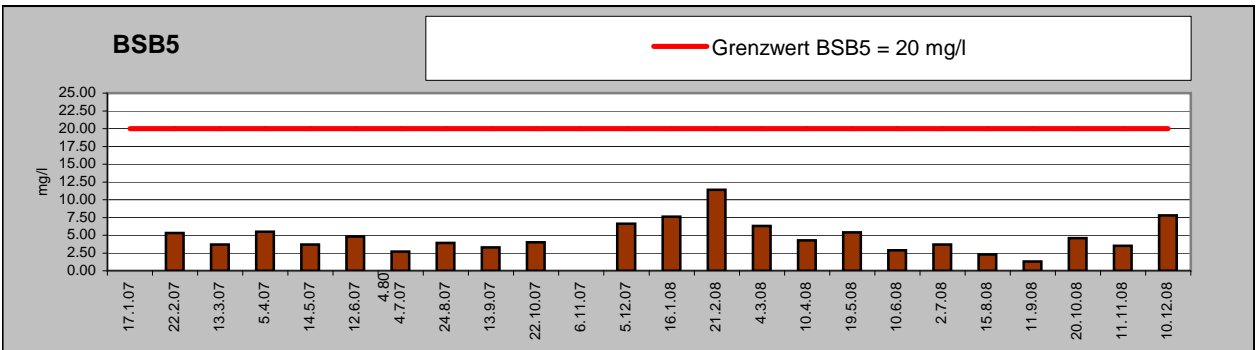
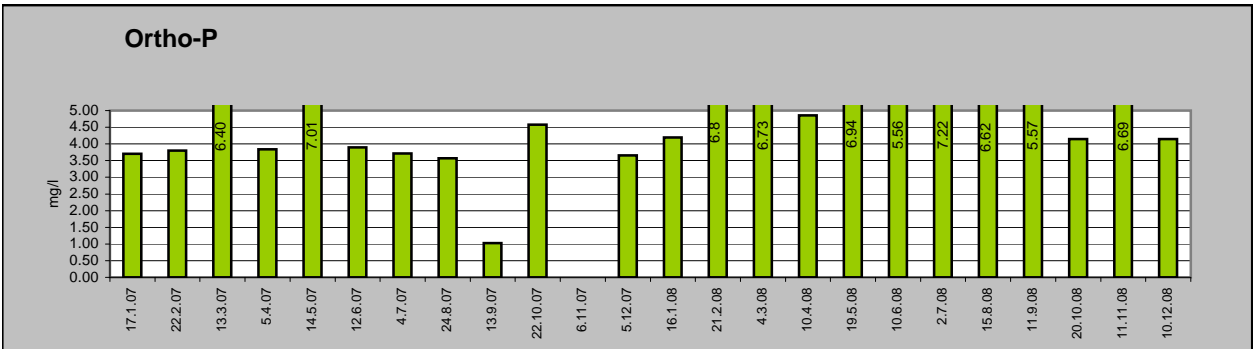
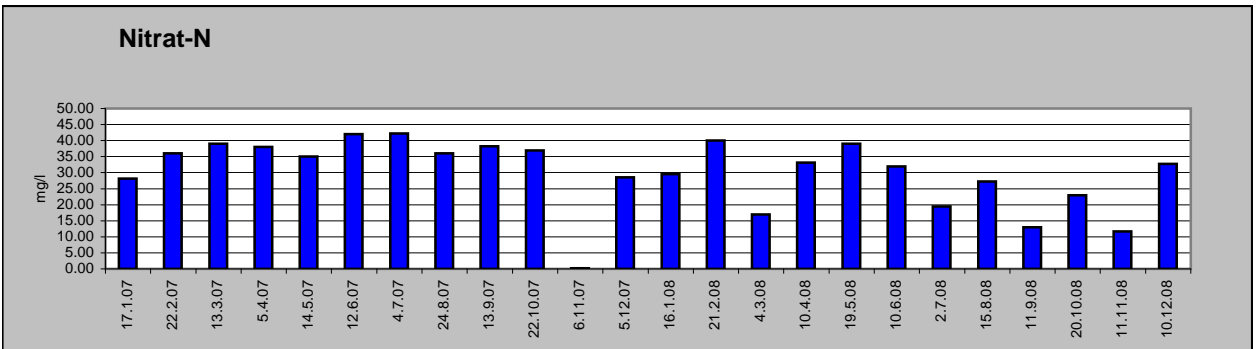
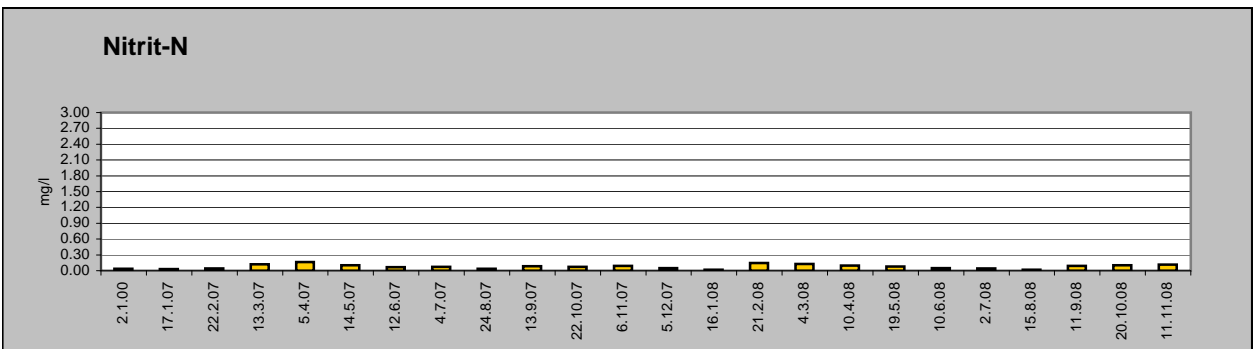
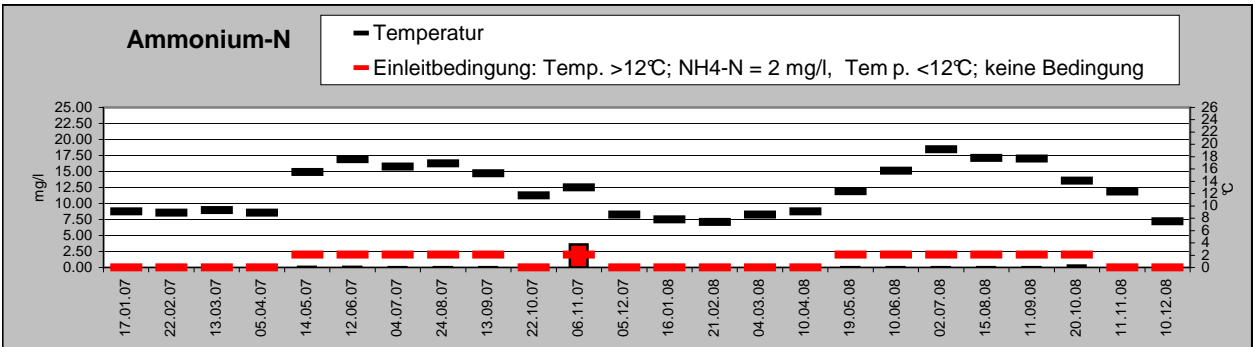
Gewässer: **Auslauf ARA Schmitte, Hundwil** Messstellen Nr.: **3.21A**
 Messstelle: **(Achtung grössere Skalen)**



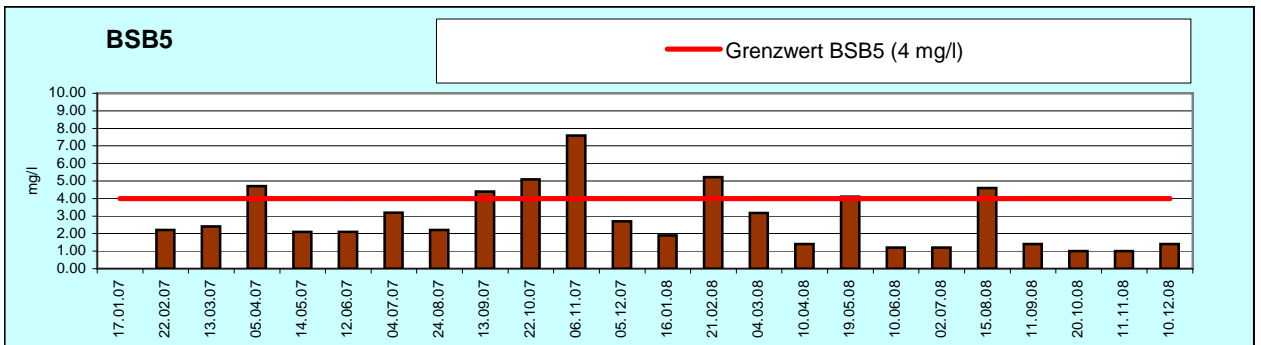
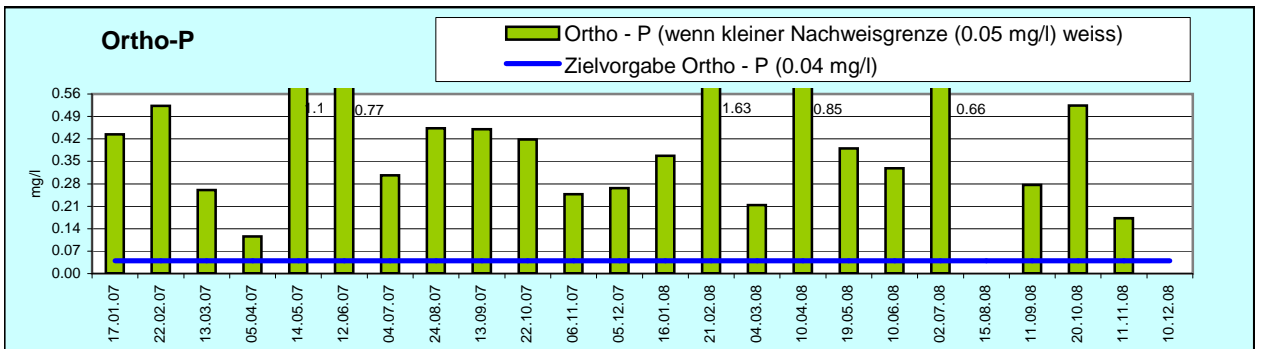
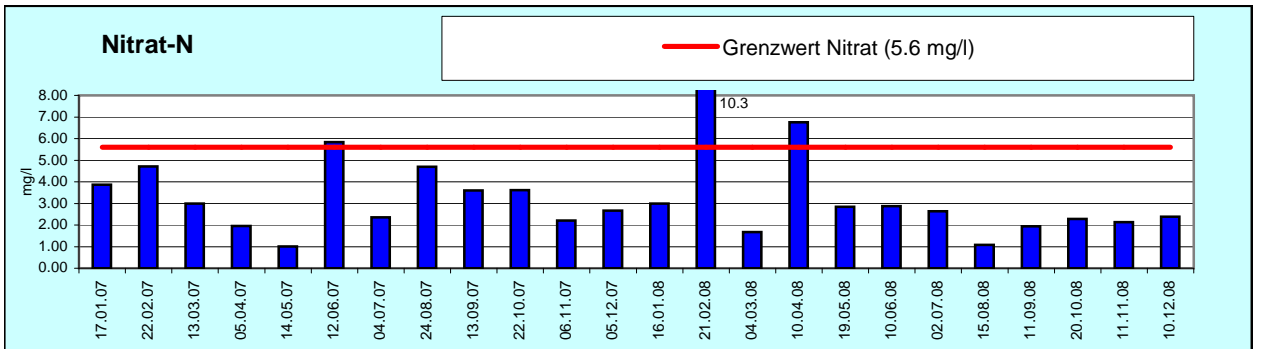
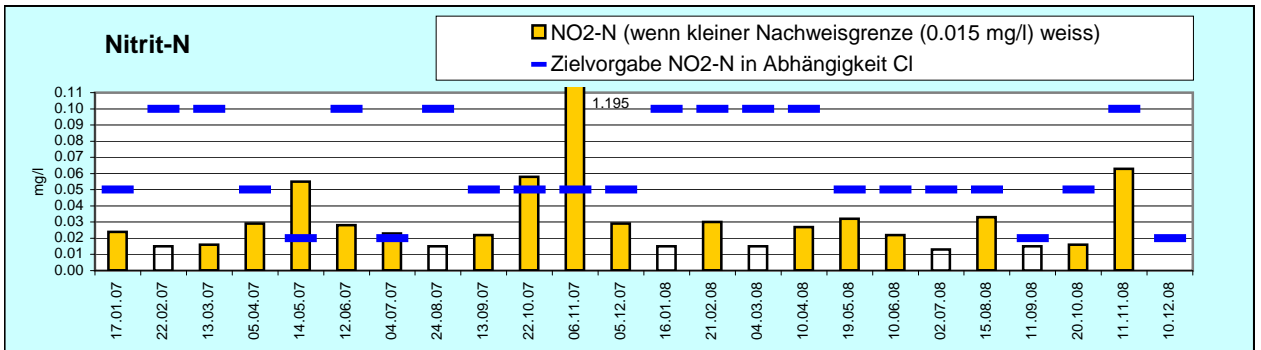
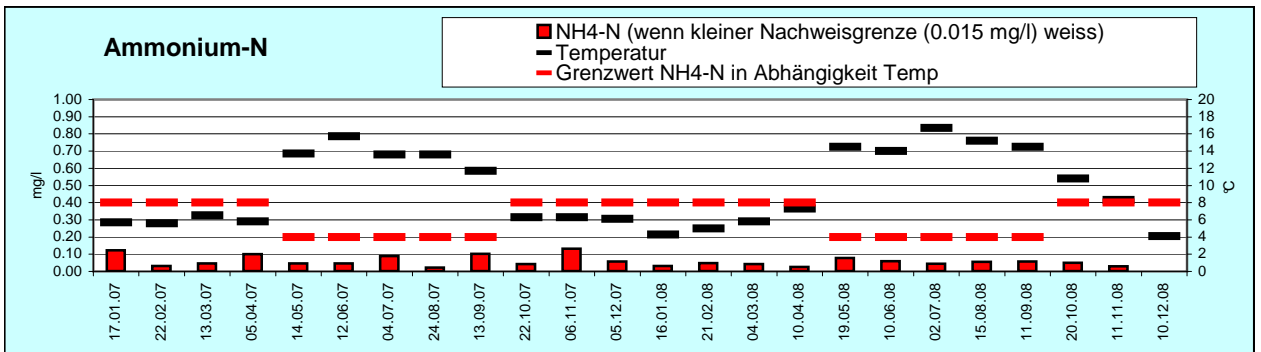
Gewässer:	Sonderbach	Messstellen Nr.:	3.2.1
Messstelle:	nach ARA Hundwil	Koordinaten:	742'340 248'000



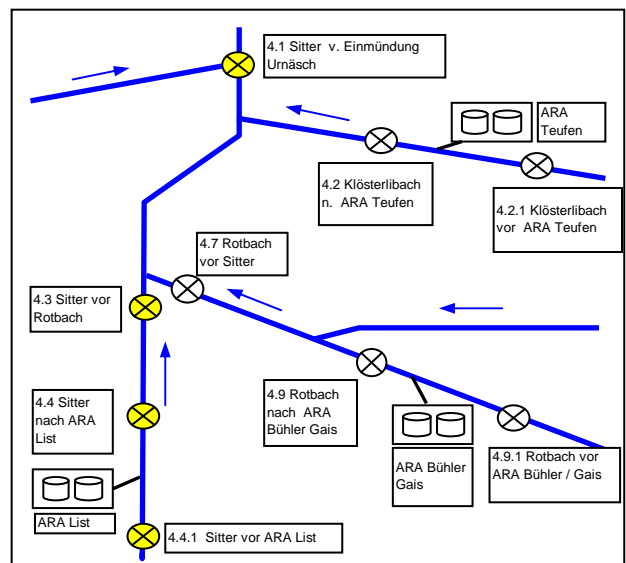
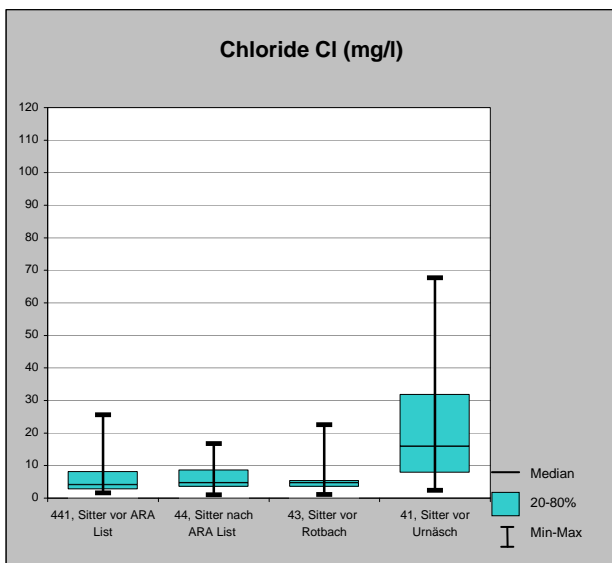
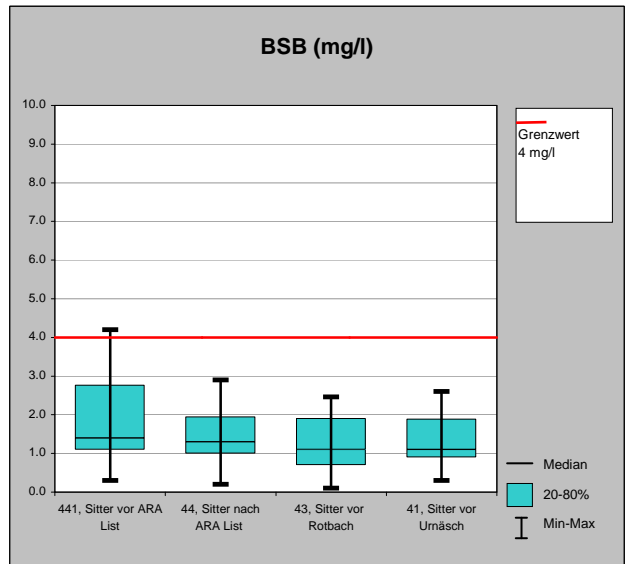
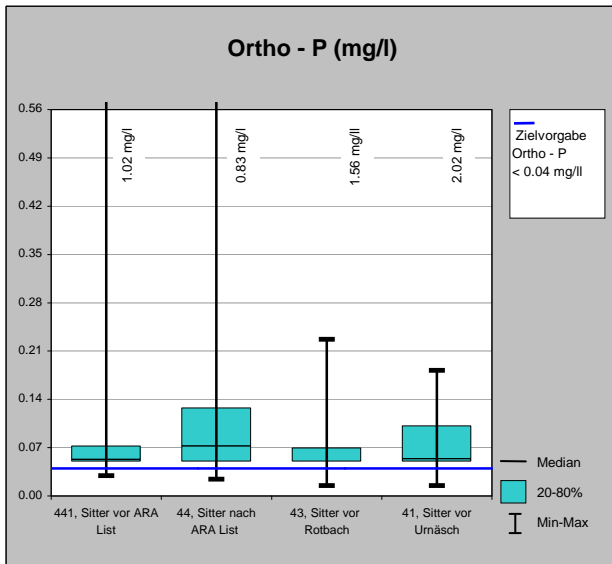
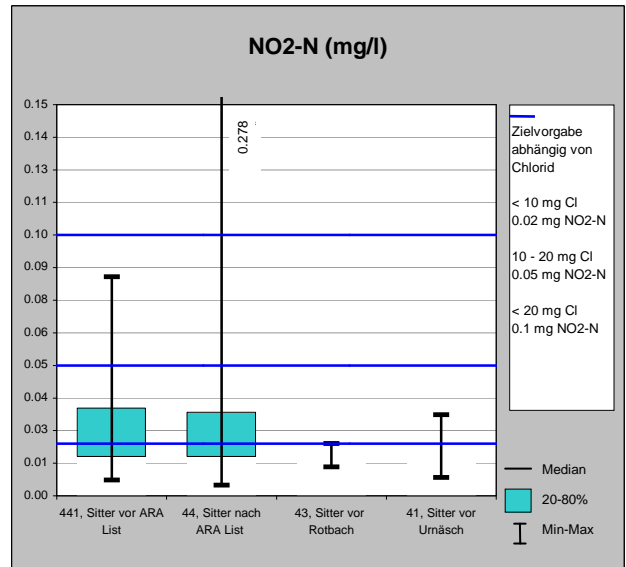
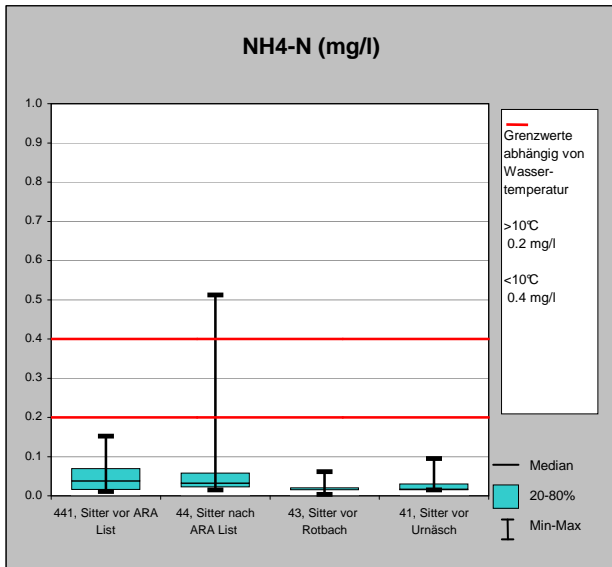
Gewässer: **Auslauf ARA Saum, Herisau** Messstellen Nr.: **2.8A**
 Messstelle: **Auslauf ARA Saum, Herisau** **(Achtung grössere Skalen)**



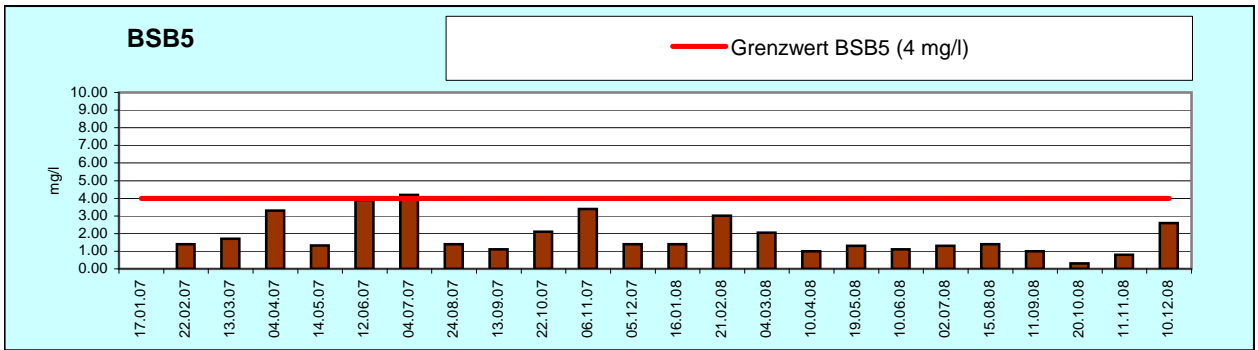
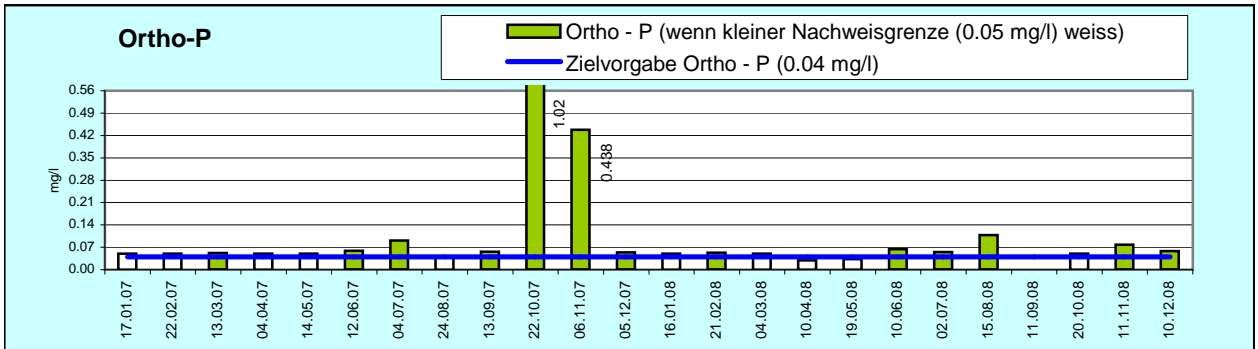
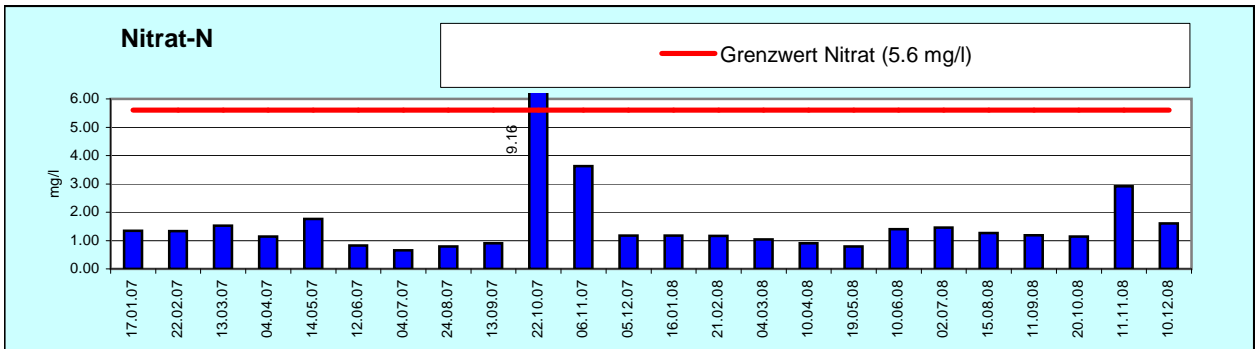
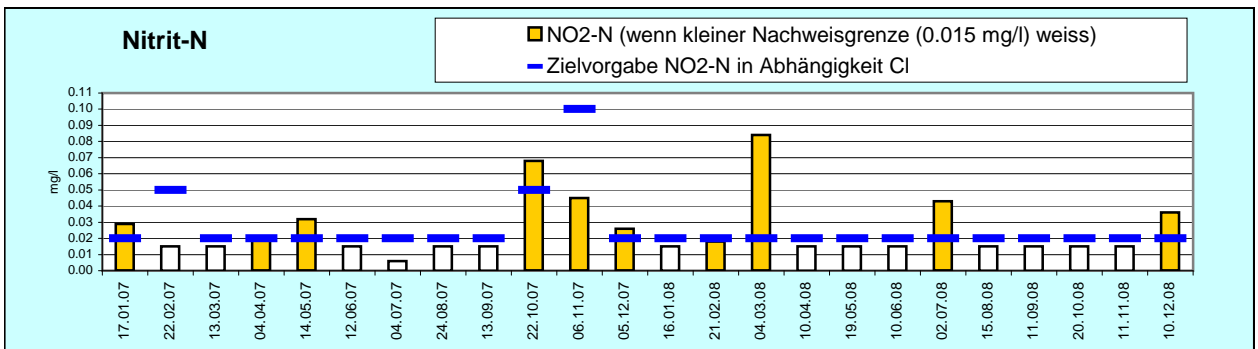
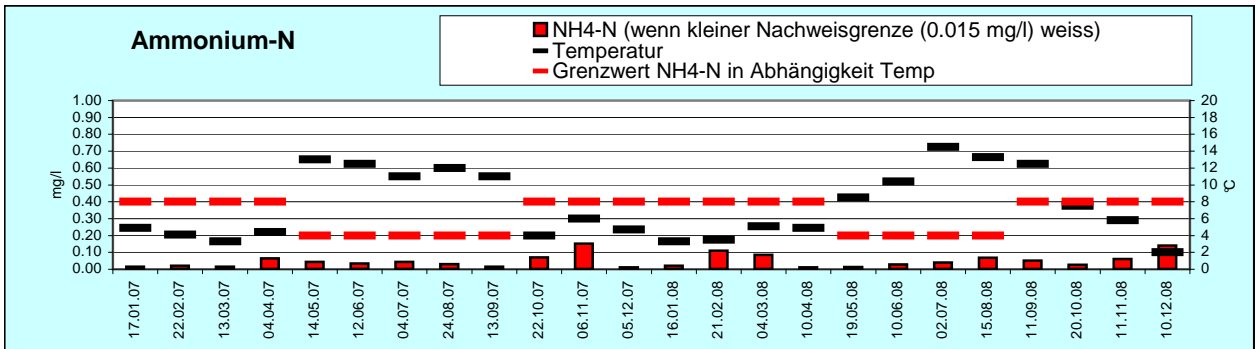
Gewässer:	Stösselbach	Messstellen Nr.:	2.8
Messstelle:	nach ARA Saum	Koordinaten:	740500 247100



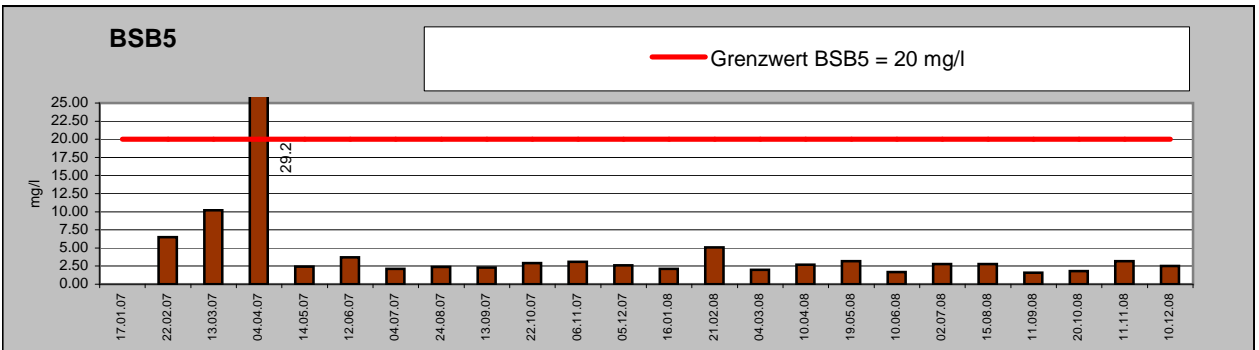
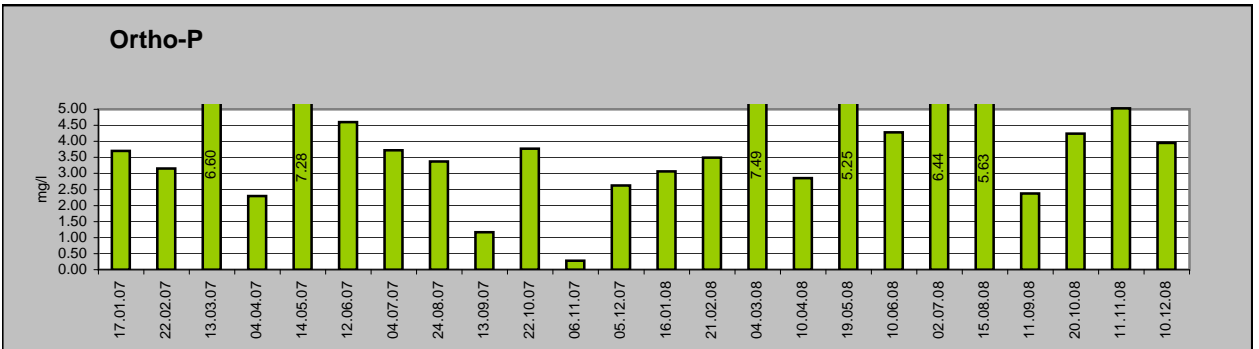
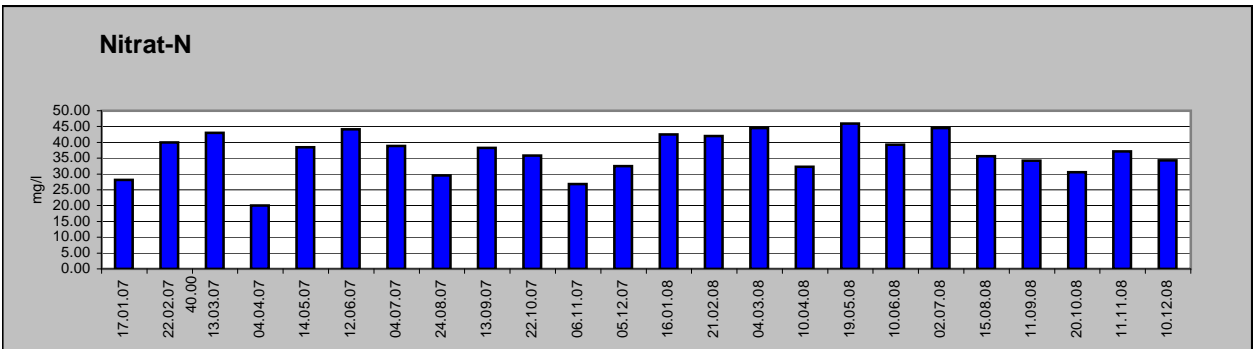
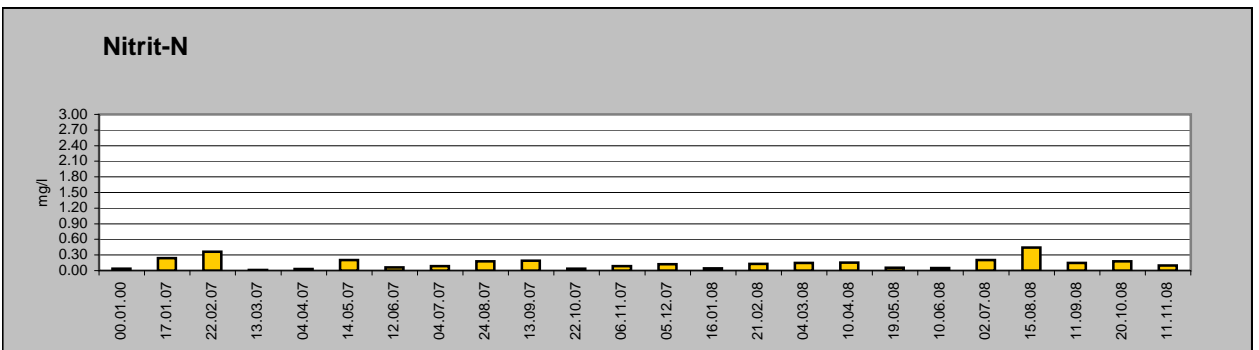
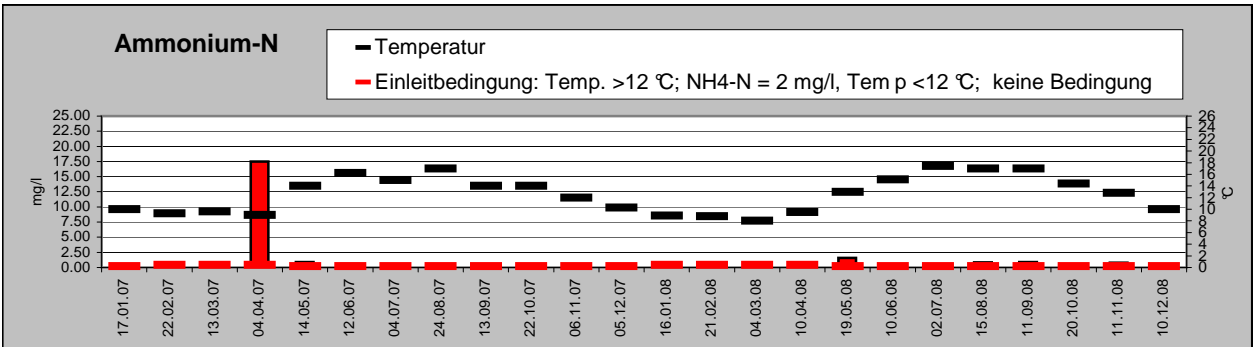
Einzugsgebiet: Sitter
Gewässer: Sitter
 Ohne Ausläufe Kläranlagen



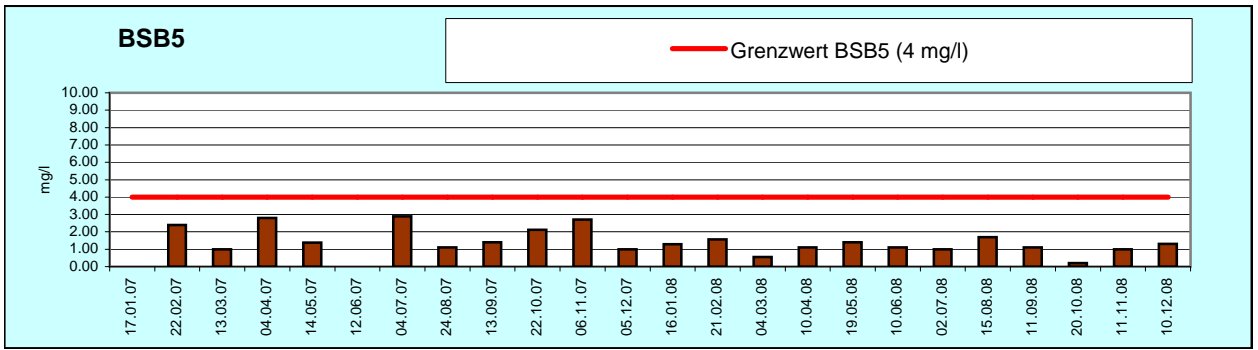
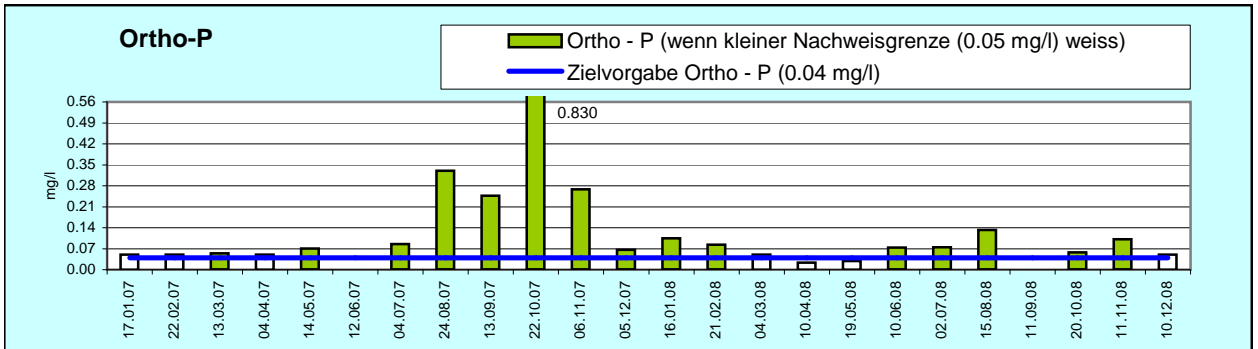
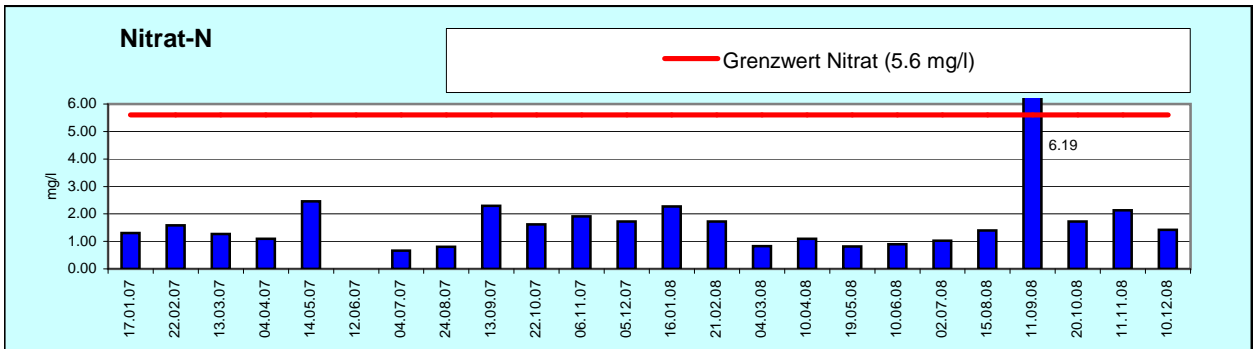
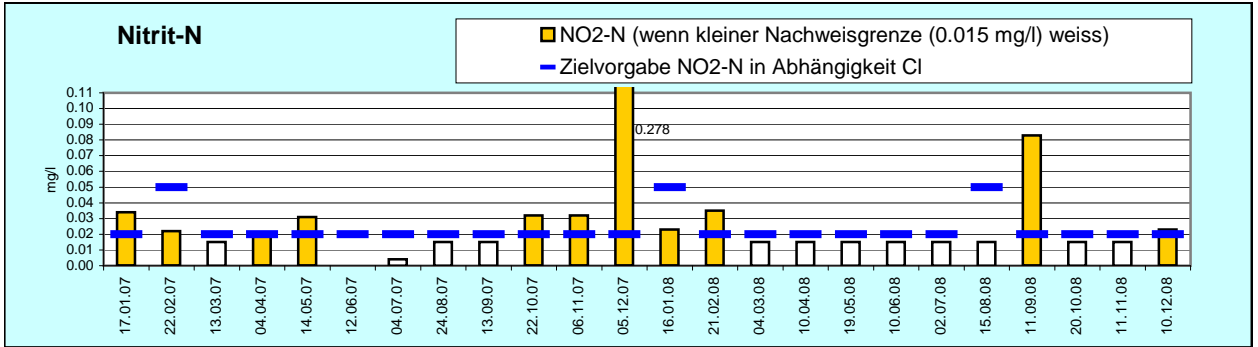
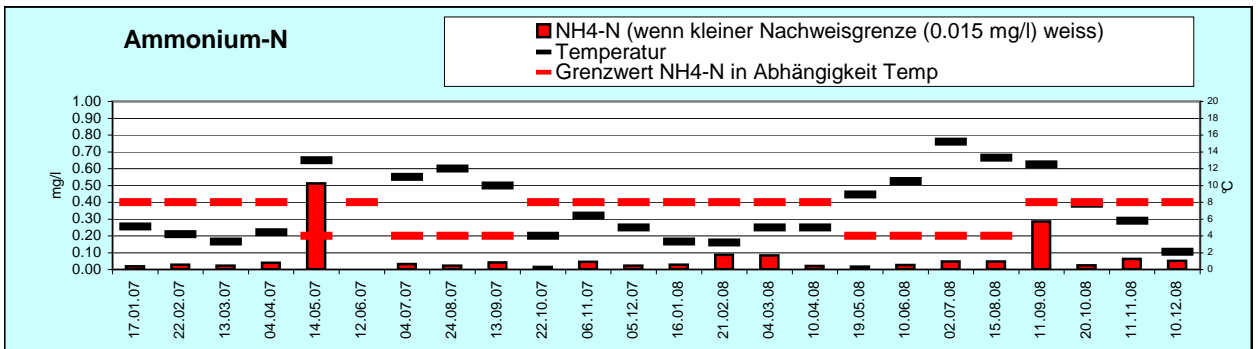
Gewässer:	Sitter	Messstellen Nr.:	4.4.1
Messstelle:	vor ARA List, Stein	Koordinaten:	742'460 251'710



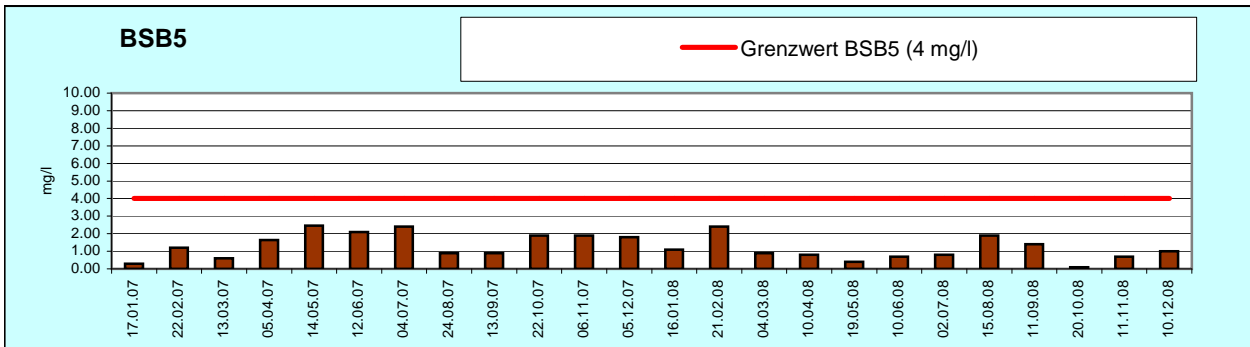
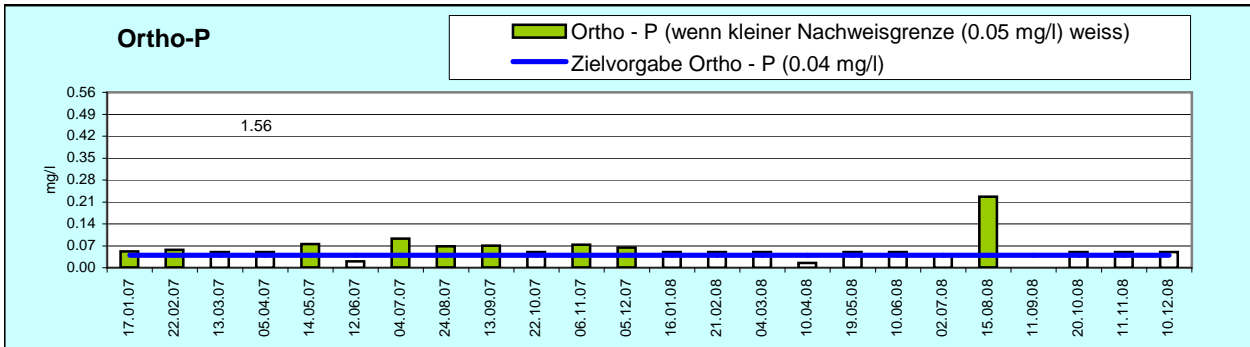
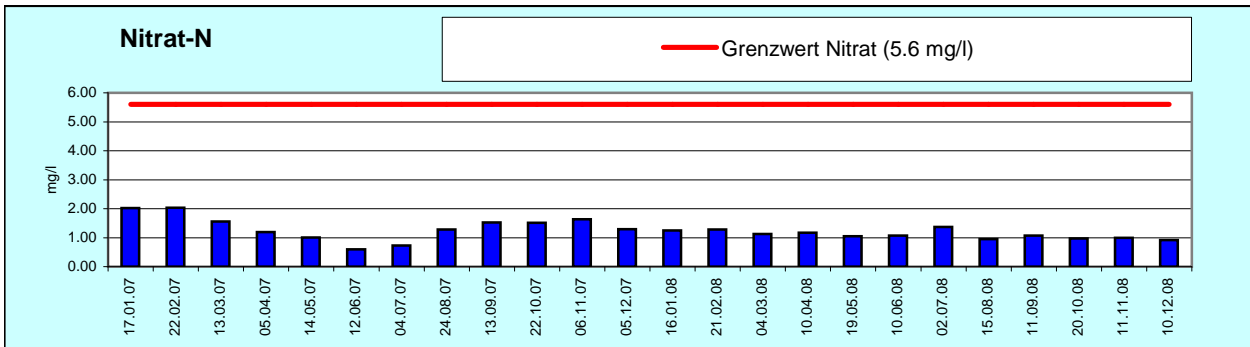
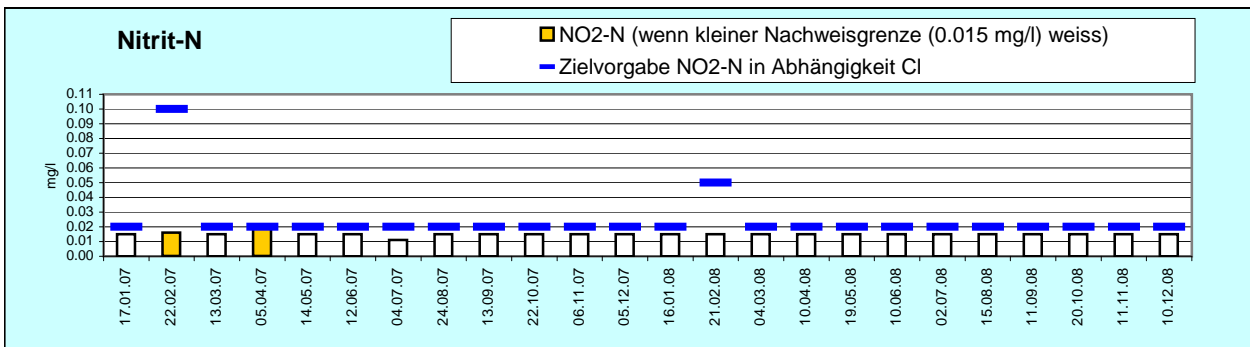
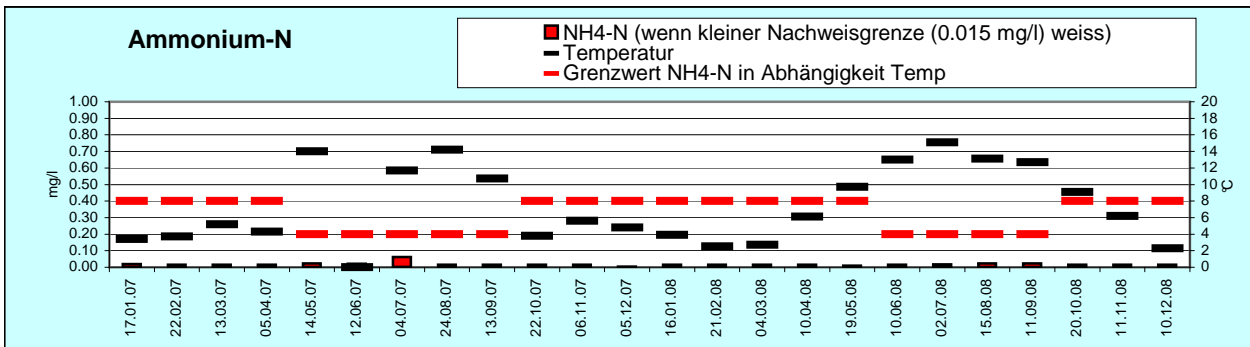
Gewässer: **Auslauf ARA List, Stein** Messstellen Nr.: **4.4A**
 Messstelle: **Auslauf ARA List, Stein** **(Achtung grössere Skalen)**



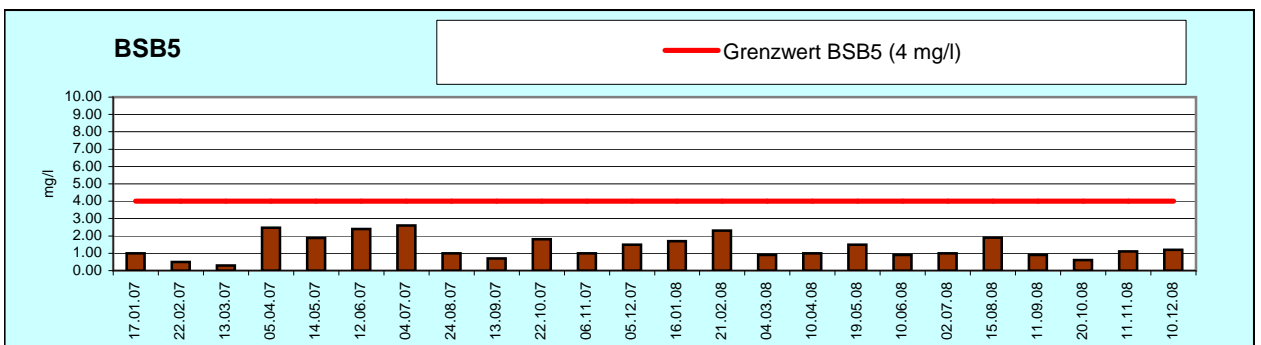
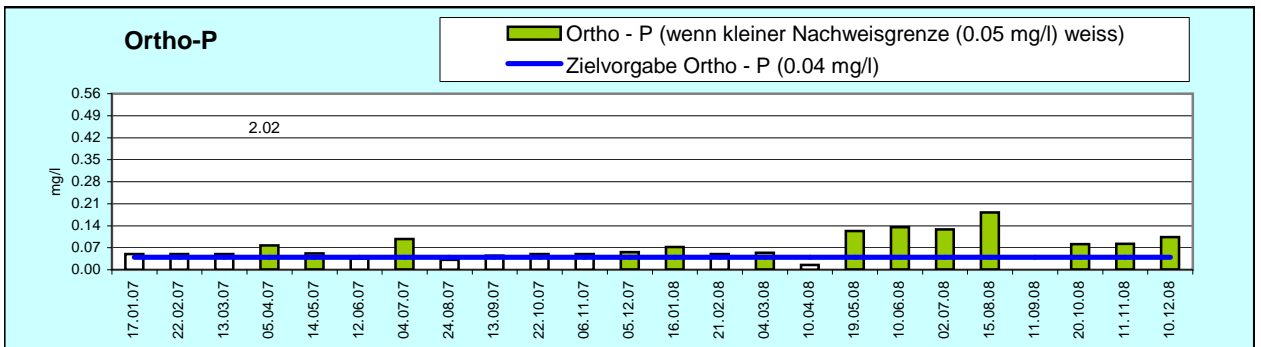
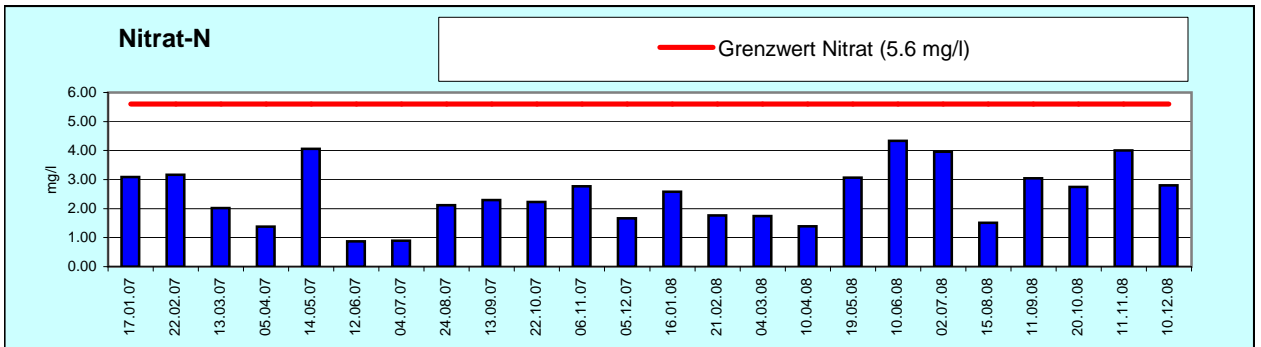
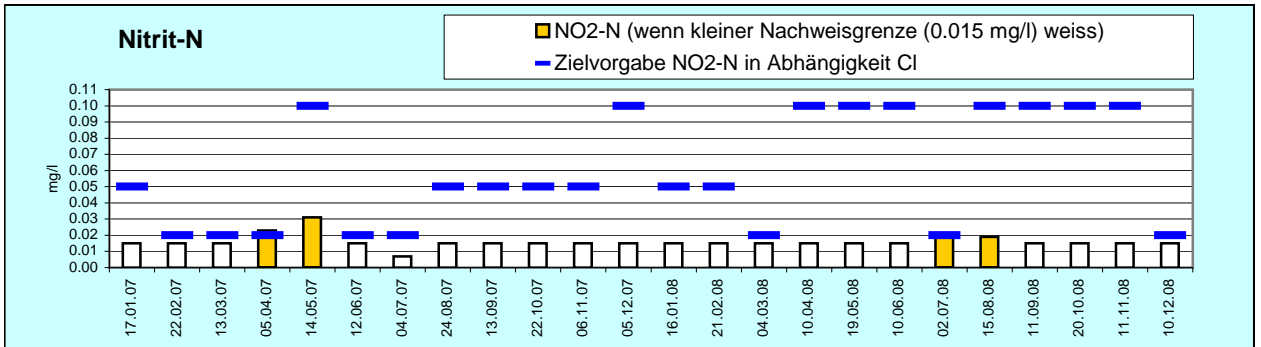
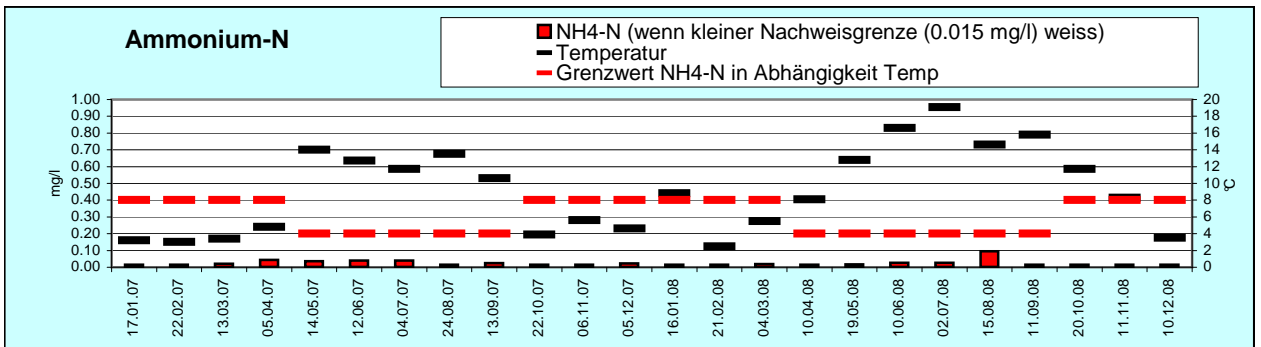
Gewässer:	Sitter	Messstellen Nr.:	4.4
Messstelle:	nach ARA List, Stein	Koordinaten:	742'460 251'710



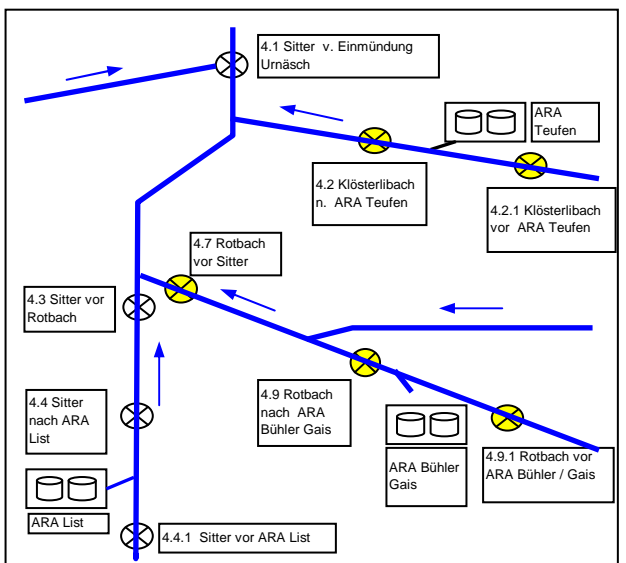
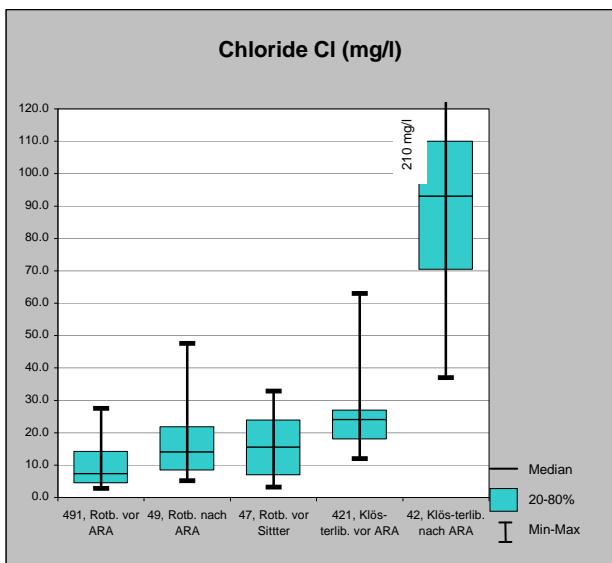
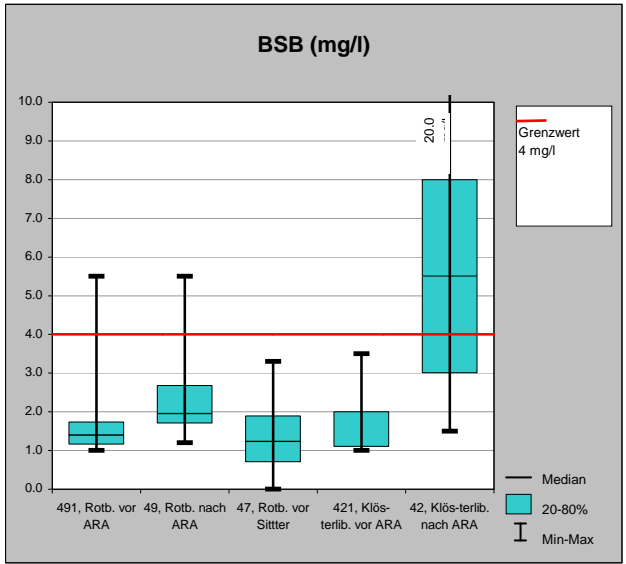
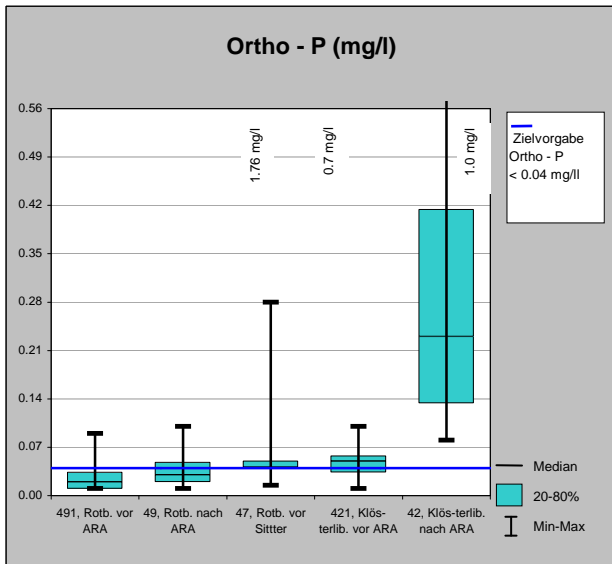
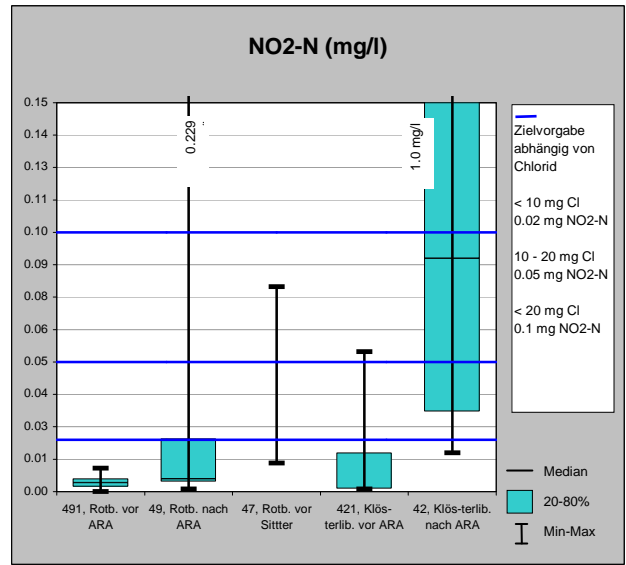
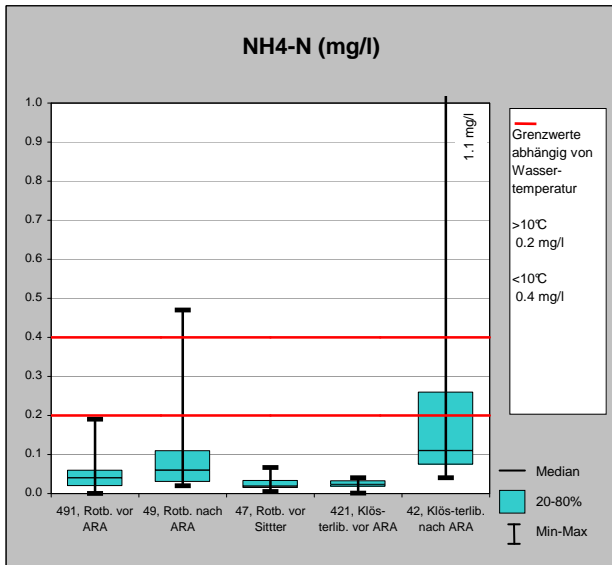
Gewässer:	Sitter	Messstellen Nr.:	4.3
Messstelle:	vor Einmündung Rotbach	Koordinaten:	742'460 251'710



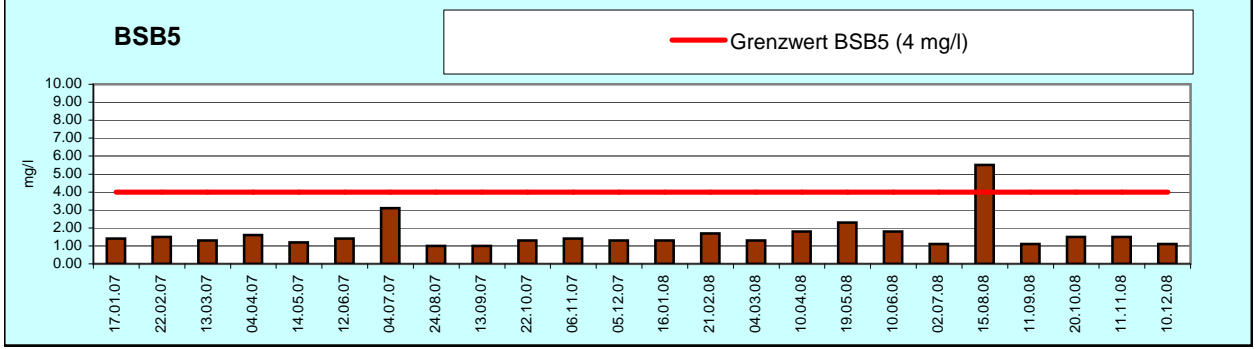
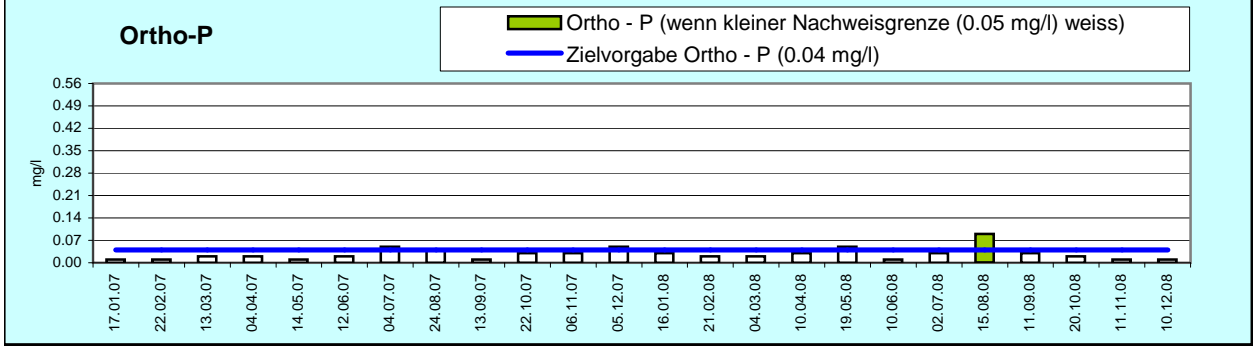
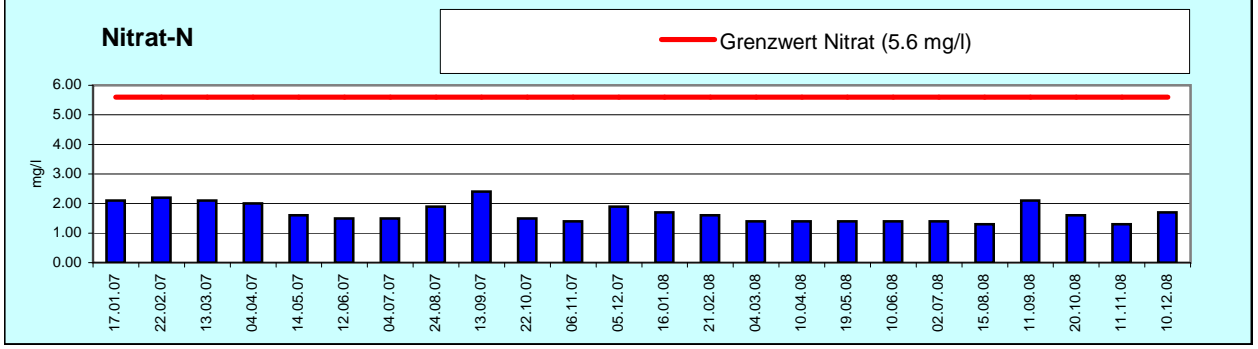
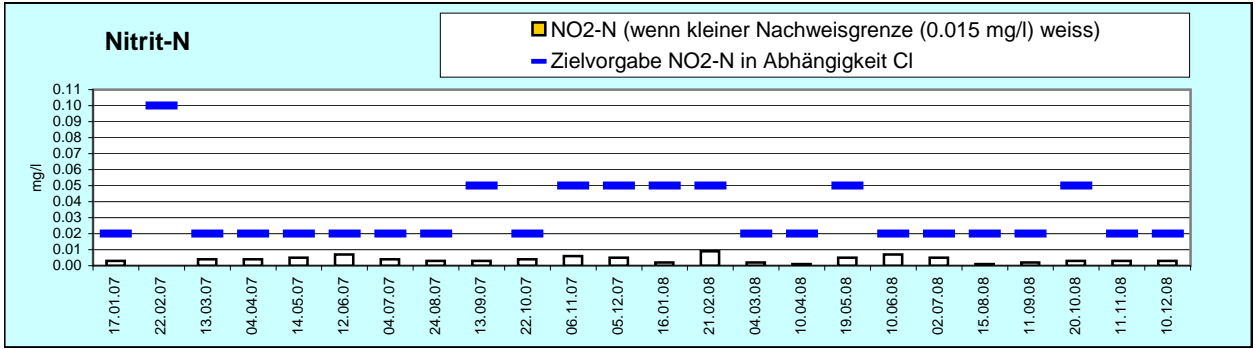
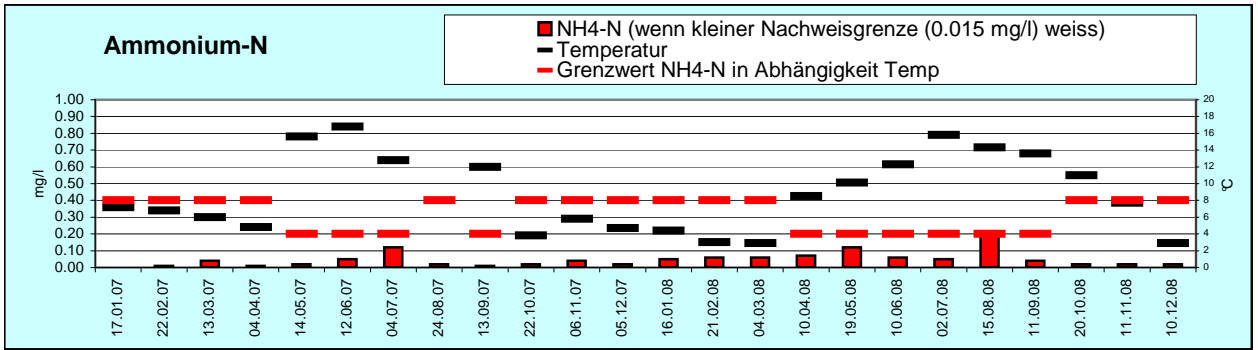
Gewässer:	Sitter	Messstellen Nr.:	4.1
Messstelle:	vor Einmündung Urnäsch	Koordinaten:	742'460 251'710



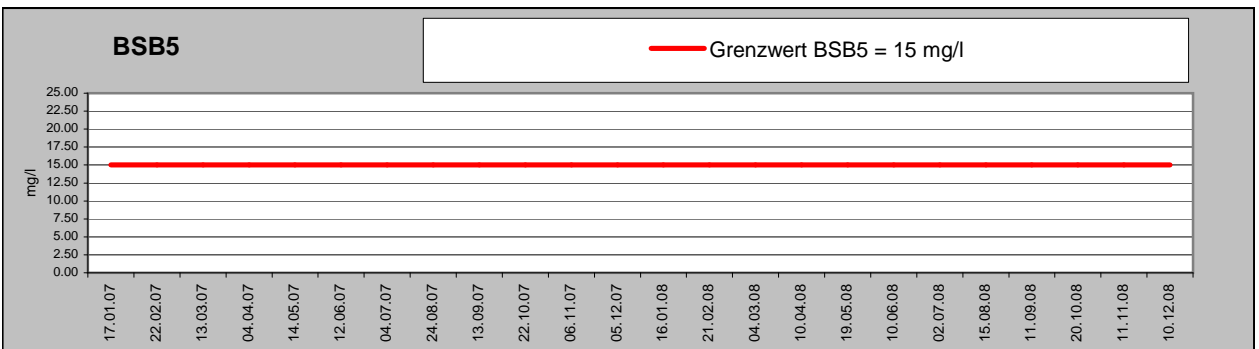
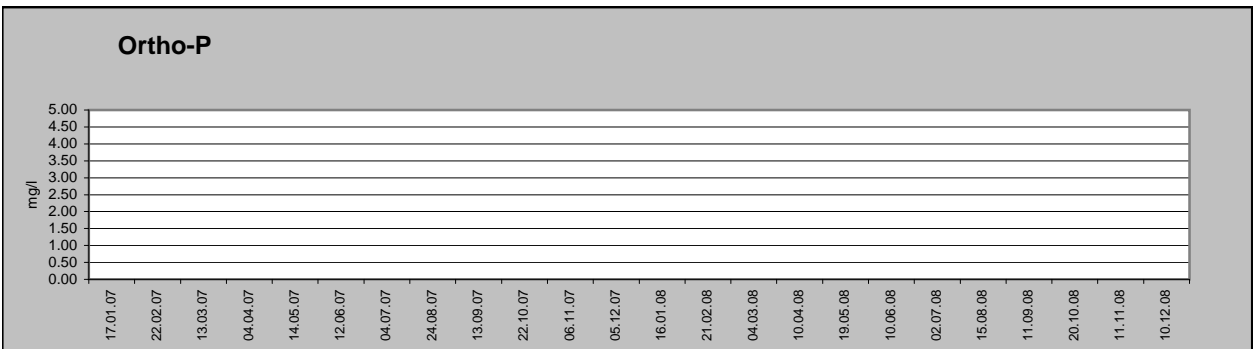
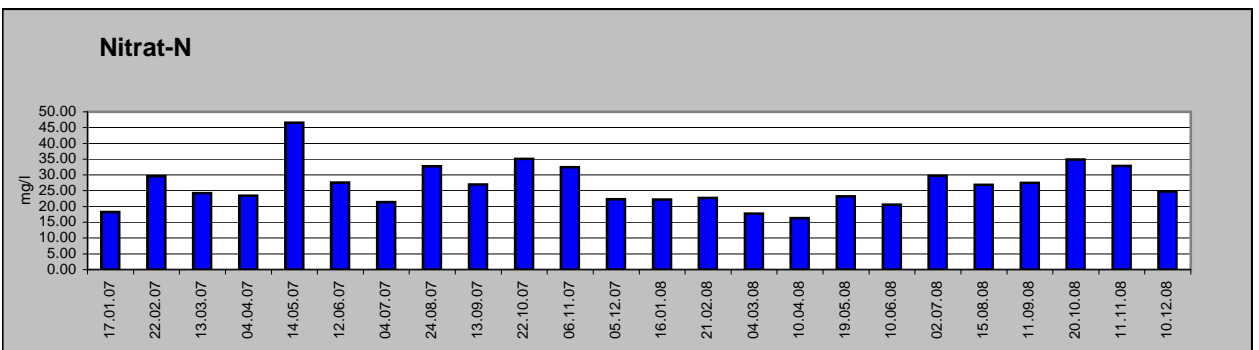
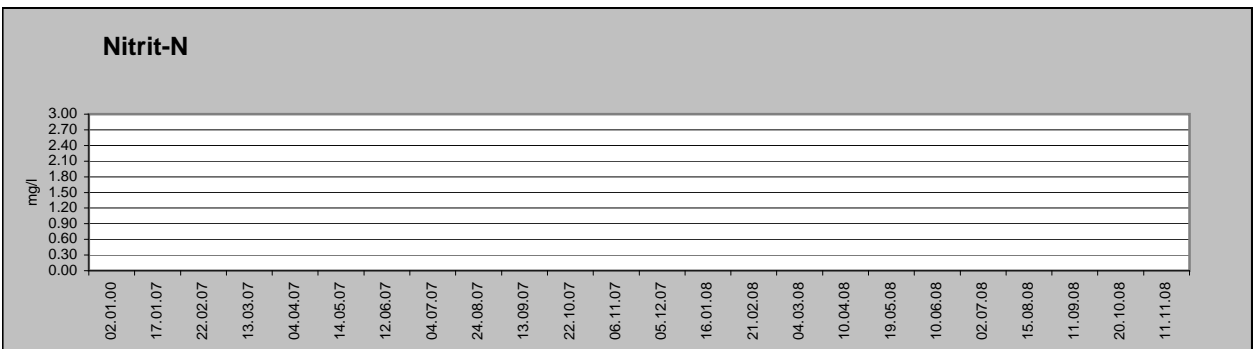
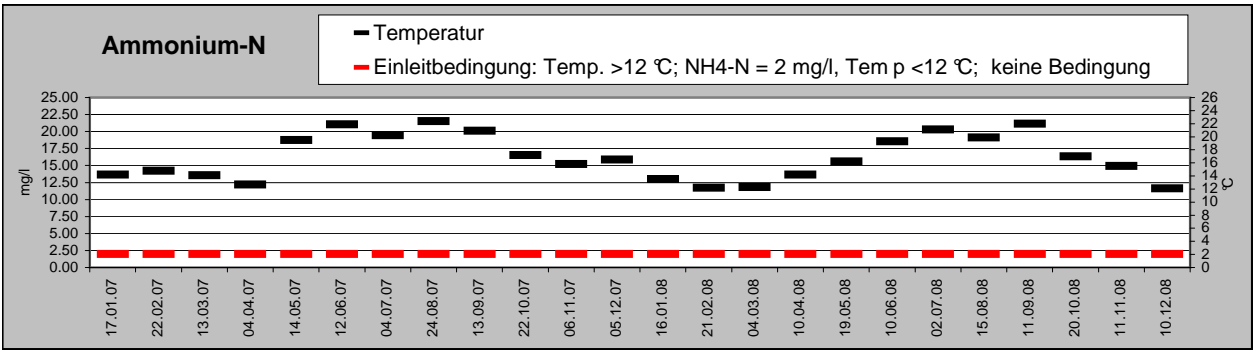
Einzugsgebiet: Sitter
Gewässer: Rotbach und Klösterlibach Ohne Ausläufe Kläranlagen



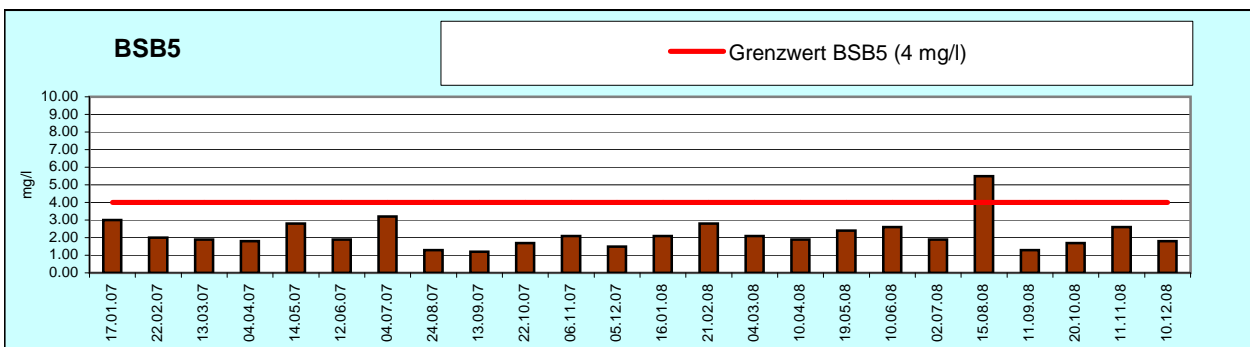
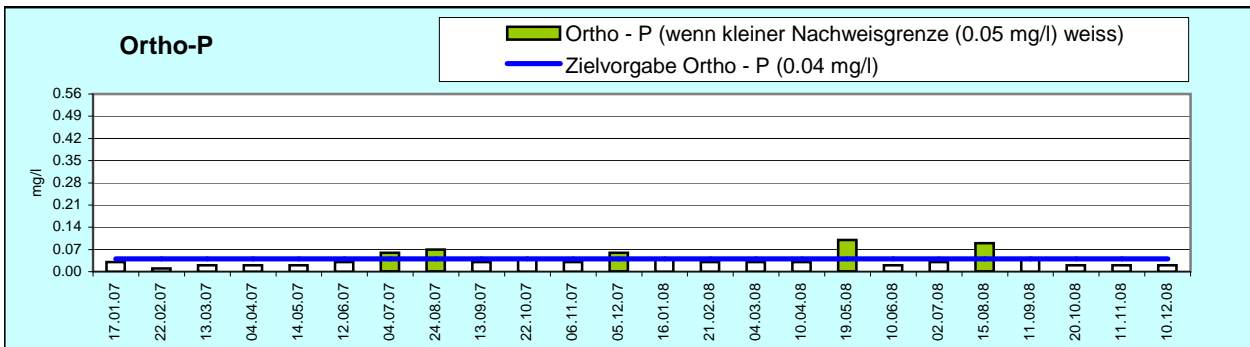
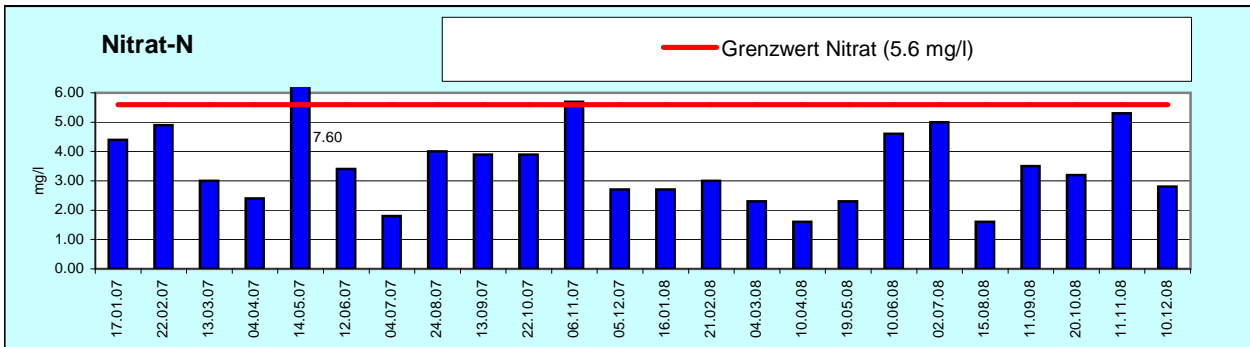
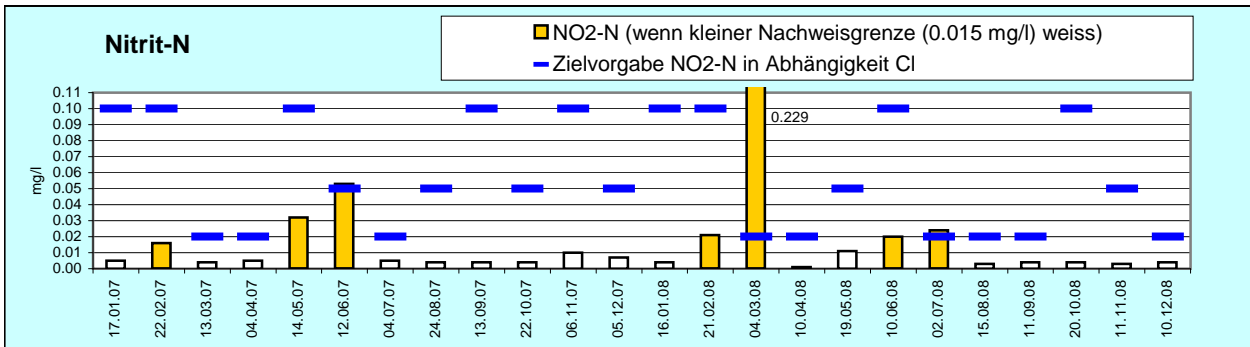
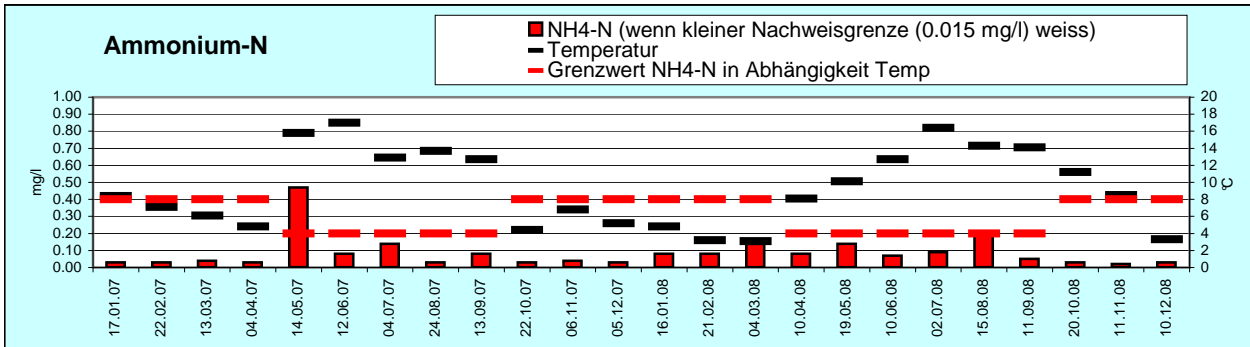
Gewässer:	Rotbach	Messstellen Nr.:	4.9.1
Messstelle:	vor ARA Bühler / Gais	Koordinaten:	742'460 251'710



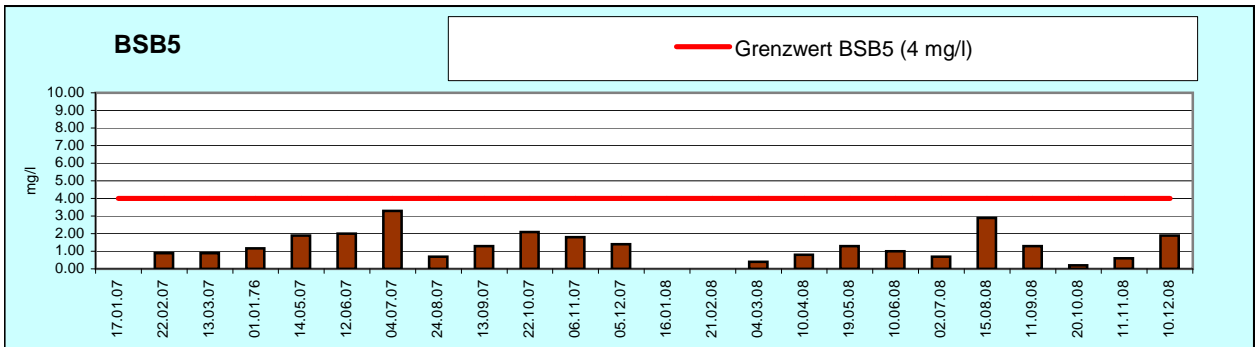
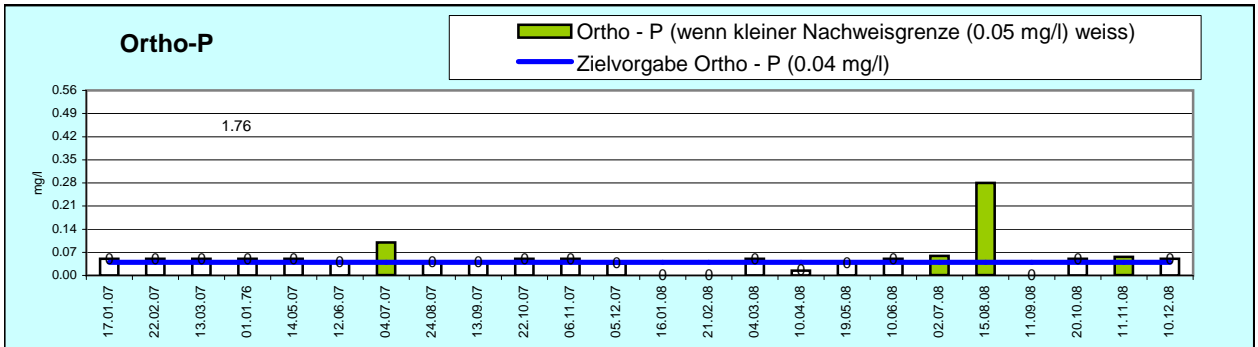
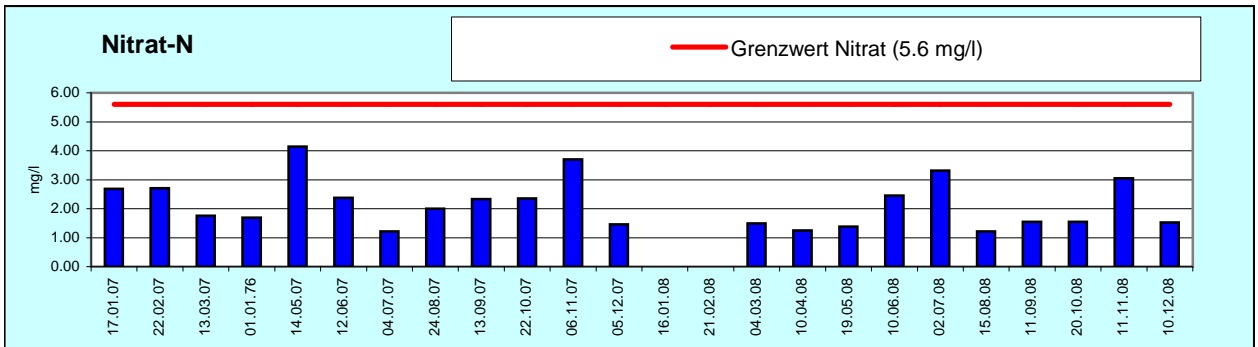
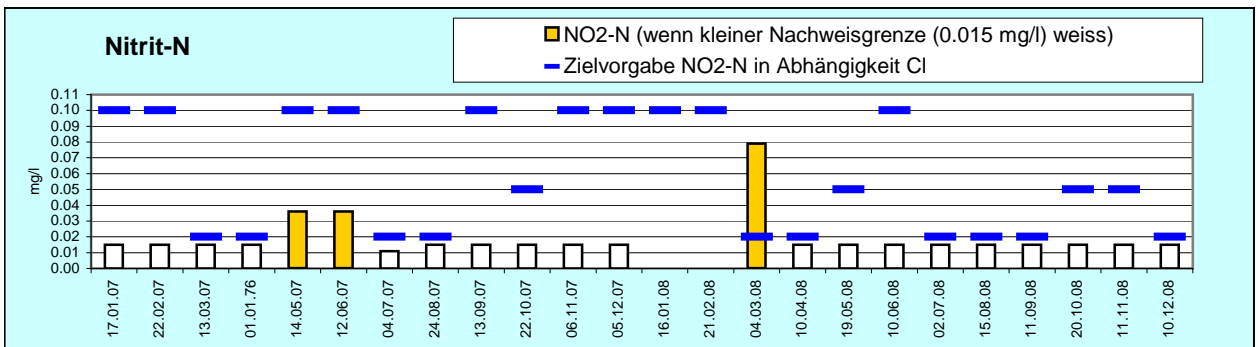
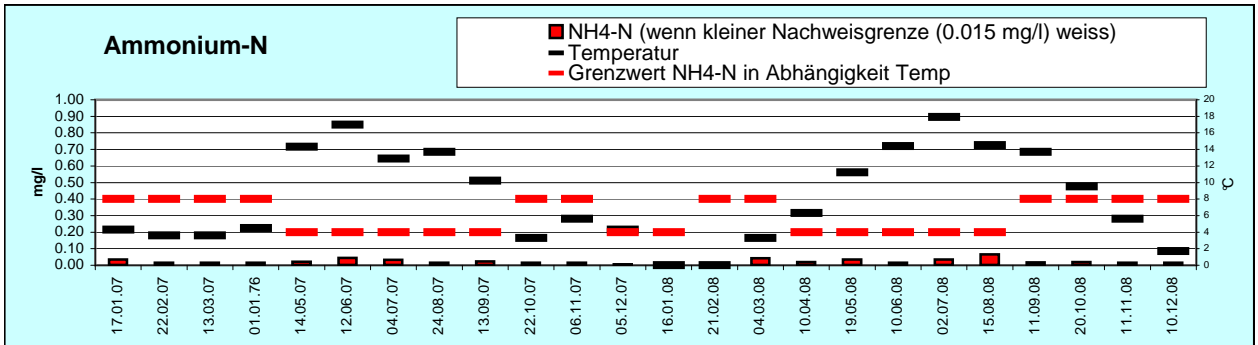
Gewässer: **Auslauf ARA Au, Bühler / Gais** Messstellen Nr.: **4.9A**
 Messstelle: **(Achtung grössere Skalen)**



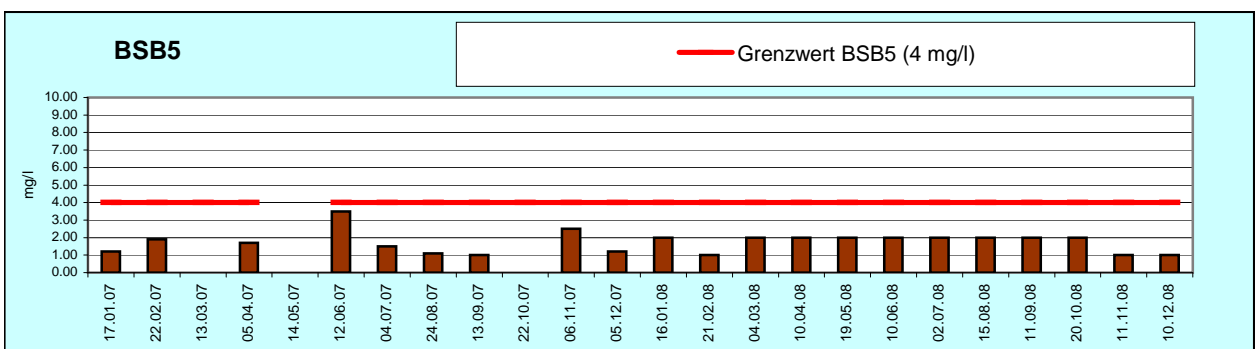
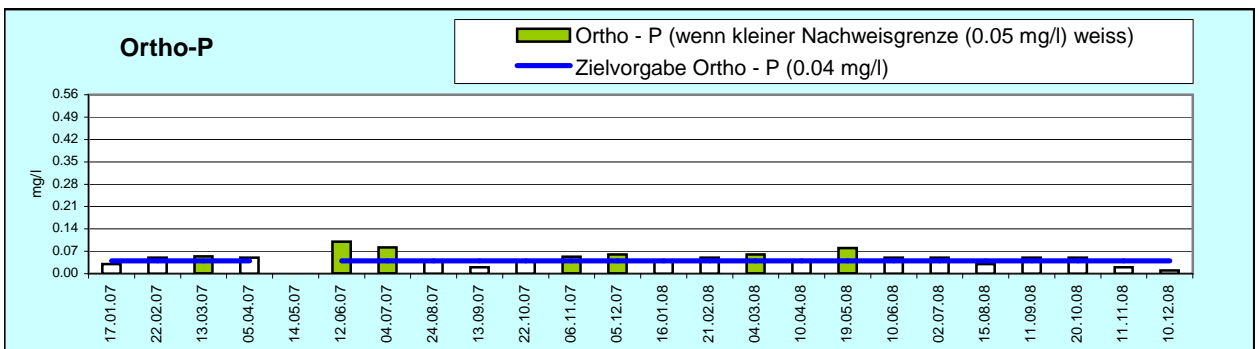
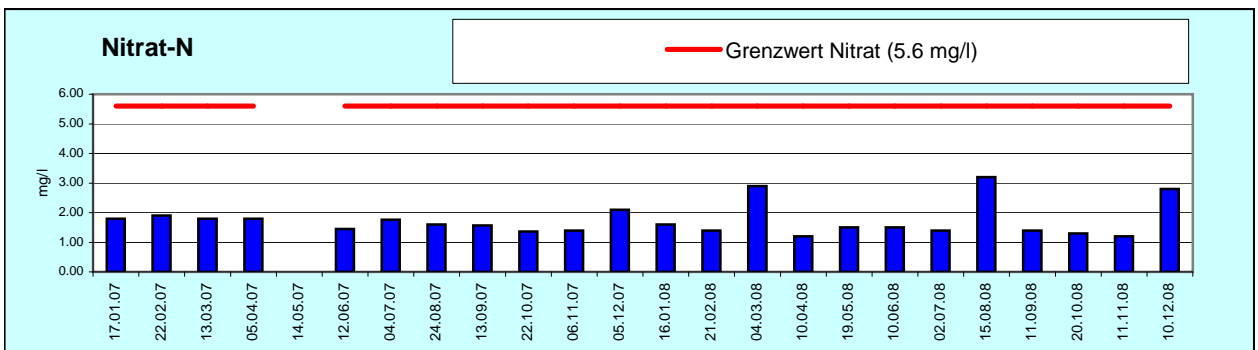
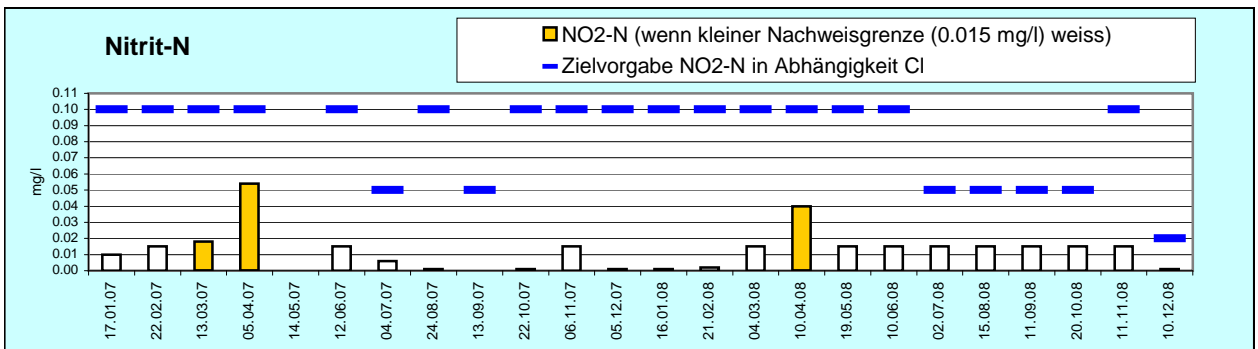
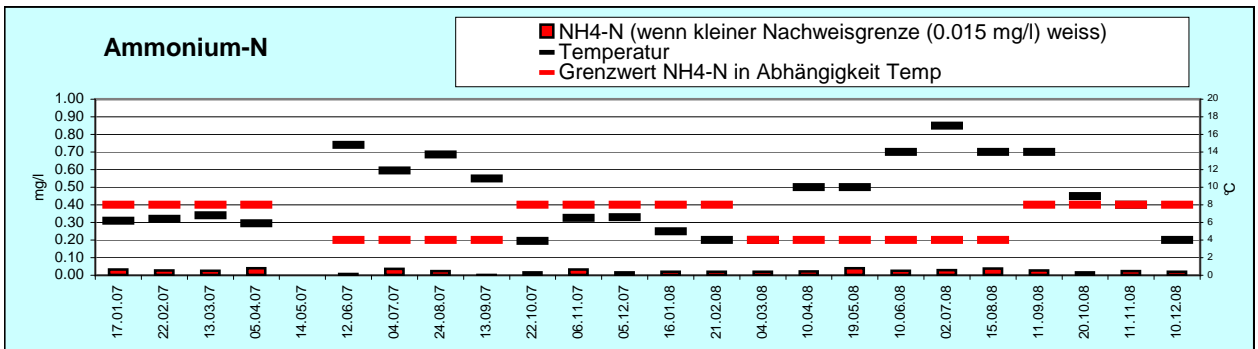
Gewässer:	Rotbach	Messstellen Nr.:	4.9
Messstelle:	nach ARA Bühler Gais	Koordinaten:	742'460 251'710



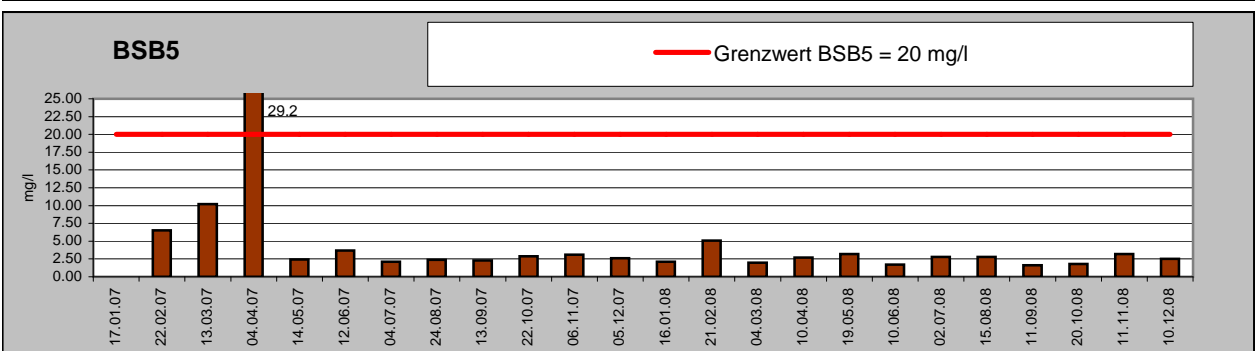
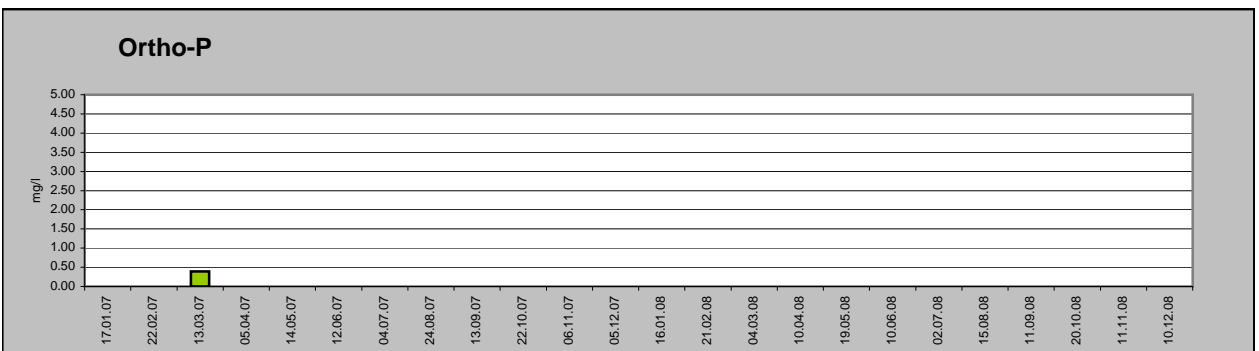
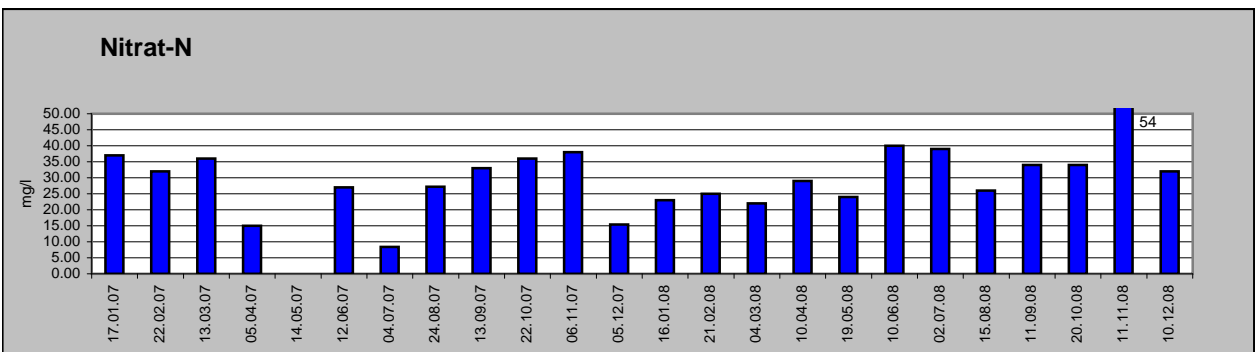
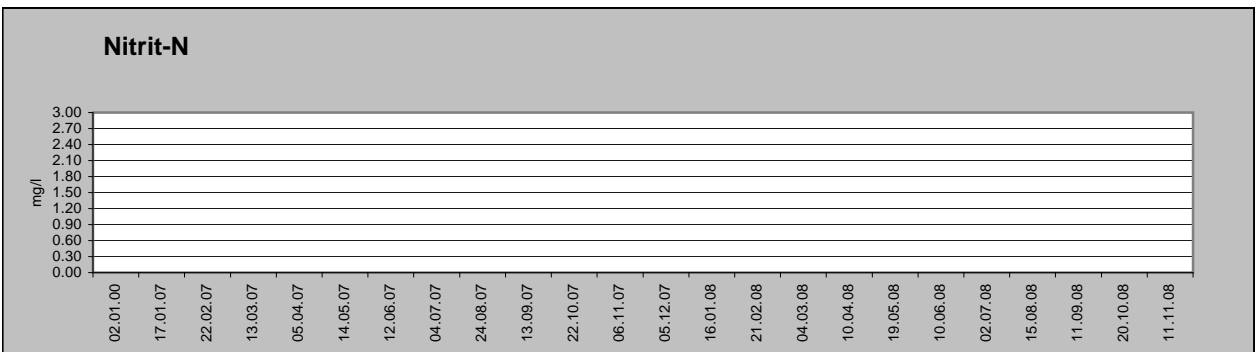
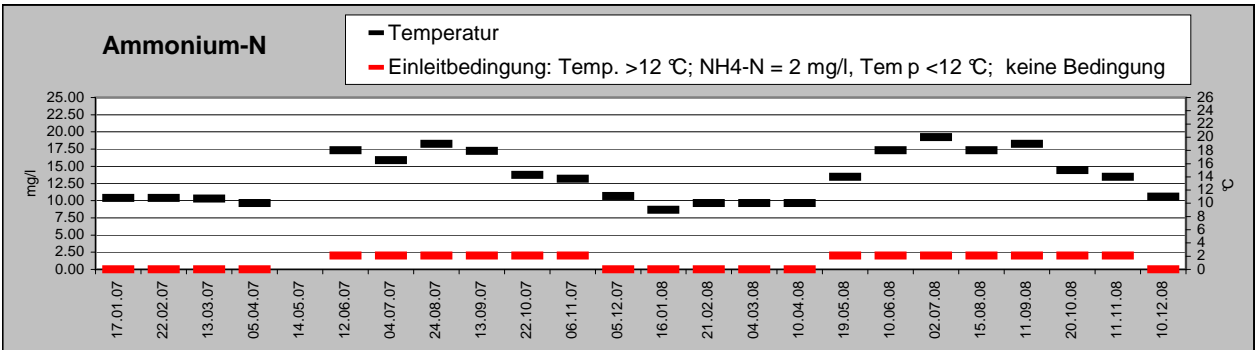
Gewässer: **Rotbach** Messstellen Nr.: **4.7**
 Messstelle: **vor Mündung in Sitter** Koordinaten: **742'460 251'710**



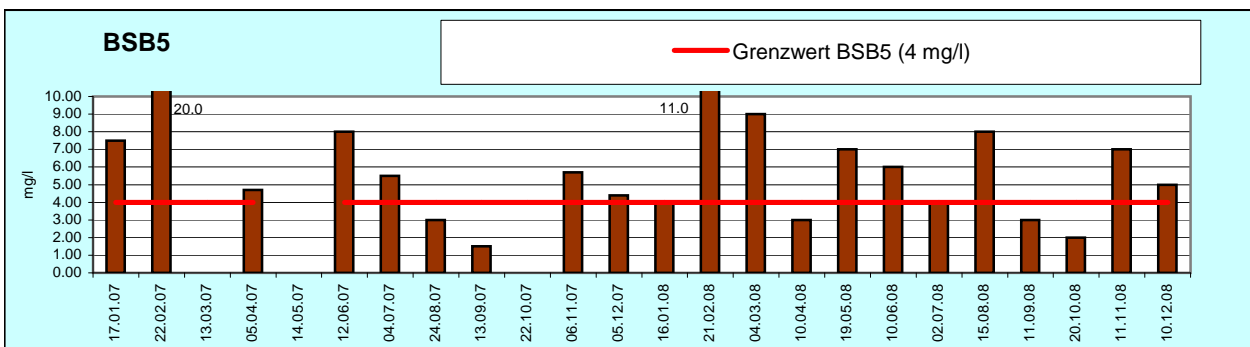
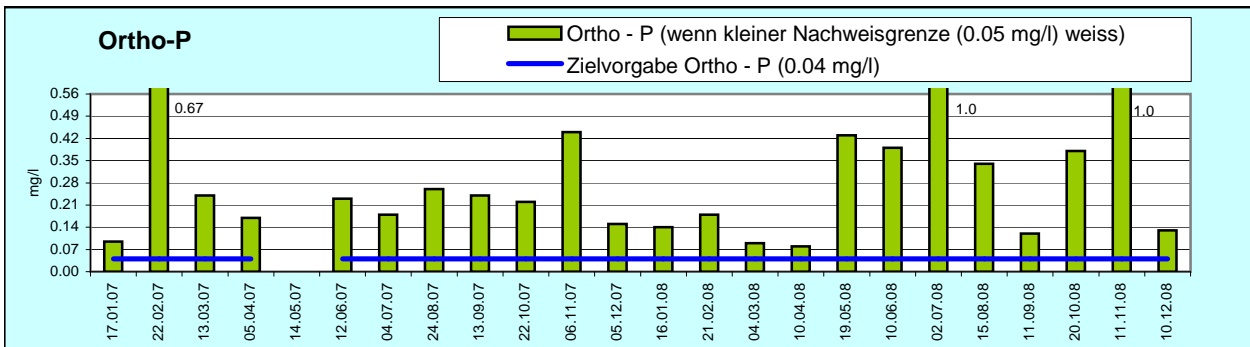
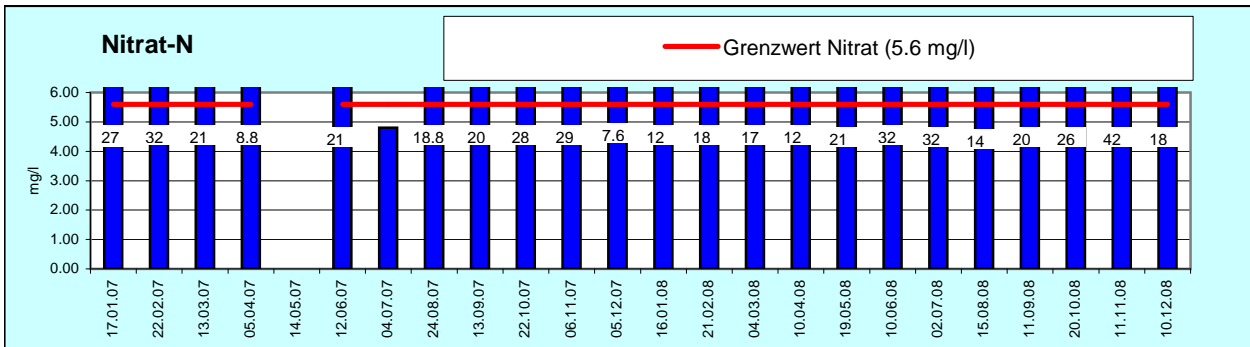
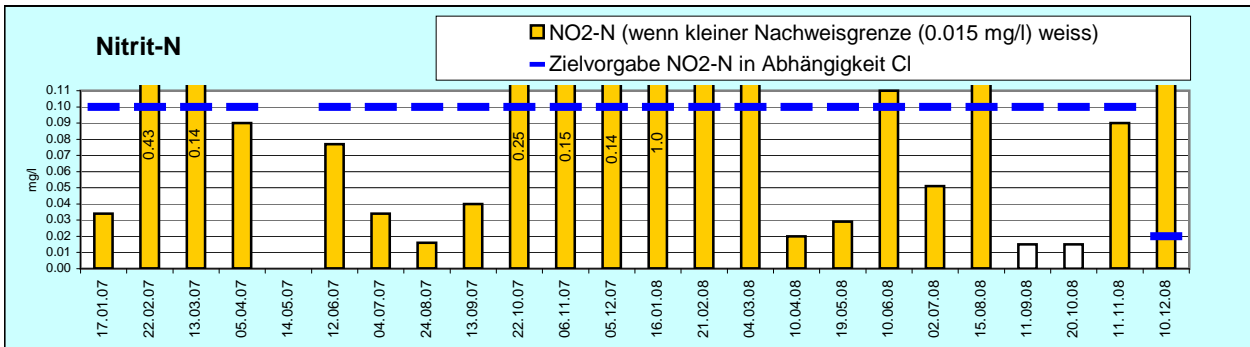
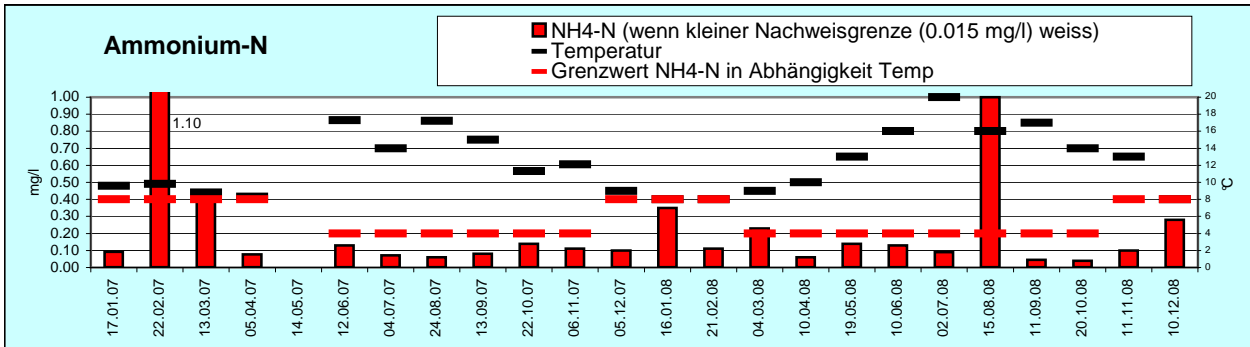
Gewässer:	Klösterlibach	Messstellen Nr.:	4.2.1
Messstelle:	vor ARA Teufen	Koordinaten:	742'460 251'710



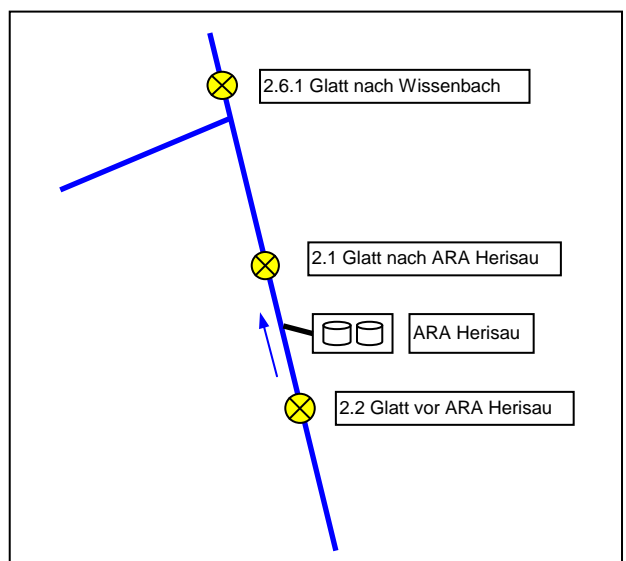
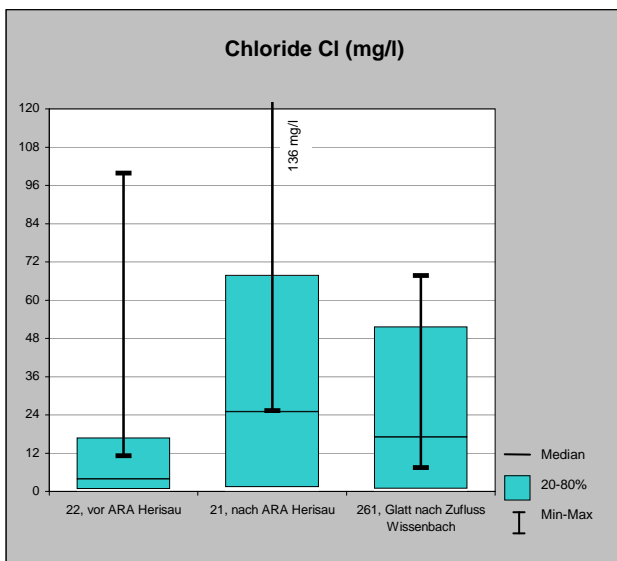
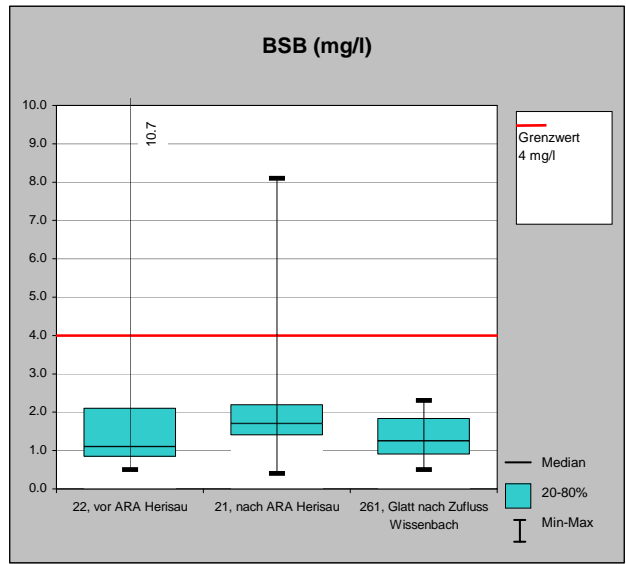
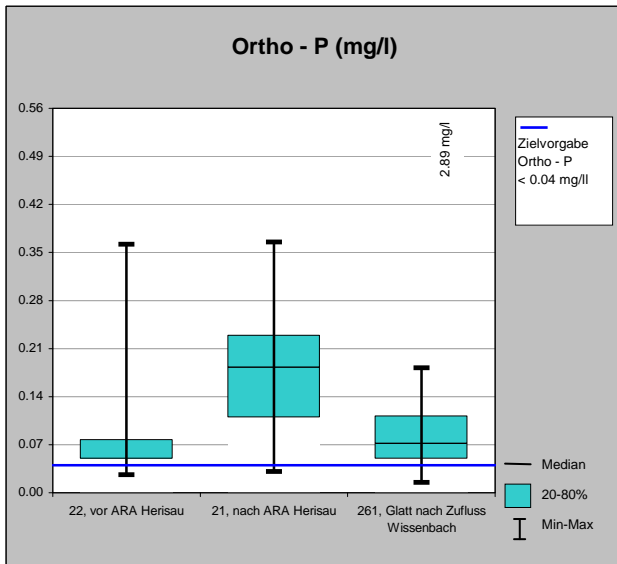
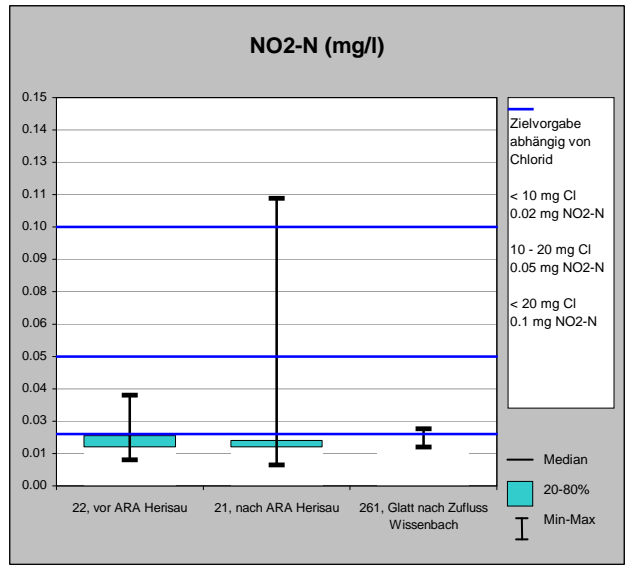
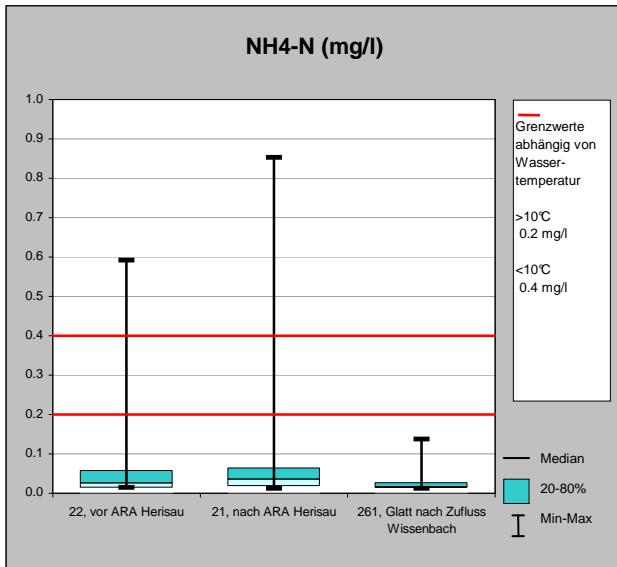
Gewässer: **Auslauf ARA Mühltoibel, Teufen** Messstellen Nr.: **4.2A**
 Messstelle: **(Achtung grössere Skalen)**



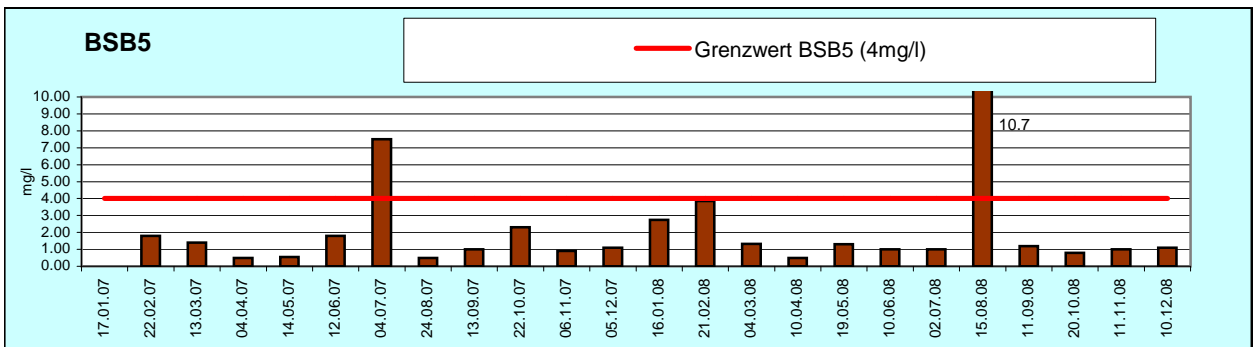
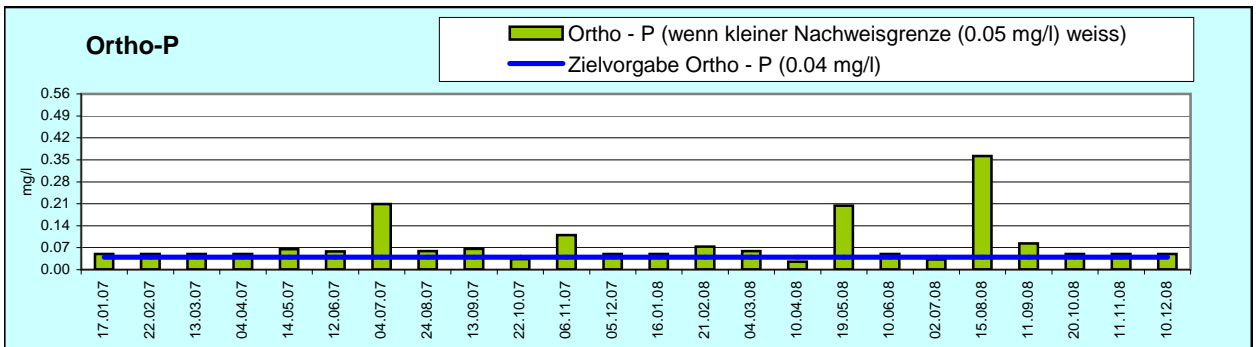
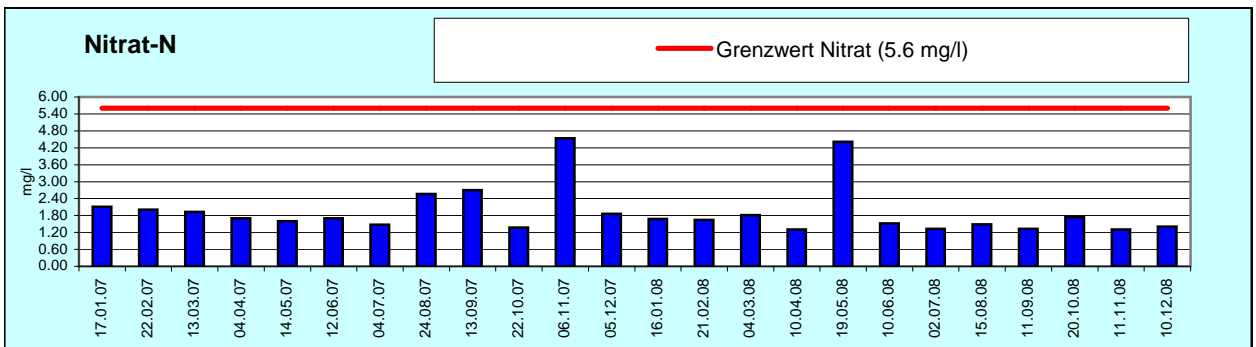
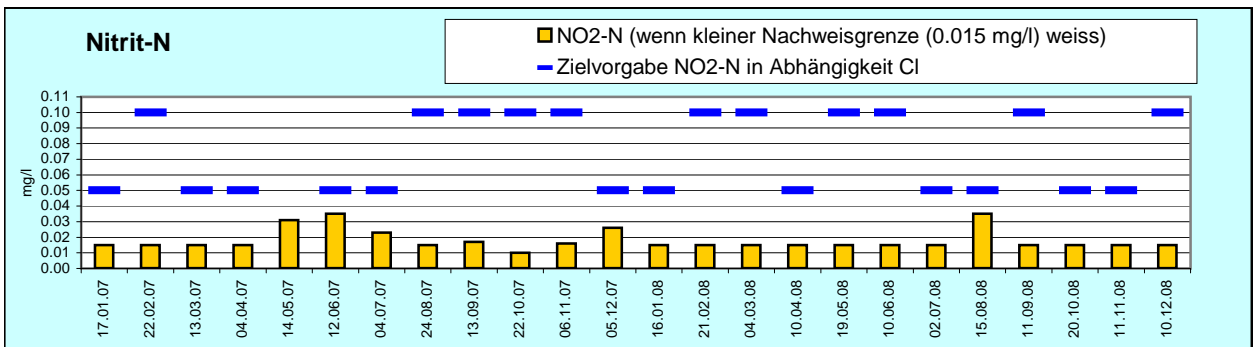
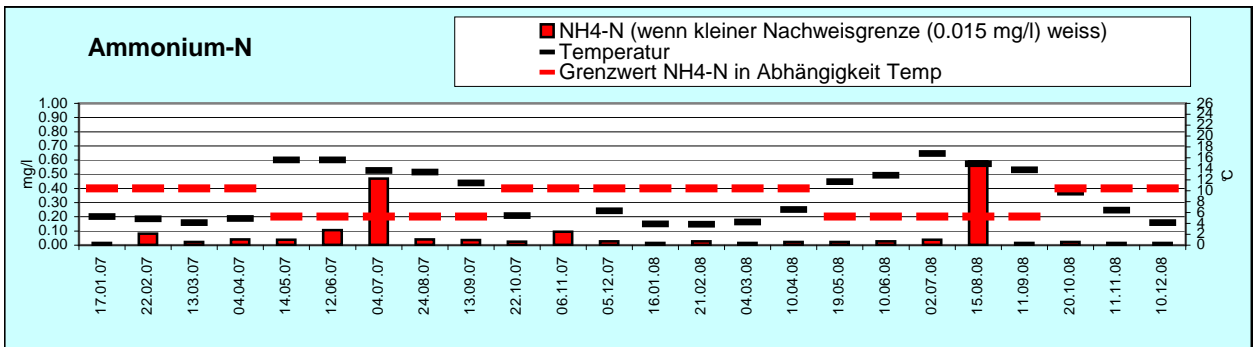
Gewässer:	Klösterlibach	Messstellen Nr.:	4.2
Messstelle:	nach ARA	Koordinaten:	742'460 251'710



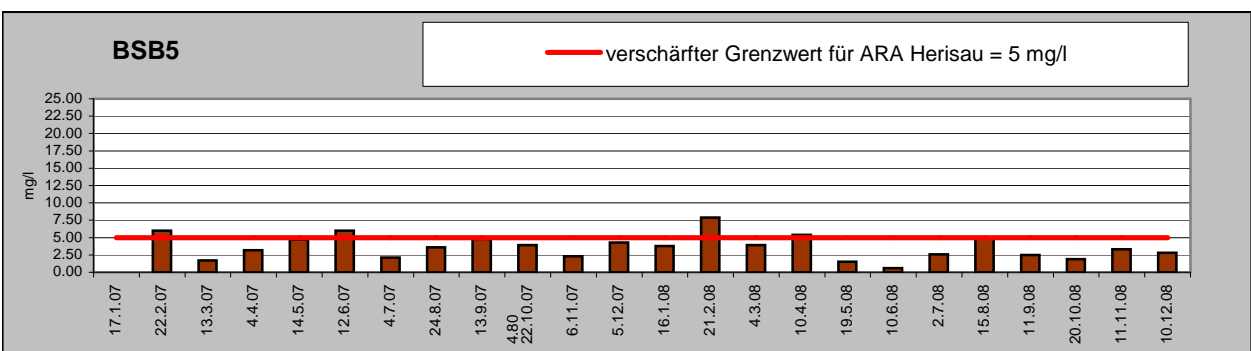
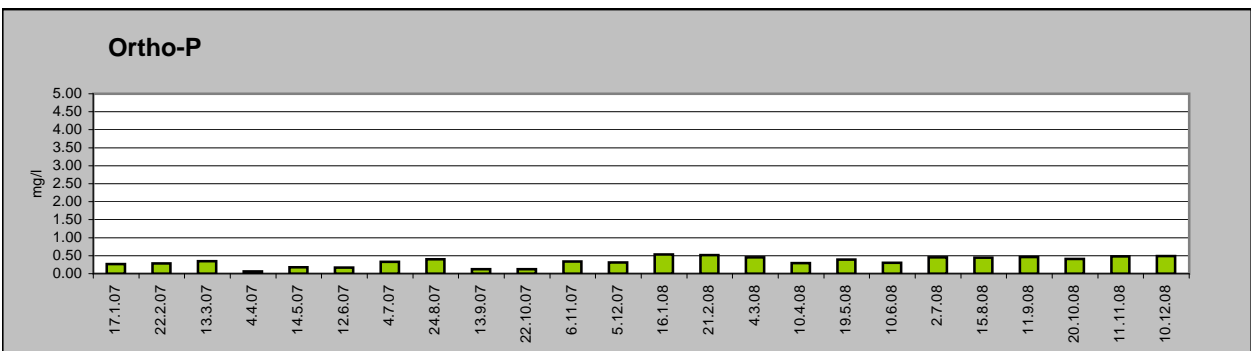
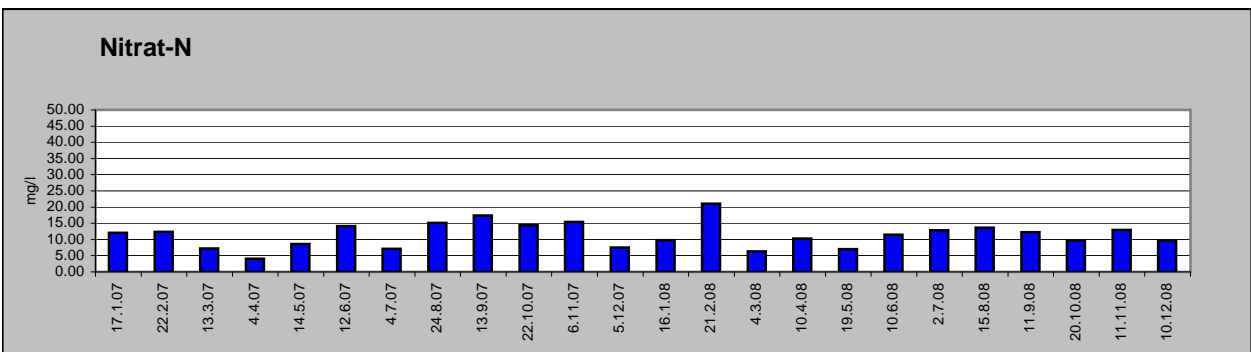
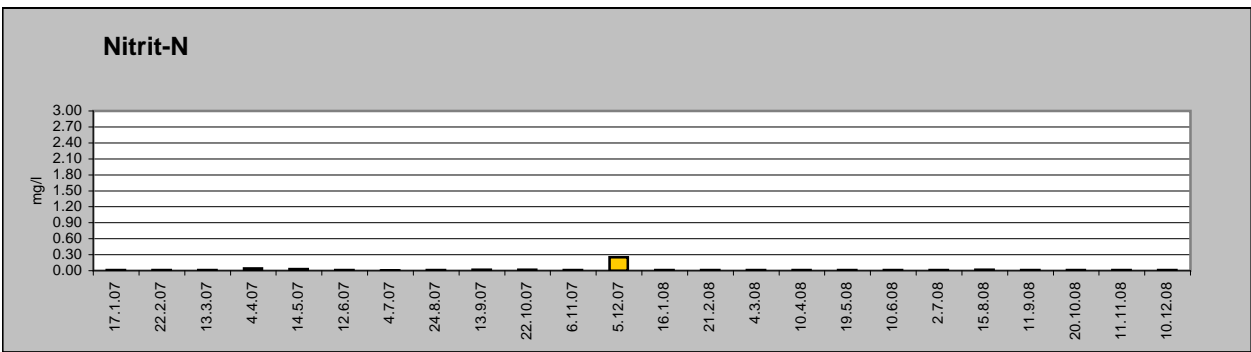
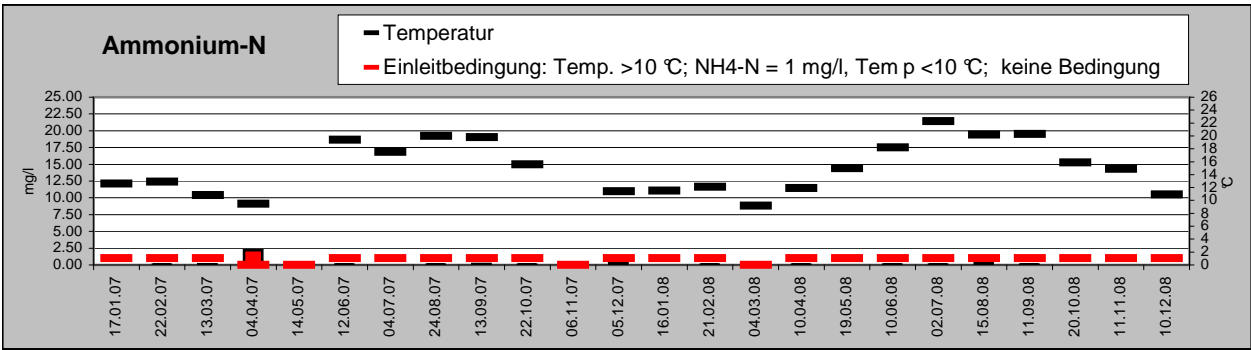
Einzugsgebiet: **Glatt**
 Gewässer: **Glatt** Ohne Ausläufe Kläranlagen



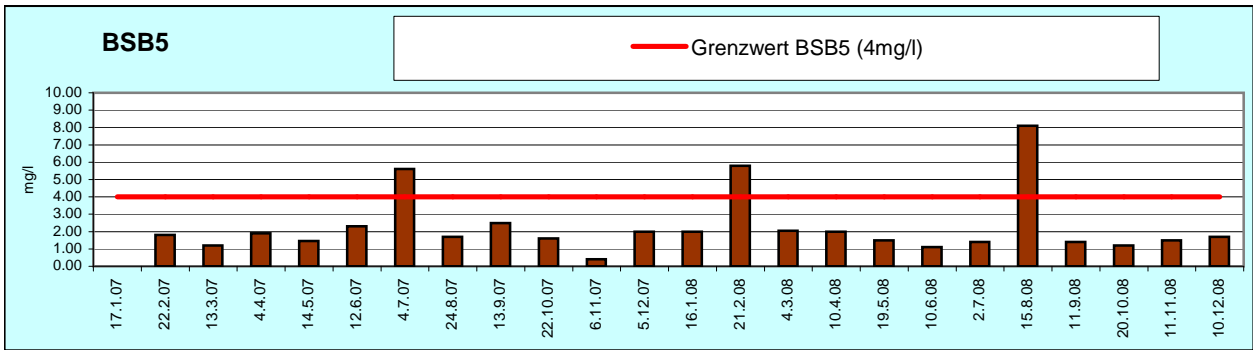
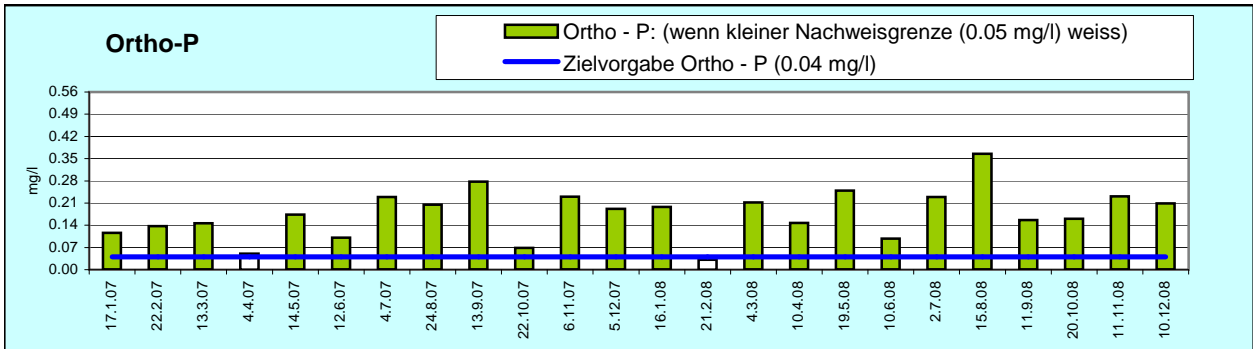
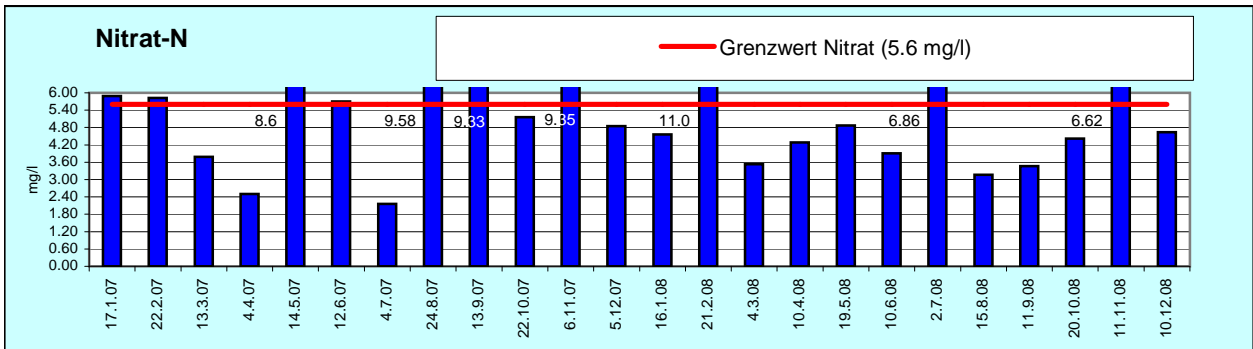
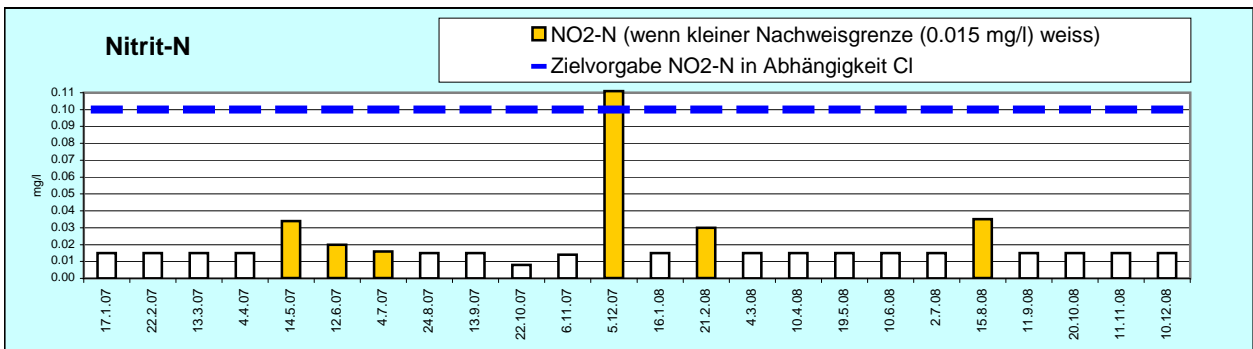
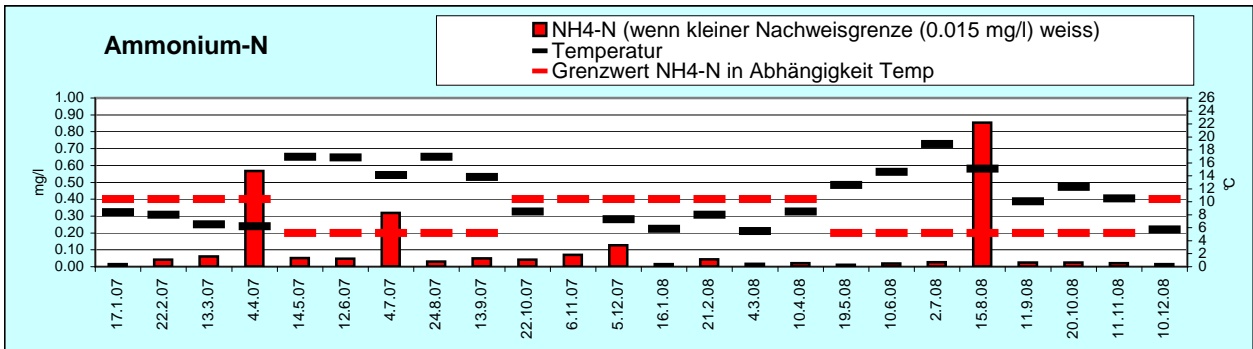
Gewässer:	Glatt	Messstellen Nr.:	2.2
Messstelle:	Brücke vor ARA Herisau	Koordinaten:	737°930 250°770



Gewässer: **Auslauf ARA Bachwis, Herisau** Messstellen Nr.: **2.1A**
 Messstelle: **Auslauf ARA Bachwis, Herisau** **(Achtung grössere Skalen)**



Gewässer:	Glatt	Messstellen Nr.:	2.1
Messstelle:	Zellersmüli, nach ARA Herisau	Koordinaten:	737'280 251'110



Gewässer:	Glatt	Messstellen Nr.:	2.6.1
Messstelle:	nach Zufluss Wissenbach	Koordinaten:	735'425 251'275

