



Überwachung der Vorfluter im Kanton Appenzel Ausserrhoden Auswertung der Messdaten 2013 bis 2016

Kontaktstelle

Amt für Umwelt Appenzell Ausserrhoden
Kasernenstrasse 17A
9102 Herisau

Tel.: +41 71 353 65 35
afu@ar.ch
www.ar.ch/afu

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort.....	3
2	Zusammenfassung.....	4
3	Messprogramm	5
3.1	Messstellen	5
3.2	Untersuchte Parameter.....	6
3.3	Datenauswertung	7
4	Ergebnisse	8
4.1	Einzugsgebiet Glatt	8
4.1.1	Langjährige Trends	9
4.2	Einzugsgebiet Urnäsch.....	9
4.2.1	Langjährige Trends	11
4.3	Einzugsgebiet Sitter.....	12
4.3.1	Langjährige Trends	14
4.4	Einzugsgebiet Goldach.....	15
4.4.1	Langjährige Trends	17
4.5	Chloridwerte aller Einzugsgebiete.....	18
4.6	Exkurs Pulveraktivkohle (PAK)-Stufe der ARA Herisau	20
4.6.1	Hintergrund	20
4.6.2	Verfahrenstechnik PAK	21
4.6.3	Ergebnisse und Ausblick.....	22
5	Literatur.....	24
6	Abbildungen	25
7	Tabellen	25
8	<i>Anhang 1: Glossar.....</i>	<i>26</i>
9	<i>Anhang 2: Modul-Stufen-Konzept</i>	<i>29</i>
10	<i>Anhang 3: Chemische Parameter</i>	<i>30</i>

1 Vorwort

Ziel des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991 (GSchG, SR 814.20) sowie der revidierten Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201) ist der umfassende Schutz der Gewässer und ihrer vielfältigen Funktion als Lebensräume für Pflanzen und Tiere sowie die nachhaltige Nutzung durch den Menschen.

In der GSchV sind Anforderungen an die Wasserqualität oberirdischer Gewässer (GSchV Anhang 2 Ziffer 11 Absatz 1 bis 3) sowie zusätzliche Anforderungen an Fliessgewässer (GSchV Anhang 2 Ziffer 12 Absatz 1 bis 5) definiert. Darauf basierend darf sich durch Abwassereinleitungen nach weitgehender Durchmischung kein Schlamm, keine Trübung, keine Verfärbung und kein Schaum im Gewässer bilden. Des Weiteren darf sich der Geruch des Wassers gegenüber dem natürlichen Zustand nicht störend verändern und es darf sich kein sauerstoffarmer Zustand sowie kein nachteiliger pH-Wert einstellen. Für verschiedene chemische Parameter legt die Verordnung Grenzwerte oder Zielvorgaben fest. Im Rahmen des Modul-Stufen-Konzeptes (Anhang 2) werden im Modul "Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe" Zielvorgaben für weitere Parameter wie Nitrit, Ortho-Phosphat und den BSB₅ empfohlen (Anhang 1).

Genauere Kenntnis über den Zustand der Gewässer ist Grundlage für deren umfassenden Schutz. Zum Vollzug des GSchG und den dazugehörigen Verordnungen wird das Modul-Stufen-Konzept zur einheitlichen Erfassung des Zustandes der Schweizer Fliessgewässer eingesetzt. Im Kanton Appenzell Ausserrhoden wird der Zustand und die Belastung der Vorfluter im Rahmen eines Langzeitmonitorings mittels den Modulen "Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe" und "Äusserer Aspekt" monatlich an 42 Messstellen (Tabelle 1) seit 1993 überprüft. Die insgesamt 42 Proben werden in den Labors der Kläranlagen analysiert und anschliessend vom Amt für Umwelt ausgewertet. Um den Zustand der Fliessgewässer im Kanton zu überwachen, werden weitere regelmässige Untersuchungen durchgeführt. Dazu gehören Probenahmen in der Glatt (Kantone SG und AR), in der Sitter (Kantone AI, AR, SG, TG und der Stadt St. Gallen) sowie die fünfjährige Fliessgewässeruntersuchung beider Appenzell. Die jeweiligen Berichte können der Webseite des Amtes für Umwelt entnommen werden.

Die Standorte der Kläranlagen des Kantons Appenzell Ausserrhoden konzentrieren sich auf das Hinter- und Mittelland. Das gereinigte Abwasser wird in die Vorfluter Glatt, Uräsch, Sitter oder Goldach resp. in ihre Nebenbäche eingeleitet. Im Vorderland befinden sich während der Berichtsperiode mit Ausnahme der beiden Anlagen von Rehetobel (Wiesli und Habset) keine öffentlichen Kläranlagen. Im Jahr 2016 wurde die ARA Wiesli aufgehoben. Das kommunale Abwasser wird via Abwasserkanälen den Kläranlagen im Kanton St. Gallen (in erster Linie der Anlage des Abwasserverbandes Altenrhein, AVA) zugeführt. Details zu den einzelnen Kläranlagen sind nicht Bestandteil dieses Berichtes. Angaben dazu finden sich in den jeweiligen vom Amt für Umwelt erstellten Quartals- und Jahresberichten der ARA und können bei den Gemeinden resp. beim Amt für Umwelt eingesehen werden.

Herzlich gedankt sei an dieser Stelle den Mitarbeitenden der partizipierenden Kläranlagen und insbesondere dem Personal der ARA Herisau, welches im Auftrag des Amtes für Umwelt für die Analytik der zusätzlichen AfU-Proben besorgt ist.

2 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht beinhaltet die Messergebnisse über vier Jahre Vorfluterkontrolle von 2013 bis und mit 2016. Vor Ort werden die Temperatur, der pH-Wert und die Leitfähigkeit gemessen sowie die Wasserführung, das Wetter, der Geruch, der Schaum, der Algenbewuchs und die Trübung nach einem einheitlichen Schema, basierend auf dem Modul-Stufen-Konzept "Äusserer Aspekt" (Bindermann, Göggele, 2007) beurteilt. Im Labor werden folgende chemische und biochemische Parameter ausgewertet: chemischer und biochemischer Sauerstoffbedarf, Chlorid, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Ortho-Phosphat.

Da es sich bei der Vorfluteruntersuchung um die Auswertung von monatlichen Stichproben handelt, kann die chemische Belastung der Gewässer im Jahresverlauf nicht vollständig abgebildet werden. Kurzzeitige Ereignisse werden möglicherweise nicht erfasst. Die Analyse der Wasserchemie lässt nur eine Aussage bezüglich der momentanen Wasserqualität und der untersuchten Parameter zu. Trotzdem lässt sich durch die regelmässige Erhebung der chemischen Parameter eine generelle Entwicklung der Belastung darstellen. Daraus können allfällige Massnahmen abgeleitet werden.

In den Hauptgewässern Urnäsch, Sitter und Goldach war die Wasserqualität bezüglich chemischer Belastung zumeist gut bis sehr gut. Die Belastung der Glatt mit gelöstem Phosphat besteht noch immer, konnte aber dank der Installation einer zusätzlichen Reinigungsstufe (Pulveraktivkohle PAK, siehe Kapitel 4.6) auf der ARA Herisau verbessert werden. Mit der PAK-Stufe werden Mikroverunreinigungen, z.B. Rückstände von Reinigungsmitteln oder Medikamenten, sowie chemische Verbindungen aus der Textilindustrie aus dem Wasser eliminiert.

In Folge der allgemein guten Reinigungsleistung der Kläranlagen lagen die Konzentrationen von Ammonium und Nitrit mit wenigen Ausnahmen unter den gesetzlichen Grenzwerten bzw. Zielvorgaben. Einzelne vorkommende Überschreitungen waren zumeist nur geringfügig. Die Werte für Ortho-Phosphat und Nitrit haben sich gegenüber älteren Messperioden an einigen Messstellen leicht verbessert, was auf eine verminderte anthropogene Belastung schliessen lässt. Trotzdem sind Überschreitungen der Zielvorgabe für Ortho-Phosphat und Nitrit zu verzeichnen.

In den Nebengewässern war die Belastung, hauptsächlich wegen der geringen Verdünnung, wiederum deutlich grösser als in den Hauptgewässern. Das gereinigte Abwasser, das über diese Vorfluter zu den Hauptgewässern gelangt, wird vielerorts aufgrund der natürlicherweise geringen Wasserführung nur schlecht verdünnt. Besonders deutlich war dieser Einfluss am Holderenbach (ARA Wiesli, Rehetobel), Mülibach (ARA Speicher), Stösselbach (ARA Herisau-Saum, bis Aufhebung) und am Klösterlibach (ARA Teufen) festzustellen. Die Chloridwerte waren an einigen Messstellen tendenziell eher tiefer als in der letzten Messperiode. Dies hängt u.a. stark vom Streusalzeinsatz auf den Strassen im Winter ab.

Oberhalb der Kläranlagen wiesen die Bäche in den meisten Fällen eine mässige, mehrheitlich durch landwirtschaftliche Tätigkeiten verursachte Belastung auf. Vereinzelt überschritten die Ortho-Phosphat- und Nitritwerte sowie der biochemische Sauerstoffbedarf (BSB₅) den Grenz- respektive Zielwert. Die Werte für Ortho-Phosphat haben sich an einzelnen Messstellen im Vergleich zu früheren Messperioden leicht verbessert.

Ergänzt wird die Vorfluteruntersuchung durch eine im Fünfjahresrhythmus durchgeführte umfassende Untersuchung der appenzellischen Fliessgewässer anhand biologischer (Makrozoobenthos, Kieselalgen, Fische [nur im Kanton AR]) und chemisch-physikalischer Parameter. Diese Untersuchung gewährleistet eine längerfristige Beurteilung der Wasser- und Lebensraumqualität der Gewässer. Die Untersuchung wurde nach 2013 im 2019 erneut durchgeführt. Seit 2008 werden in den Ausserrhoder Fliessgewässern in diesem Rahmen auch fischbiologische Untersuchungen durchgeführt.

3 Messprogramm

Die Probenahmen erfolgten monatlich zu einheitlichen und jeweils im Vorjahr festgelegten Terminen und Probenahmezeiten. Sie sind unabhängig von Witterung und Wasserführung. Somit handelt es sich um Momentaufnahmen der chemisch-physikalischen Wasserqualität. Beim Sammeln von Stichproben kann nicht ausgeschlossen werden, dass im Jahresverlauf höhere Konzentrationswerte auftraten, aber nicht erfasst wurden. Das Auswerten von Langzeitdaten lässt jedoch Aussagen des allgemeinen Trends der Gewässerqualität zu.

Bei den grösseren Kläranlagen wurde das Gewässer oberhalb und unterhalb des Einlaufes sowie der Kläranlagenablauf beprobt. Bei kleineren Gruppenkläranlagen wurde nebst dem Kläranlagenablauf das Gewässer nur unterhalb der Einleitung beprobt. Die Beprobung der Kläranlagenabläufe und der entsprechenden Vorfluter erfolgte durch das Personal der ARA. Unterhalb der Kläranlagen wurden die Probenahmestandorte so gewählt, dass eine genügende Durchmischung des eingeleiteten Abwassers vorausgesetzt werden kann. Das Amt für Umwelt untersuchte zusätzlich Standorte bei wichtigen Zusammenflüssen an den Kantonsgrenzen und im Oberlauf der Gewässer an sogenannten Referenzstellen. Sämtliche Proben wurden in den Kläranlagen nach einheitlichen Kriterien ausgewertet. Bei auffälligen Resultaten wurden die Analysen wiederholt um Fehlmessungen zu eliminieren.

3.1 Messstellen

Tabelle 1: Messstellen Vorfluteruntersuchung AR nach Einzugsgebiet geordnet. Grau hinterlegt sind die Probenahmestellen des Amtes für Umwelt. In der Berichtsperiode wurden die ARA List und Wiesli an grössere ARA angeschlossen und als Pumpwerke umgenutzt (Betriebsende in Klammern).

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

	Sitter		
4.4.1		Sitter vor ARA List, Stein (bis Juli 2015)	ARA
4.4A		ARA List (bis Juli 2015)	ARA
4.4		Sitter nach ARA List (bis Juli 2015)	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
4.2.1		Klösterlibach vor ARA Mühltoibel	ARA
4.2A		ARA Mühltoibel, Teufen	ARA
4.2		Klösterlibach nach ARA Mühltoibel	ARA
	Goldach		
5.9		Goldach nach Einmündung Sägebach	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 Mühleli, Speicher	ARA
5.4.2A		ARA Mühleli	ARA
5.4.2		Mülibach nach ARA Mühleli	ARA
5.4.5		Holderenbach vor ARA Wiesli, Rehetobel (bis Juni 2016)	ARA
5.4.4A		ARA Wiesli (bis Juni 2016)	ARA
5.4.4		Holderenbach nach ARA Wiesli (bis Juni 2016)	ARA

3.2 Untersuchte Parameter

Bei den Probenahmen wurden die Temperatur, der pH-Wert und die Leitfähigkeit vor Ort gemessen. Wasserführung, Wetter, Geruch, Schaum, Algenbewuchs und Trübung wurden nach einem einheitlichen Schema, basierend auf dem Modul-Stufen-Konzept "Äusserer Aspekt" (Bindermann, Göggel, 2007) beurteilt. In den Labors der Kläranlagen wurden anschliessend der chemische und biochemische Sauerstoffbedarf (CSB, BSB₅), Chlorid, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Ortho-Phosphat (ab 2009 als Ortho-Phosphat – zuvor als Gesamtphosphor) bestimmt. Die Daten wurden vom Amt für Umwelt ausgewertet und mit den gesetzlichen Anforderungen an die chemische Gewässerqualität verglichen (Anhang 3). Erläuterungen zu den gemessenen Parametern können dem Anhang 1 entnommen werden.

Die von den ARA erhobenen Messwerte der Vorfluterkontrolle wurden zudem jährlich als Teil des Jahresberichtes der Anlage detailliert ausgewertet und beurteilt.

3.3 Datenauswertung

Um eine weitergehende Interpretation der erhobenen Daten zu ermöglichen, wurden diese statistisch ausgewertet und anschliessend grafisch dargestellt. Aus den Tabellen 2 bis 5 können die berechneten Mediane einzelner Messperioden und Stoffklassen entnommen werden. Ein einheitlich definierter Farbcode gemäss Modul-Stufen-Konzept vereinfacht dabei den Datenvergleich zwischen den einzelnen Messstellen. Zudem lässt sich so auf eine schnelle Art und Weise ablesen, wie sich ein Vorfluter über die verschiedenen Messperioden hinweg entwickelt hat. Der angewendete Farbcode beginnt bei blau (sehr gute Wasserqualität) und geht über grün (gut), gelb (mässig) und orange (unbefriedigend) bis hin zu rot (schlechte Wasserqualität).

Im Anhang 3 sind Boxplots, Säulendiagramme sowie Übersichtskarten der Einzugsgebiete bezüglich chemischer Parameter vorzufinden. Um die Vergleichbarkeit der Resultate sicherzustellen, werden die Boxplots gemäss Empfehlung des Modul-Stufen-Konzeptes dargestellt. Der Median sowie das Perzentil 10 % - 90 % (d.h. die hellblaue Fläche, umfasst die Messwerte zwischenden 10 % tiefsten und 10 % höchsten aller Messwerte) und Extremwerte der einzelnen Parameter ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, Ortho-P, BSB_5 , Cl^-) sind pro Probenahmestelle (ohne Ausläufe ARA) über vier Jahre als Boxplot dargestellt. In Untersuchungen vor 2009 wurde das Perzentil 20 % bis 80 % zur Darstellung verwendet. Die Grenzwerte (rot) oder die Zielvorgaben (blau) gemäss GSchV werden ebenfalls dargestellt. Die Grösse des Perzentilbereichs lässt eine Aussage bezüglich der Streuung der Messwerte während der Untersuchungsperiode zu.

In den Säulendiagrammen sind die gemäss Modul-Stufen-Konzept wichtigsten chemischen Parameter (Ammonium, Nitrit, Nitrat, Ortho-Phosphat, BSB_5 , Chlorid) der monatlichen Probenahmen der einzelnen Messstellen über vier Jahre dargestellt.

Grau hinterlegte Säulendiagramme zeigen die Parameter der Kläranlagenausläufe auf, blau diejenigen der Fliessgewässer. Die Skala für Ortho-Phosphat wurde zugunsten der besseren Anschaulichkeit von max. 10 mg/l auf 5 mg/l angepasst.

Auf einer Übersichtskarte am Ende des Anhangs 3 sind die einzelnen Messstandorte geografisch visualisiert. Die Karte zeigt den Kanton Appenzell Ausserrhoden und ist farblich unterteilt in die verschiedenen Einzugsgebiete. Bei jedem Messstandort weisen farbige Smileys auf die aktuelle Wasserqualität hin. Die Smileys wurden auf Basis der Mediane aus den Tabellen 2 bis 5 erstellt. Das Farbschema ist identisch zu demjenigen der Tabellen (gemäss Modul-Stufen-Konzept).

Fehlende Messwerte sind durch analytische Probleme oder durch die zeitweise Unzugänglichkeit einzelner Probenahmestellen während der Wintermonate bedingt. Auch Starkregen mit extremem Hochwasser führt in äussersten Ausnahmefällen zum Ausfall der Probenahme.

4 Ergebnisse

Die Resultate werden nach Einzugsgebiet der Hauptgewässer Glatt, Urnäsch, Sitter und Goldach gegliedert. Grundlage bilden unter anderem die im Anhang 3 aufgeführten Boxplots und Säulendiagramme.

4.1 Einzugsgebiet Glatt

Glatt

Die Grenzwerte für Ammonium (NH_4^+) respektive die Zielvorgaben für Nitrit (NO_2) wurden oberhalb der ARA Herisau (Messstelle Nr. 2.2) wie in den Vorjahren mit wenigen Ausnahmen eingehalten. Im August 2014 sowie im Juni 2016 wurde der temperaturabhängige Grenzwert für Ammonium überschritten (bei $> 10\text{ °C}$ gilt 0.2 mg/l im Gewässer). Die Nitritgehalte waren mehrheitlich kleiner als 0.015 mg/l (weisse Säulen der Säulendiagramme), was laut Modul-Stufen-Konzept als „gut“ bis „sehr gut“ eingestuft wird. Die Nitratwerte (NO_3^-) lagen weit unter dem Grenzwert von 5.6 mg/l .

Die Werte für Ortho-Phosphat waren mehrheitlich unterhalb der Zielvorgabe von 0.04 mg/l . In einzelnen Monaten konnte jedoch eine zum Teil massive Überschreitung nachgewiesen werden. Die grösste Überschreitung wurde mit 0.71 mg/l im Mai 2015 gemessen (Ursache unbekannt).

Der BSB_5 überschreitet den Grenzwert von 4 mg/l während der Messperiode nur zweimal (16.12.2015 und 9.6.2016). Mehrheitlich konnte das Einhalten des Grenzwertes verzeichnet werden. Vor der ARA war über die gesamte Messperiode ein erhöhter Chloridgehalt nachweisbar.

Unterhalb der ARA Herisau (Messtellen Nr. 2.1 und 2.6.1) zeigte sich folgendes Bild: Die Konzentrationen sämtlicher Stoffe waren höher als vor der ARA. Insbesondere die Nitrat- und Ortho-Phosphatkonzentrationen überschritten regelmässig den Grenzwert respektive die Zielvorgabe. Im Vergleich zur Messperiode 2009 bis 2012 konnte lediglich eine leichte Verbesserung bzgl. Ortho-Phosphat festgestellt werden: Die Phosphatgehalte zeigten seit dem Jahr 2016 vermehrt tiefere Werte und lagen somit auch nach der ARA häufig unter der Zielvorgabe. Diese Verbesserung kann auf die seit dem Juni 2015 auf der ARA Herisau eingesetzte Pulveraktivkohlenstufe (vgl. Kap. 4.6) zurückgeführt werden. Mit Inbetriebnahme der PAK-Stufe konnte eine verbesserte Ausfällung und Abscheidung von Eisenphosphaten erreicht werden. (Der Auslaufgrenzwert für die ARA wurde mit Inbetriebnahme der PAK-Stufe von 0.8 mg/l auf $0.3\text{ mg/l P}_{\text{tot}}$ gegenüber der GSchV verschärft). Die PAK-Stufe kann die Nitratkonzentrationen im biologisch gereinigten Abwasser, im Gegensatz zum Phosphor, nicht reduzieren. Die ARA beeinflusst die Nitratwerte in der Glatt nach wie vor stark.

4.1.1 Langjährige Trends

Tabelle 2: Chemische Bewertung der Glatt bezüglich Ortho-Phosphat, NO₂, BSB₅ und NO₃ (Mediane in mg/l) (Farbschema: blau → sehr gut, grün → gut, gelb → mässig, orange → unbefriedigend, rot → schlecht, nach MSK)

	Glatt vor ARA Herisau Stelle 2.2	Glatt bei Zellersmüli nach der ARA Herisau Stelle 2.1	Glatt nach Mündung Wissenbach Stelle 2.6.1
Ortho-Phosphat			
2005 / 2006	0.05	0.214	0.097
2007 / 2008	0.05	0.183	0.072
2009 bis 2012	0.037	0.181	0.085
2013 bis 2016	0.022	0.119	0.053
NO₂			
2005 / 2006	0.015	0.015	0.019
2007 / 2008	0.015	0.015	0.015
2009 bis 2012	0.004	0.005	0.015
2013 bis 2016	0.015	0.015	0.015
BSB₅			
2005 / 2006	2.2	3.25	1.6
2007 / 2008	1.1	1.7	1.255
2009 bis 2012	1.2	1.9	1.5
2013 bis 2016	1.3	1.65	1.5
NO₃			
2005 / 2006	1.775	4.8	3.2
2007 / 2008	1.69	4.86	2.77
2009 bis 2012	1.41	4.44	2.66
2013 bis 2016	1.375	3.745	2.39

Glatt

Seit der letzten Messperiode 2009 bis 2012 hat sich die chemische Belastung der Glatt bezüglich Ortho-Phosphat wenig verbessert (Tabelle 2). Im Allgemeinen hat sich die Wasserqualität der Glatt bezüglich der hier untersuchten Parameter seit den letzten 11 Jahren leicht verbessert. Massgebliche Eintragsquelle für Ortho-Phosphat und Nitrat ist das gereinigte Abwasser der ARA Herisau.

4.2 Einzugsgebiet Urnäsch

Urnäsch

An den zwei Messstellen vor der ARA Furt (Messstellen Nr. 3.8 und 3.5.1) wurden die Grenzwerte resp. Zielvorgaben kaum überschritten. Die Ammoniumkonzentrationen befanden sich in der Messperiode 2013 bis 2016 unter dem temperaturabhängigen Grenzwert. An der Messstelle Nr. 3.8 (Urnäsch nach Tosbach) wurde die Zielvorgabe für Nitrit einmalig im September 2015 gering überschritten (Ursache unbekannt). Vor der ARA Urnäsch (Messstelle Nr. 3.5.1) wurden nebst derselben Überschreitung vom September 2015 weitere Überschreitungen der Zielvorgabe für Nitrit gemessen. Diese traten vermehrt von Juli 2015 bis September 2016 auf. Während der Grenzwert für Nitrat sowie den BSB₅ bei beiden Messstellen über die gesamte Messperiode

eingehalten wurde, wurden beim Ortho-Phosphat bezüglich der Zielvorgabe einige Überschreitungen festgestellt.

Die Wasserqualität direkt nach der Kläranlage in Urnäsch (Messstelle Nr. 3.5) zeigt ein ähnliches Bild. Die Ammonium-Grenzwerte sowie die Zielvorgabe für Nitrit wurden mehrheitlich eingehalten. Im Allgemeinen waren höhere Nitratwerte als oberhalb der ARA zu verzeichnen. Der Grenzwert von Nitrat wurde jedoch nur im September 2013, im Mai 2014 sowie im Februar 2015 moderat überschritten. Die Ortho-Phosphatwerte waren unterhalb der ARA Furt jedoch deutlich erhöht und mehrheitlich über der Zielvorgabe. Die ARA hat seit 2018 (nach Ausbau) den Grenzwert von 0.8 mg/l P_{tot} einzuhalten. Der BSB_5 befand sich während der gesamten Messperiode unter dem Grenzwert von 4 mg/l.

Bei der Messstelle Nr. 3.3 (nach Zufluss Badtobelbach) wurde eine leichte Verbesserung der Wasserqualität (insb. bzgl. Ortho-Phosphat und Ammonium) verzeichnet. Ammonium sowie der BSB_5 überschritten die vorgegebenen Grenzwerte nicht. Die Zielvorgabe für Nitrit wurde mehrheitlich eingehalten. Nur im November 2015 konnte eine starke Überschreitung der Zielvorgabe für Nitrit festgestellt werden. Nitrat überschreitet den Grenzwert in der Messperiode nicht und weist mehrheitlich geringere Konzentrationen auf. Beim Ortho-Phosphat zeichnet sich ein ähnliches Bild ab, allerdings mit vereinzelt geringen Überschreitungen der Zielvorgabe.

Nach Zufluss des Sonderbaches und des Stösselbaches, kurz vor dem Zusammenfluss mit der Sitter (Messstelle Nr. 3.1), waren über die Messperiode wenige Überschreitungen der Grenzwerte und Zielvorgaben zu verzeichnen. Auffällig sind wenige Überschreitungen des Ammoniumreferenzwertes (August 2015, Dezember 2015 und Oktober 2016) und geringe Überschreitungen der Zielvorgabe für Ortho-Phosphat. Die Zielvorgabe für Nitrit sowie der Grenzwert für Nitrat und den BSB_5 konnten eingehalten werden.

Badtobelbach

Überschreitungen der Zielvorgaben und Grenzwerte wurden vor der ARA Waldstatt (Messstelle Nr. 3.3.2) für Ortho-Phosphat (wiederholt über die gesamte Messperiode) sowie den BSB_5 (starke Überschreitung im Dezember 2015) gemessen. Für Ammonium, Nitrit und Nitrat wurden die Grenz- und Zielwerte eingehalten.

Nach der ARA Waldstatt (Messstelle Nr. 3.3.1) wurde der Grenzwert von Ammonium sowie Nitrat mehrheitlich eingehalten. Dieses Bild zeigte sich auch für Nitrit. Die Nitritkonzentrationen waren in den Wintermonaten teils deutlich erhöht (bedingt durch das gereinigte Abwasser der ARA Waldstatt). Die Zielvorgabe für Ortho-Phosphat wurde fast immer überschritten. Die Überschreitungen des Nitratgrenzwertes (bei gleichzeitigen Ortho-Phosphat-Peaks) im April 2014 resp. im April 2016 dürften auf Abschwemmungen von landwirtschaftlich genutzten Flächen resp. auf eine geringe Verdünnung des ARA-Abflaufs zurückzuführen sein. Der Grenzwert für BSB_5 wurde nach der ARA stets eingehalten.

Sonderbach

Vor der ARA Hundwil (Messstelle Nr. 3.2.2) wurde der Ammonium-Grenzwert im Juni 2013 einmalig überschritten. In den Folgejahren konnte der Grenzwert immer eingehalten werden. Die Zielvorgabe für Nitrit wurde im Jahr 2015 dreimal (Januar, Juni, Dezember) und im Jahr 2016 einmal (September) überschritten. Der Grenzwert für Nitrat wurde immer eingehalten, derjenige für den BSB_5 mehrheitlich. Ortho-Phosphat wies vor allem in den Jahren 2013 und 2014 Überschreitungen der Zielvorgabe auf. In der Periode 2015 und 2016 konnte der Grenzwert mehrheitlich eingehalten werden. Ein stark erhöhter Wert wurde lediglich im Juni 2016 nachgewiesen.

Nach der ARA Hundwil (Messstelle Nr. 3.2.1) konnten die Grenzwerte für Ammonium sowie die Zielvorgaben für Nitrit mehrheitlich eingehalten werden. Höhere Nitrat- und Ortho-Phosphatkonzentrationen wurden regelmässig aufgezeichnet. Die Nitratkonzentrationen überschritten den Grenzwert vermehrt. Die Zielvorgabe des Ortho-Phosphats konnte selten eingehalten werden. Die moderaten, lokalen Aufstockungen von Phosphat und Nitrat durch die ARA sind aus Sicht Gewässerschutz nicht kritisch. Der BSB₅-Grenzwert wurde meistens eingehalten.

Stösselbach

Oberhalb der ARA Saum (Messstelle Nr. 2.8A) ist der kleine Zubringer zum Stösselbach eingedolt und es wurden keine Wasserproben erhoben. Im Stösselbach nach der ARA Saum (Messstelle Nr. 2.8) wurden bezüglich Ammonium, Nitrit und BSB₅ wenige Überschreitungen der Grenzwerte und Zielvorgaben gemessen. Eine Nitrat- sowie starke Ortho-Phosphatbelastung wurde festgestellt. Der Grenzwert von Nitrat konnte oft nicht eingehalten werden. Die Zielvorgabe von Ortho-Phosphat war fast immer stark überschritten.

4.2.1 Langjährige Trends

Tabelle 3: Chemische Bewertung der Urnäsch bezüglich Ortho-Phosphat, NO₂, BSB₅ und NO₃ (Mediane in mg/l) (Farbschema: blau → sehr gut, grün → gut, gelb → mässig, orange → unbefriedigend, rot → schlecht, nach MSK)

	Urnäsch n. Tosbach Stelle 3.8	Urnäsch v. ARA Furt Stelle 3.5.1	Urnäsch n. ARA Furt Stelle 3.5	Urnäsch n. Badtobelb. Stelle 3.3	Urnäsch v. Sitter Stelle 3.1	Badtobelb. n. ARA Waldstatt Stelle 3.3.1	Stösselb. n. ARA Saum Stelle 2.8	Sonderb. n. ARA Hundwil Stelle 3.2.1
Ortho-Phosphat								
2005 / 2006	0.05	0.05	0.05	0.05	0.035	0.059	0.35	0.109
2007 / 2008	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.15	0.48	0.089
2009 bis 2012	0.011	0.032	0.048	0.049	0.038	0.122	0.44	0.13
2013 bis 2016	0.01	0.024	0.0435	0.0375	0.0235	0.105	0.321	0.082
NO₂								
2005 / 2006	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.027	0.015
2007 / 2008	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.025	0.015
2009 bis 2012	0.015	0.008	0.014	0.015	0.008	0.008	0.034	0.009
2013 bis 2016	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.024	0.015
BSB₅								
2005 / 2006	1.6	2.25	2.1	1.7	1.5	2.2	3.6	2.7
2007 / 2008	1.1	1.35	1.45	1.6	1.21	1.7	2.8	1.7
2009 bis 2012	1.1	1.4	1.4	1.2	1.4	1.4	2.1	1.5
2013 bis 2016	1.0	1.2	1.4	1.2	1.3	1.3	1.95	1.6
NO₃								
2005 / 2006	0.41	1.09	1.4	1.3	1.68	2.67	2.97	3.22
2007 / 2008	0.34	0.9	1.2	1.035	1.27	2.05	3.3	3.07
2009 bis 2012	0.4	0.904	1.17	0.942	1.2	1.87	3.72	3.67
2013 bis 2016	0.51	0.905	1.23	1.085	1.225	2.28	3.425	3.56

Urnäsch

Die gute Wasserqualität des Oberlaufs der Urnäsch bis zur ARA Furt ist damit zu erklären, dass sie dort anthropogen nur schwach belastet ist und nur geringe Anteile gereinigten Abwassers enthält (ARA Schwägälp, ARA Bömmeli und ARA Jakobsbad bis 2019).

Die erhöhten Ortho-Phosphatgehalte nach der Kläranlage Furt sind teilweise durch Änderungen der Fällmitteldosierung auf der ARA zu erklären. Ein Grenzwert für P_{tot} von 0.8 mg/l im ARA-Auslauf muss seit dem Ausbau 2018 eingehalten werden.

Badtobelbach

Die Situation bezüglich der hohen Ortho-Phosphatwerte ist auch in der Messperiode 2013 bis 2016 unbefriedigend. Bereits in den vorherigen Messperioden wurde die Zielvorgabe nach der ARA Aueli in Waldstatt mehrmals überschritten. Laut Jahresberichten der ARA Aueli lag die Belastung der Kläranlage deutlich über der Dimensionierung. Die erhöhten Nitritwerte in den Wintermonaten können dadurch erklärt werden, dass die Nitrifikationsleistung der ARA aufgrund tiefer Abwassertemperaturen und Überlastung der ARA zeitweise reduziert war. Aufgrund der zeitweise ungenügenden CSB- und Nitritwerte im Auslauf wurde die ARA 2018/2019 ausgebaut. Neu gilt ein Grenzwert für P_{tot} von 0.8 mg/l im ARA-Auslauf.

Sonderbach

Der Sonderbach wies oberhalb der ARA Hundwil wie in den Vorjahren eine mässige Belastung auf. Der Zielwert für Ortho-Phosphat wurde unterhalb der Kläranlageneinleitung, in gleicher Masse wie im Badtobelbach, während der gesamten Messperiode zwischen 2013 und 2016 überschritten. Die Nitritwerte zeigten im Gegensatz zum Badtobelbach jedoch keine systematisch erhöhten Werte im Winter. Die ARA Schmitte in Hundwil soll per 2021 aufgehoben werden.

Stösselbach

Da kaum wasserführend, war der Stösselbach wie in den Vorjahren belastet. Der Grenzwert für Nitrat wurde mehrmals überschritten und die Ortho-Phosphatkonzentrationen lagen noch immer über der Zielvorgabe. Trotzdem konnte im Vergleich zur vorherigen Messperiode eine Verbesserung bezüglich Ortho-Phosphatbelastung festgestellt werden. Auch die Nitritwerte waren im Vergleich zur vorhergehenden Messperiode leicht niedriger. Einzelne, sehr hohe Nitritwerte sind meistens auf einen Nitritdurchbruch in der ARA zurückzuführen. Gemäss den Jahresberichten der Kläranlage wurden an einzelnen Probenahmen in der fraglichen Zeit im Ablauf der ARA deutliche Grenzwertüberschreitungen von Nitrit festgestellt. Die Durchsichtigkeit war ebenso verringert. Die ARA Saum wurde 2018 aufgehoben.

4.3 Einzugsgebiet Sitter

Sitter

Der Sitter wird das geklärte Abwasser der innerrhodischen Kläranlagen sowie der ARA List (Stein), ARA Au Bühler-Gais (via Rotbach) und ARA Mühltofel Teufen (via Klösterlibach) zugeführt.

Vor der ARA List in Stein (Messstelle Nr. 4.4.1), die während der Berichtsperiode aufgehoben wurde, wurde der Grenzwert für Ammonium zeitweise überschritten. Überschreitungen waren vor allem im Jahr 2014 sowie 2015 zu verzeichnen. Die Zielvorgabe für Nitrit konnte mehrheitlich eingehalten werden. Bei Ortho-Phosphat zeichnet sich ein ähnliches Bild wie für Ammonium ab. Vor allem in den Jahren 2014 und 2015 wurden vermehrt Überschreitungen gemessen. Für Nitrat und den BSB₅ wurden die jeweiligen Grenzwerte über die gesamte Messperiode eingehalten.

Nach der ARA List (Messstelle Nr. 4.4) waren vor allem die Nitrit- und Ortho-Phosphatwerte auffällig. Für Ammonium wurden die Grenzwerte grundsätzlich eingehalten. Dies gilt auch für die Nitrat- und BSB₅-Werte. Zu hohe Nitritkonzentrationen waren vor allem von Januar bis März in den Jahren 2013 und 2014 zu verzeichnen.

Bei der Messstelle Nr. 4.3 (vor Einmündung Rotbach) wurden die Grenzwerte und Zielvorgaben grundsätzlich eingehalten. Die Zielvorgaben für Nitrit sowie Ortho-Phosphat wurden selten und nur minim überschritten. Die erhöhten Nitritwerte in den Frühjahren 2013 und 2014 (Januar bis März) waren noch leicht zu erkennen, wenn auch auf tieferem Niveau wie direkt nach der ARA List. Ammonium, Nitrat und der BSB₅ wiesen keine Überschreitungen auf.

Die Belastung durch Ammonium sowie Nitrit nahm kurz vor der Einmündung der Sitter in die Urnäsch (Messstelle Nr. 4.1) leicht zu. Ammonium überschritt den Grenzwert im August 2015 sowie im Oktober 2016. Die Überschreitungen der Zielvorgabe für Nitrit waren hier grösser als im Oberlauf (Messstelle Nr. 4.3). Beim Ortho-Phosphat wiesen die wenigen Überschreitungen im ganzen Sitterabschnitt ähnliche Konzentrationen auf. Für Nitrat und den BSB₅ konnten über die gesamte Messperiode keine Grenzwertüberschreitungen festgestellt werden.

Rotbach

Oberhalb der ARA Au in Bühler (Messstation Nr. 4.9.1) weist der Rotbach wenig anthropogene Belastung auf. Lediglich die Ortho-Phosphatwerte überschritten vereinzelt die Zielvorgabe von 0.04 mg/l. Durch die Zuleitung des Abwassers von der ARA Bühler (Messstelle Nr. 4.9) verschlechterte sich die zuvor gute Wasserqualität erheblich. Unterhalb der Kläranlage wurde lediglich der Grenzwert für Ammonium nie überschritten. Auch für Nitrit und Nitrat sowie den BSB₅ wurden die Vorgaben mehrheitlich eingehalten. Die Zielvorgabe für Ortho-Phosphat wurde über die gesamte Periode immer wieder überschritten und konnte typischerweise nicht eingehalten werden.

Kurz vor der Einmündung des Rotbaches in die Sitter (Messstelle Nr. 4.7) war wieder eine Verbesserung der Wasserqualität zu verzeichnen. Die Grenzwerte und Zielvorgaben wurden für alle gemessenen Parameter nur vereinzelt leicht überschritten.

Klösterlibach

Oberhalb der ARA Mühltoibel in Teufen war der Klösterlibach wie in den Vorjahren kaum belastet (Messstelle Nr. 4.2.1). Die Belastung nach der ARA Teufen bleibt nach wie vor sehr gross. Alle Parameter unterhalb der ARA (Messstelle Nr. 4.2) waren über die gesamte Messperiode stark erhöht und überschritten die Grenzwerte und Zielvorgaben um ein Vielfaches. Die Ammoniumwerte zeigten starke Überschreitungen des Grenzwertes in den Wintermonaten. Bezüglich Nitrit, Nitrat, Orthophosphat und BSB₅ liessen sich keine saisonalen Muster erkennen.

4.3.1 Langjährige Trends

Tabelle 4: Chemische Bewertung der Sitter bezüglich Ortho-Phosphat, NO₂, BSB₅ und NO₃ (Mediane in mg/l) (Farbschema: blau → sehr gut, grün → gut, gelb → mässig, orange → unbefriedigend, rot → schlecht, nach MSK)

	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	Rotbach vor Sitter Stelle 4.7	Klösterlibach vor Sitter Stelle 4.2
Ortho-Phosphat						
2005 / 2006	0.05	0.054	0.067	0.05	0.05	0.16
2007 / 2008	0.053	0.072	0.05	0.056	0.05	0.23
2009 bis 2012	0.05	0.061	0.055	0.046	0.043	0.19
2013 bis 2016	0.04	0.04	0.04	0.027	0.02	0.2
NO₂						
2005 / 2006	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.063
2007 / 2008	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.09
2009 bis 2012	0.01	0.011	0.015	0.015	0.015	0.105
2013 bis 2016	0.019	0.017	0.015	0.015	0.015	0.15
BSB₅						
2005 / 2006	2.2	2.65	1.8	2	1.8	4.7
2007 / 2008	1.84	1.46	1.26	1.34	1.23	5.5
2009 bis 2012	1.26	1.3	1.3	1.4	1.6	4.7
2013 bis 2016	1.1	1.2	1.3	1.5	1.4	4.7
NO₃						
2005 / 2006	1.1	1.19	1.85	2.47	2.27	19.5
2007 / 2008	1.68	1.7	1.23	2.48	1.88	20
2009 bis 2012	1.24	1.46	1.34	1.75	1.53	14
2013 bis 2016	1.06	1.14	1.31	1.81	1.6	19.5

Sitter

Seit 2005 war in der Sitter beim Eintritt in den Kanton Appenzell Ausserrhoden eine mässige Belastung durch Ortho-Phosphat, bedingt durch die ARA Appenzell, messbar. Zeitweise traten an dieser Stelle auch erhöhte Nitrit- und Ammoniumwerte auf.

Bis zur Urnäschmündung waren die Ortho-Phosphatwerte in der Sitter jedoch bereits wieder als gut zu beurteilen.

Rotbach

Nach Aufhebung der ARA Wettli in Teufen, wo der Goldibach bis 2006 als Vorfluter diente, wurde eine Verbesserung der Wasserqualität im Rotbach Messstelle Nr. 4.7 erwartet. Dies war in der Messperiode 2007/2008 noch nicht gegeben, zeigte sich aber deutlich zwischen 2009 bis 2012. In der Berichtsperiode hat sich die Situation bezüglich Ortho-Phosphat nochmals verbessert.

Klösterlibach

Während die Ortho-Phosphat- und Nitratwerte sowie der BSB₅ seit 2005 nur geringe Schwankungen im Abwasser zeigten, hat sich die Nitritkonzentration in der gleichen Zeitperiode mehr als verdoppelt. Die schlechte Wasserqualität nach der ARA Teufen lässt sich mit einer sehr schlechten Verdünnung sowie der zeitweise ungenügenden Nitrifikationsleistung der ARA (vgl. Nitritwerte, Tabelle 4) erklären. Nach der ARA Teufen führt der Klösterlibach bei Trockenwetter ca. 66 % gereinigtes Abwasser. In der Sitter ist die Belastung durch den Klösterlibach dank hoher Wasserführung und entsprechender Verdünnung kaum mehr nachweisbar. Die ARA Mühltoibel soll bis 2024/25 an die ARA Au, St.Gallen, angeschlossen werden.

4.4 Einzugsgebiet Goldach

Goldach

Das Abwasser der Kläranlagen Brändli (Trogen), Mühleli (Speicher) und Wiesli sowie Habset (Rehetobel) gelangt via Sägli-, Müli- und Holderenbach in die Goldach. Die ARA Wiesli wurde während der Berichtsperiode (2016) aufgehoben, die ARA Mühleli resp. Brändli in den Jahren 2018 resp. 2019.

Die Goldach nach Zufluss des Sägibachs (Messstelle Nr. 5.9) wies eine gute Wasserqualität auf. Grenzwertüberschreitungen wurden in der Periode 2013 bis 2016 keine festgestellt. Die Zielvorgabe für Ortho-Phosphat wurde im Januar 2014 sowie im Juni 2015 leicht überschritten.

An der Messstelle Nr. 5.7 nach Zufluss des Säglibachs war kaum eine Veränderung der Wasserqualität ersichtlich. Die Grenzwerte und Zielvorgaben wurden fast immer eingehalten. Vereinzelt wurden der Ammonium-Grenzwert sowie minimal die Ortho-Phosphatzielvorgabe überschritten.

Nach Zufluss des Mülibachs sowie des Holderenbachs schien die Wasserqualität noch immer kaum von den ARA beeinflusst zu sein (Messstelle Nr. 5.3). Ausser vereinzelt Überschreitungen der Ortho-Phosphatzielvorgabe wurden keine weiteren Überschreitungen dokumentiert.

Säglibach

Im Säglibach vor der ARA Trogen (Messstelle Nr. 5.7.2) wiesen die Ammonium-, Nitrit-, Nitrat- sowie BSB₅-Messwerte keine Überschreitungen der Grenzwerte bzw. Zielvorgaben auf. Die Zielvorgabe für Ortho-Phosphat wurde in den Jahren 2013 und 2014 an einigen Tagen noch stark überschritten. Eine Verbesserung konnte in der zweiten Hälfte der Messperiode verzeichnet werden. Der Einfluss der ARA Trogen war sichtbar an der Messstelle unterhalb der ARA (Messstelle Nr. 5.7.1). Die Nitrit-, Nitrat- sowie Ortho-Phosphatwerte waren typischerweise erhöht, die grösseren Ausreisser von Ortho-Phosphat wurden allerdings bereits vor der ARA beobachtet. Für Nitrit und Ortho-Phosphat waren deutliche Überschreitungen der Zielvorgaben ersichtlich. Auch der Grenzwert von Nitrat war häufig überschritten. Lediglich Ammonium und BSB₅ hielten die Grenzwerte stets ein. Die Wasserqualität wurde hier als mässig eingestuft.

Mülibach

Die Situation im Mülibach war vergleichbar mit derjenigen im Säglibach. Oberhalb der ARA-Einleitung (Messstelle Nr. 5.4.3) blieben sämtliche gemessenen Konzentrationen unterhalb den gesetzlichen Grenzwerten oder Zielvorgaben. Die Messwerte waren wie in der letzten Messperiode ungefähr gleich. Unterhalb der ARA Speicher (Messstelle Nr. 5.4.2) verschlechterte sich die Wasserqualität erheblich. Die Nitratwerte überschritten den Grenzwert sehr häufig. Die Zielvorgabe für Ortho-Phosphat wurde ebenfalls immer überschritten (falls Messwerte vorhanden). Für Ammonium und den BSB₅ wurde der Grenzwert eingehalten. Die Nitritwerte befanden sich ebenfalls im Rahmen der Zielvorgabe.

Holderenbach

Die Wasserqualität im letzten der drei Zuflüsse in die Goldach war oberhalb der ARA in Rehetobel (Messstelle Nr. 5.4.5) gemäss Modul-Stufen-Konzept gut. Im August 2013 wurde einmalig ein erhöhter Nitratwert gemessen. Ammonium sowie Nitrit und der BSB₅ überschritten den Grenzwert resp. die Zielvorgabe nicht. Die Zielvorgabe für Ortho-Phosphat wurde meistens eingehalten.

Die Belastung des Bachs durch das gereinigte Abwasser der ARA Rehetobel (Messstelle Nr. 5.4.4) war nach wie vor hoch und vergleichbar mit den Kläranlagen in Speicher und Trogen. Sowohl Ortho-Phosphat als auch Nitrat waren regelmässig über der Zielvorgabe respektive über dem Grenzwert. Die Wasserqualität war daher auch in der Messperiode 2013 bis 2016 weiterhin unbefriedigend.

4.4.1 Langjährige Trends

Tabelle 5: Chemische Bewertung der Goldach bezüglich Ortho-Phosphat, NO₂, BSB₅ und NO₃ (Mediane in mg/l) (Farbschema: blau → sehr gut, grün → gut, gelb → mässig, orange → unbefriedigend, rot → schlecht, nach MSK)

	Goldach n. Sägibach Stelle 5.9	Goldach n. Sägibach Stelle 5.7	Mülibach Stelle 5.4.2	Goldach bei Achmüli Stelle 5.3	Holderen- bach Stelle 5.4.4	Säglibach Stelle 5.7.1
Ortho-Phosphat						
2005 / 2006	0.05	0.05	0.11	0.05	0.15	0.05
2007 / 2008	0.05	0.05	0.1	0.05	0.15	0.05
2009 bis 2012	0.022	0.029	0.085	0.034	0.097	0.05
2013 bis 2016	0.015	0.013	0.088	0.02	0.097	0.063
NO₂						
2005 / 2006	0.015	0.015	0.01	0.015	0.007	0.003
2007 / 2008	0.015	0.015	0.01	0.015	0.005	0.001
2009 bis 2012	0.015	0.015	0.01	0.015	0.012	0.01
2013 bis 2016	0.015	0.015	0.01	0.015	0.006	0.009
BSB₅						
2005 / 2006	1.8	1.7	2.1	2	2	2.75
2007 / 2008	1.1	1.29	1.6	1.25	1.51	2.2
2009 bis 2012	1.1	1.3	1.5	1.3	1.765	2
2013 bis 2016	0.9	1.2	1.5	1.2	1.8	1.9
NO₃						
2005 / 2006	1.4	2.3	10.3	2.4	5.73	5.85
2007 / 2008	1.15	1.84	9.15	1.87	6.16	4.81
2009 bis 2012	1.03	1.58	9.5	1.75	5.37	4.36
2013 bis 2016	1.09	1.74	8.58	1.73	6	4.54

Goldach

Die Belastung der Goldach hat sich gegenüber den Vorjahren nur wenig verändert. Die Wasserqualität ist gemäss Modul-Stufen-Konzept gut. Die Stoffkonzentrationen in der Goldach stiegen bachabwärts nach den Zuflüssen Säglibach, Mülibach und Holderenbach jeweils nur schwach an.

Eine positive Entwicklung zeigte die Veränderung der Ortho-Phosphatkonzentration. In der Goldach konnte diese seit 2005 um ca. den Faktor 2 bis 3 verringert werden (Tabelle 5, Stellen 5.9, 5.7 und 5.3). Dies ist laut Modul-Stufen-Konzept bezüglich dieses Parameters als „gut“ bis „sehr gut“ einzustufen.

Säglibach

Im Gegensatz zur Goldach konnte im Säglibach im Vergleich zu den Vorjahren bezüglich Ortho-Phosphat eine leichte Verschlechterung festgestellt werden. Eine leichte Verbesserung hingegen war bezüglich des BSB₅ sichtbar. Die Wasserqualität bezüglich Nitrit und Nitrat blieb beinahe unverändert. Der Einfluss der ARA Trogen zeigte sich v.a. beim Nitrat und Ortho-Phosphat bei geringen Abflussmengen.

Mülibach

Infolge des schlechten Verdünnungsverhältnisses war die Belastung durch Nitrat und Ortho-Phosphat (Tab. 5, Stelle 5.4.2) unterhalb der ARA Speicher sehr hoch. Die Messwerte waren verglichen mit der vorherigen Messperiode weiterhin unbefriedigend.

Holderenbach

Die Situation war vergleichbar mit derjenigen des Müli- und Säglibachs. Die Nitrat- und Ortho-Phosphatbelastung (Tab. 5, Stelle 5.4.4) war auch im Holderenbach zu hoch.

Das gereingte Abwasser der Kläranlagen in Trogen, Speicher und Rehetobel belastete die Vorfluter (Säglibach, Mülibach und Holderenbach) erheblich. Diese ARA wurden 2016 bis 2019 an die Kläranlage des Abwasserverbands Altenrhein (AVA) in Thal SG angeschlossen.

4.5 Chloridwerte aller Einzugsgebiete

Die Chloridwerte waren an einigen Messstellen tendenziell eher tiefer als in der letzten Messperiode. Dieser Parameter hängt u.a. stark vom Streusalzeinsatz auf den Strassen im Winter ab. Auch Verdünnungsverhältnisse können die Chloridwerte beeinflussen.

Erhöhte Chloridwerte (d.h. mindestens ein Messwert über 200 mg/l oder mehrere Messwerte über 100 mg/l) konnten an folgenden Messstellen gemessen werden:

Glatt:	2.2	Brücke vor ARA Herisau
	2.1A	Auslauf ARA Herisau
	2.1	Zellersmüli nach ARA Herisau
	2.6.1	Glatt nach Mündung Wissenbach
Urnäsch:	3.5A	Auslauf ARA Furt, Urnäsch
	3.3.1A	Auslauf ARA Aueli, Waldstatt
	3.2.1	Sonderbach nach ARA Hundwil
	3.2.1A	Auslauf ARA Schmitte, Hundwil
	3.2.2	Sonderbach vor ARA Hundwil
	3.3.2	Badtobelbach vor ARA Waldstatt
	2.8A	Auslauf ARA Saum, Herisau

Sitter: 4.9A Auslauf ARA Au, Bühler / Gais
4.2.1 Klösterlibach vor ARA Mühltoibel, Teufen
4.2A Auslauf ARA Mühltoibel, Teufen
4.2 Klösterlibach nach ARA Mühltoibel, Teufen

Goldach: 5.7.1A Auslauf ARA Brändli, Trogen
5.4.3 Mülibach vor ARA Speicher
5.4.2A Auslauf ARA Mühleli, Speicher
5.4.4A Auslauf ARA Wiesli, Rehetobel

Mögliche Quellen für Chlorid in oberirdischen Fließgewässern sind Strassensalzungen im Winter, Ionenaustauscher (Regeneratabwasser von Wasserenthärtungsanlagen), Direkteinleitungen, Hofdünger sowie Abwassereinleitungen (vgl. Auslaufwerte ARA) und Fällungsmittel aus dem ARA-Betrieb selbst. In einer niedrigen Konzentration von ca. 2 bis 4 mg/l ist Chlorid als geogener Parameter in jedem Gewässer vorzufinden (Liechti, 2010).

Der Sonderbach wies sowohl vor der ARA als auch beim Auslauf und nach der Kläranlage erhöhte Chloridwerte auf. Als mögliche Ursache für eine erhöhte Grundkonzentration kann der Einsatz von Hofdüngern im Einzugsgebiet nicht ausgeschlossen werden.

Ein ähnliches Szenario konnte bei der Glatt vorgefunden werden, wobei hier zusätzlich diverse Industrieabwasser die Konzentrationen noch stärker beeinflussen. Des Weiteren sind in der Glatt Direkteinleitungen relevant.

Im Mülibach vor der ARA Speicher waren die Chloridwerte allgemein relativ niedrig. Ein einzelner Ausreisser wurde im März 2015 gemessen, möglicherweise durch lokale Strassensalzung verursacht.

Allgemein waren die Chloridkonzentrationen direkt beim Auslauf der Kläranlagen höher als vor oder ab einer gewissen Entfernung nach der ARA. Dieser zusätzliche Anstieg kann durch den Einsatz von Fällungsmitteln (z.B. Eisenchloride) begründet werden. Unbelastete Zuläufe, die nach den Reinigungsanlagen in die Vorfluter fließen, sorgten schliesslich wieder für eine Verdünnung des Gewässers und dadurch zu niedrigeren Werten.

4.6 Exkurs Pulveraktivkohle (PAK)-Stufe der ARA Herisau

4.6.1 Hintergrund

Dass kommunale Abwässer mit organischen Spurenstoffen (oder Mikroverunreinigungen MV) belastet sind, ist bereits seit längerer Zeit bekannt. Bis anhin wurde diesem Problem für die Gewässerökologie – und fallweise auch Trinkwassergewinnung – zu wenig Beachtung geschenkt resp. es wurden keine weitreichenden Massnahmen getroffen. Mit dem überarbeiteten Gewässerschutzgesetz (GSchG) und der dazugehörigen Verordnung (GSchV) vom 1. Januar 2016 wurden diejenigen Kläranlagen bezeichnet, die zur Elimination von MV bis spätestens 2040 verpflichtet sind, und die Finanzierung geregelt. Die Bundesbeiträge für die entsprechende Massnahme (75 % der Investitionskosten) stammen aus einem neu geschaffenen Abwasser-Fonds, welcher vom BAFU bewirtschaftet wird. Die Mikroverunreinigungen müssen bei den von den Kantonen bezeichneten Abwasserreinigungsanlagen (kantonale Planung) aus dem Abwasser eliminiert werden; die ertüchtigten ARA sorgen so für sauberere Gewässer. Der Bund schreibt vor, dass die Stufen zur MV-Elimination (z.B. Ozonierung, Aktivkohle oder Kombinationen davon) mindestens 80 % von ausgewählten MV aus dem Rohwasser eliminieren müssen.

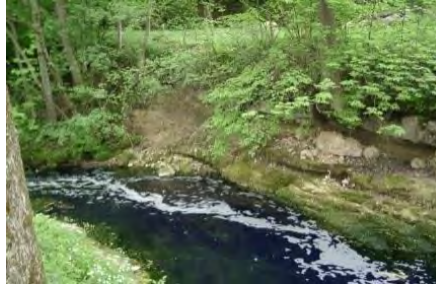
Die wichtigsten Quellen für MV, die mit kommunalem Abwasser in die Gewässer eingetragen werden, lassen sich in Stoffe mit Anwendung im Innenbereich und Aussenbereich von Gebäuden und Siedlungen unterteilen. Die untenstehende Tabelle gibt eine grobe Übersicht dieser Quellen:

Innenbereich	Häusliches Abwasser:	- Spülmittel - Reinigungsmittel - Kosmetika - Pflegeprodukte - Arzneimittel
	Gesundheitswesen:	- Arzneimittel - Reinigungsmittel
	Industrie und Gewerbe:	- Industriechemikalien - Produktionsrückstände - Korrosionsmittel
Aussenbereich	Grünflächen im Siedlungsgebiet:	- Biozide - Pflanzenschutzmittel
	Flachdächer und Fassaden von Gebäuden:	- Biozide - Bauchemikalien

Gemäss Kriterien der GSchV müssen ARA mit mehr als 8'000 angeschlossenen Einwohnern und bei einem Abwasseranteil von mehr als 10 % im Vorfluter entsprechende Massnahmen treffen. Bei der ARA Herisau erforderten die ungenügende Verdünnung im Vorfluter (bei Trockenwetter kommt auf einen Teil gereinigtes Abwasser ein Teil Bachwasser), die ARA-Grösse (ca. 16'000 angeschlossene Einwohner) sowie der starke Einfluss der Industrie den Bau einer PAK-Stufe. Durch die ortsansässige Textilindustrie werden seit Jahrzehnten viele, schwer abbaubare Stoffe auf die ARA abgeleitet. Das führte bisher zu sehr hohen Konzentrationen an gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) sowie Verfärbungen und Schaumbildung beim aufbereiteten Abwasser sowie im Vorfluter Glatt (Abbildung 7). Diese refraktären organischen Stoffe lassen sich mit konventioneller Klärtechnik nur ungenügend aus dem Abwasser entfernen (Zöllig, Butz & Messmer, 2017).



Rot irisierend



Blau irisierend



Schaum

Abbildung 7: Äusserer Aspekt vor dem Einbau der PAK-Stufe. Das linke und mittlere Foto zeigen die Glatt direkt nach der ARA Herisau (2003). Das Foto rechts wurde nach dem Einlauf der ARA Oberglatt aufgenommen (2003).



Abbildung 8: Glatt bei Zellersmüli. Links im September 2007, rechts im September 2016

4.6.2 Verfahrenstechnik PAK

Die Adsorption von Schadstoffen an PAK ist ein physikalisches Verfahren. Als Adsorption bezeichnet man den Prozess der Anlagerung von gelösten Substanzen an die Oberfläche von Festkörpern. Dank der porösen Struktur und der grossen Oberfläche (5 bis 10 g PAK beinhalten die Fläche eines Fussballfeldes; Meier & Böhler, 2019) kann die PAK eine grosse Anzahl an Mikroverunreinigungen binden und diese aus dem Abwasser entfernen. Aufgrund der Tatsache, dass an der PAK-Oberfläche nebst den genannten MV auch weitere Substanzen haften bleiben, welche für die Umwelt teils essentielle Funktionen einnehmen, ist es wichtig, dass die PAK-Stufe nach einer biologischen Reinigung eingebaut wird. Somit bleibt mehr Adsorptionsfläche für MV frei; die Aktivkohle kann effizienter und umweltschonender eingesetzt werden (Abegglen & Siegrist, 2012).

Bei der ARA Herisau wurde die neue PAK-Stufe als zweistrassige Anlage nach dem Vorbild bestehender Anlagen in Süddeutschland umgesetzt (sog. "Ulmer Verfahren"). In einem ersten Schritt wird die Pulveraktivkohle in einem Reaktionsbecken mit mindestens 30 Minuten Kontaktzeit dem Abwasser zudosiert, bei einer Konzentration von typischerweise 10 bis 20 mg PAK/l. In einem zweiten Schritt wird die Kohle vom Abwasserstrom wieder abgetrennt (Sedimentationsstufe). Der Ablauf der PAK-Stufe wird über den bestehenden Sandfilter geführt (Abbildung 9). Durch die Zugabe eines Fällungsmittels zur Flockung der Pulveraktivkohle kann auch Ortho-Phosphat weitergehend aus dem Abwasser eliminiert werden (Wunderlin, Meier, Grelot u.a., 2019).

Entsprechende Verbesserungen der Ortho-Phosphatkonzentrationen sind im Kapitel 4.1 sowie in den Grafiken im Anhang 3 dokumentiert.

Um die Reinigungsleistung möglichst auszuschöpfen, wird die überschüssige Kohle aus der PAK-Stufe in die biologischen Reinigungsstufen zurückgeführt. So können weitere DOC und MV eliminiert werden und die Aktivkohle kann länger im System verbleiben. Am Schluss wird die Überschussschleim und der Schlammverwertung zugeführt.

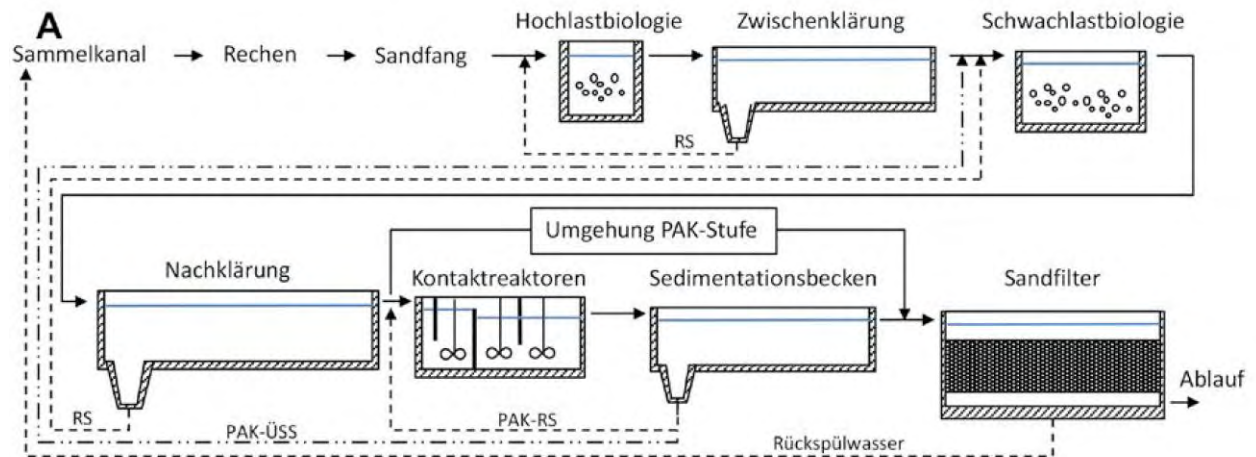


Abbildung 9 (aus Zöllig, Butz & Messmer, 2017):

A: Schematische Darstellung der einzelnen Reinigungsstufen der ARA Herisau

B: Luftaufnahme der ARA Herisau. Rot eingekreist ist die neue PAK-Stufe

4.6.3 Ergebnisse und Ausblick

Im Juni 2015 wurde die PAK-Stufe der ARA Herisau als schweizweit erste grosstechnische Anlage in Betrieb genommen. Die Ergebnisse der Vorfluter- und Glattuntersuchungen (tiefere Phosphorwerte, äusserer Aspekt, biologischer Zustand) zeigen, dass der Einbau der vierten Reinigungsstufe die gewünschte Wirkung hat. Der Vorfluter war bereits unmittelbar nach Inbetriebnahme in einem sichtbar deutlich besseren Zustand als in den Vorjahren (Abbildung 8). Weitere Messkampagnen, wie zum Beispiel durchgeführte Genexpressionsanalysen an Bachforellen in der Glatt oder systematische Erhebungen verschiedener Arzneimittelwirkstoffe im ARA-Auslauf, bekräftigen die Wirksamkeit der neu eingebauten Reinigungsstufe.

Gemäss Erfahrung aus den ersten Betriebsjahren können die hochgesteckten Ziele zur Elimination der MV und Farbigkeit vollumfänglich, bzgl. DOC und schaumaktiver Substanzen mittels neuer PAK-Stufe zeitweise erreicht werden (Zöllig, Butz & Messmer, 2017). In der Textilindustrie wurde im Jahr 2019 eine weitergehende Abwasservorbehandlung (Teilstrombehandlung und Membranbiologie) in Betrieb genommen; damit besteht die Erwartung, dass die ARA Herisau inskünftig auch bezüglich DOC und Restschaum die Anforderung des Gewässerschutzes jederzeit erfüllen kann.

Die monatlichen Messungen haben ergeben, dass durch die PAK-Stufe teilweise deutlich über 80 % der MV dem Abwasser entnommen werden können. Die gesetzlichen Vorgaben bezüglich der Elimination von MV (80 % Reinigungseffekt bei 12 Indikatorstoffen) werden entsprechend gut erfüllt. Die eingesetzte Dosierung betrug dabei zwischen 10 und 20 mg/l PAK. Zudem konnte eine weitergehende Elimination schaumaktiver Substanzen, Farbstoffe sowie DOC erzielt werden (Kuster + Hager, o. J.).

5 Literatur

Abegglen C. & Siegrist H. (2012): Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser. Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen. Bundesamt für Umwelt, Bern, Umwelt-Wissen Nr. 1214: 210 S.

Binderheim E., Göggel W. (2007): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug Nr. 0701. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.

Bundesamt für Umwelt BAFU (2016): Mikroverunreinigungen: Startschuss zum Ausbau der Kläranlagen. <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/dossiers/mikroverunreinigungen-ausbau-klaeranlagen.html>, 29.11.2019

Elber F., Hürlimann J. & Niederberger K. (2008): AquaPlus; Untersuchung der appenzellischen Fliessgewässer

Götz C., Kase R. & Hollender J. (2011): Mikroverunreinigungen – Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser. Studie im Auftrag des BAFU. Eawag, Dübendorf.

Zöllig H., Butz H. & Messmer H. (2017): PAK-Stufe ARA Herisau. Erste grosstechnische Umsetzung einer PAK-Stufe in der Schweiz – Erfahrungen nach einem Jahr. Eawag, Dübendorf, Aqua & Gas Nr. 1, (2017), S. 14 – 23.

Kuster + Hager (o. J.): ARA Herisau. PAK Stufe – Die schweizweit 1. Reinigungsstufe mit Pulver-Aktivkohle. IG Mikropower. https://www.mikropower.ch/fileadmin/user_upload/referenzen/referenzblatt/herisau.pdf, 10.12.2019

Liechti P. (2010): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Chemisch-physikalische Erhebung, Nährstoffe. Umwelt – Vollzug Nr. 1005. Bundesamt für Umwelt, Bern. 44 S.

Meier A. & Böhler M. (2019): Pulveraktivkohle – Welche passt? Wahl, Beschaffung und Qualitätssicherung von PAK zur Elimination von Mikroverunreinigungen. Aqua & Gas N 1, VSA-Plattform “Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen”, Eawag, S. 22 – 31.

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (o. J.): Chlorid. https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/wasser/grundwasser/grundwasserbericht_niedersachsen/grundwasserbeschaffenheit/guteparameter/grundprogramm_des_nlwkn/chlorid/Chlorid-137596.html, 08.11.2019

Hellberg-Rode G. (2002-2004): Projekt Hypersoil, Zersetzung. <https://hypersoil.uni-muenster.de/0/04/04.htm>, 26.11.2019

Wunderlin P., Meier A., Grelot J., u. a. (2019): Pulveraktivkohle: Verfahren und Abtrennstufen. Plattform “Verfahrenstechnik Mikroverunreinigungen”, VSA.

6 Abbildungen

Titelbilder:

Abbildungen 1 & 2:

Sitter vor Einmündung Rotbach 4.3, Hochwasser und Niedrigwasser
Fotos Amt für Umwelt AR

Abbildungen 3 & 4:

Sitter vor Einmündung Urnäsch 4.1, Hochwasser und Niedrigwasser
Fotos Amt für Umwelt AR

Abbildungen 5 & 6:

Goldach nach Einmündung Sägibach 5.9, Hochwasser und Niedrigwasser
Fotos Amt für Umwelt AR

Abbildung 7:

PP "PAK Herisau Industrie", VSA-Tagung, Industriesachbearbeitende, 10.9.2015

Abbildung 8:

Rezzonico S. (2018): Arbeitsgruppe Glattüberwachung. Bericht Januar 2014 bis Dezember 2017.
Amt für Wasser und Energie St. Gallen

Abbildung 9:

Zöllig, Butz H. & Messmer H. (2017): PAK-Stufe ARA Herisau. Erste grosstechnische Umsetzung einer PAK-Stufe in der Schweiz – Erfahrungen nach einem Jahr. *Eawag, Dübendorf, Aqua & Gas Nr. 1*, (2017), S. 14 – 23.

7 Tabellen

Tabelle 1: Messstellen Vorfluteruntersuchung AR nach Einzugsgebiet geordnet	5
Tabelle 2: Chemische Bewertung der Glatt bezüglich Ortho-Phosphat, NO ₂ , BSB ₅ und NO ₃	9
Tabelle 3: Chemische Bewertung der Urnäsch bezüglich Ortho-Phosphat, NO ₂ , BSB ₅ und NO ₃	11
Tabelle 4: Chemische Bewertung der Sitter bezüglich Ortho-Phosphat, NO ₂ , BSB ₅ und NO ₃	14
Tabelle 5: Chemische Bewertung der Goldach bezüglich Ortho-Phosphat, NO ₂ , BSB ₅ und NO ₃	17

8 Anhang 1: Glossar

Die Anforderungen an die chemische Gewässerqualität sind in der Eidg. Gewässerschutzverordnung (GSchV; SR 814.201) 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 tierische oder menschliche Verdauung im Verdauungstrakt entstehen Fäkalien. Durch den biologischen Abbau von organischem Material werden organische Substanzen zu anorganischen Stoffen abgebaut (Mineralisierung) oder zu Humus umgewandelt (Humifizierung). Im Rohabwasser liegt der Stickstoff v.a. in organischen Verbindungen (z.B. Harnstoff, Urin/Fäkalien) sowie als Ammonium (NH_4^+) resp. Ammoniak (NH_3) vor. Im Klärschlamm bauen spezielle Bakterien unter Sauerstoffzufuhr Ammonium in mehreren Schritten zu Nitrit (NO_2) resp. Nitrat (NO_3) ab. Diesen Vorgang nennt man Nitrifikation. Das Nitrat kann dann wieder von den Pflanzen aufgenommen werden.

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

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

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

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

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 $> 1.5 \text{ mg N/l}$ 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 (gelöst oder an Partikel gebunden) in die Gewässer gelangt, ist die Zufuhr aus anthropogenen Quellen (Abwasser, Landwirtschaft) bestimmend für das Ausmass des aquatischen Pflanzenwachstums. Zu hohe Phosphatkonzentrationen führen im Gewässer zu unerwünschtem Algenwachstum. In allen grösseren Kläranlagen wird deshalb der gelöste Phosphor chemisch, durch Zugabe von Eisensalzen in die Belüftungsbecken, ausgefällt. Der unlösliche Phosphor sedimentiert und wird mit dem Klärschlamm aus dem Abwasser entfernt.

Der Klärschlamm wird als Brennmaterial in Zementwerken genutzt. Ab 2026 muss gemäss Abfallverordnung des Bundes Phosphor aus phosphorreichen Abfällen wie Klärschlamm zurück gewonnen und stofflich verwertet werden. In der KIGO (Klärschlamm Interessengemeinschaft Ostschweiz) soll die Rückgewinnung bereits ab 2021/22 umgesetzt werden. In erster Priorität soll in Bazenheid der Klärschlamm in einer Wirbelschichtverbrennung zusammen mit Tiermehl mineralisiert und danach zum Dünger veredelt werden.

Es gibt in der GSchV nur verbale Anforderungen an stehende Gewässer bzgl. Phosphor resp. Nährstoffe. Das Modul Chemie des Modul-Stufen-Konzepts 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. Im Gegensatz zu den Einleitbedingungen für Gesamtphosphor sind seitens GSchV für Ortho-Phosphat keine Anforderungen definiert. Gemäss Modul-Stufen-Konzept wird eine Konzentration von 0.04 - 0.06 mg/l als mässig und über 0.06 mg/l als unbefriedigend eingestuft. Der momentan für die Messung von Ortho-Phosphat angewandte Test hat eine Nachweisgrenze von 0.05 mg/l.

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 gemäss Modul-Stufen-Konzept 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 (in mg O₂/l) durch biologische Abbauvorgänge innerhalb einer festgelegten Zeit (bei BSB₅ = 5 Tage). Sauerstoffzehrende Substanzen sind v.a. gut abbaubare organische Verbindungen. Im Gewässer ist der Abbau solcher Substanzen stark von der Morphologie, der Hydrologie und von der Wassertemperatur abhängig. Die Anforderung der GSchV an den BSB₅ 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.

Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)

Der chemische Sauerstoffbedarf gibt die Menge an Sauerstoff (in mg O₂/l) an, welche benötigt wird, um alle im Wasser vorhandenen oxidierbaren Stoffe unter bestimmten Bedingungen zu oxidieren. Es handelt sich somit um einen Summenparameter für den Sauerstoffverbrauch, mit welchem in erster Näherung die Belastung von Abwasser durch organische Stoffe (abbaubare und nicht-abbaubare) quantifiziert wird. Dazu gehören z.B. Fäkalien oder auch Reinigungs- und Waschmittel. Gemäss GSchV ist der CSB-Grenzwert bei der Einleitung von kommunalem Abwasser in Gewässer bei 60 mg O₂/l für Anlagen mit weniger als 10'000 Einwohnerwerten (EW) respektive bei 45 mg O₂/l für Anlagen ab 10'000 EW festgelegt (GSchV Anhang 3.1, 2 Allgemeine Anforderungen, Stand 1. Juni 2018).

Chlorid (Cl⁻)

Chlorid ist ein in niedrigen Mengen natürlich vorkommender Bestandteil von Salzen (wie z.B. Kochsalz NaCl). Geringe Konzentrationen (2 bis 4 mg/l) sind für Pflanzen und Tiere unschädlich. Verschiedene anthropogene Quellen, wie zum Beispiel Strassensalzung, Hofdünger oder Fällungsmittel in Abwasserreinigungsanlagen, können dazu führen, dass die Konzentration in den Gewässern stark zunimmt. Steigt die Konzentration auf über 200 mg/l, kann dies für die Pflanzen toxische Wirkungen haben. In der GSchV ist allerdings keine Zielvorgabe definiert. Bei der Beurteilung der fischtoxischen Wirkung von Nitrit muss der Chloridwert mitberücksichtigt werden (Liechti, 2010).

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 verminderten 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 (O₂)

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. Die Sauerstoffsättigung 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 z.B. Stickstoffverbindungen, Phosphate, Chloride und Salze. Die Leitfähigkeit ist ebenfalls von der Temperatur abhängig.

9 Anhang 2: Modul-Stufen-Konzept

Das Modul-Stufen-Konzept beschreibt Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer und richtet sich nach den umfassenden Schutzgedanken des Gewässerschutzgesetzes vom 24. Januar 1991. Es 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, Kieselalgen) 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 F wird bei der Vorfluteruntersuchung angewendet.

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.

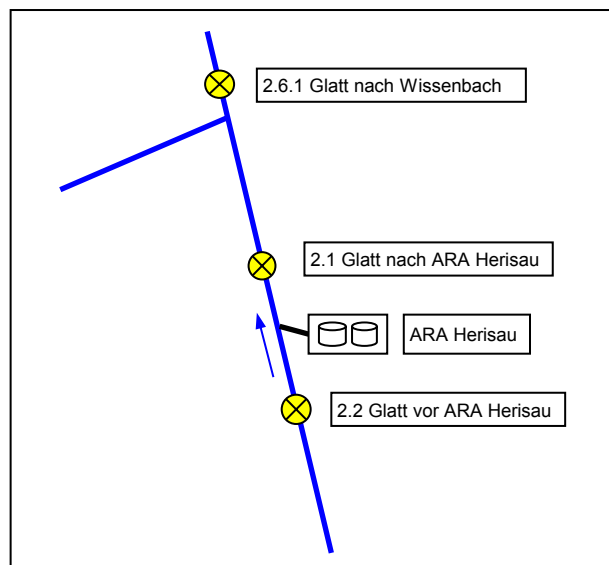
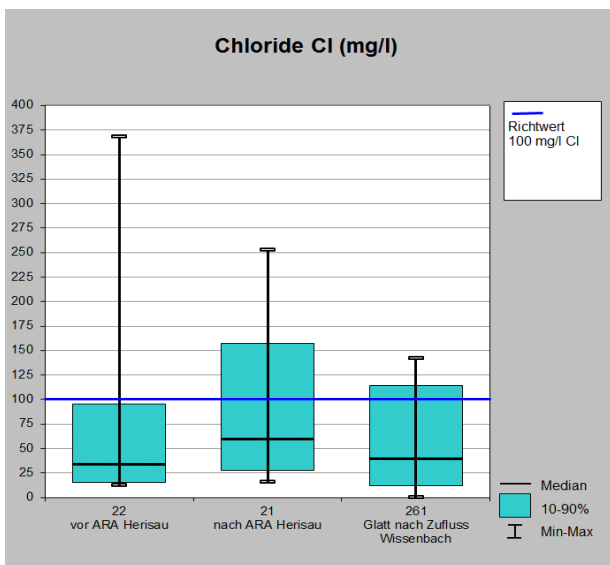
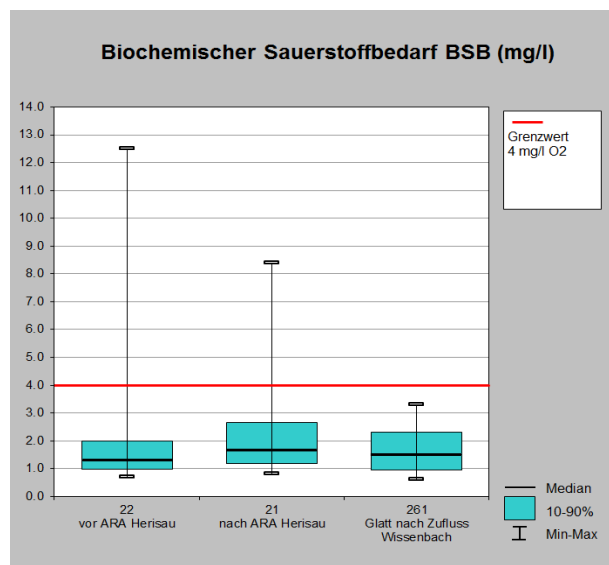
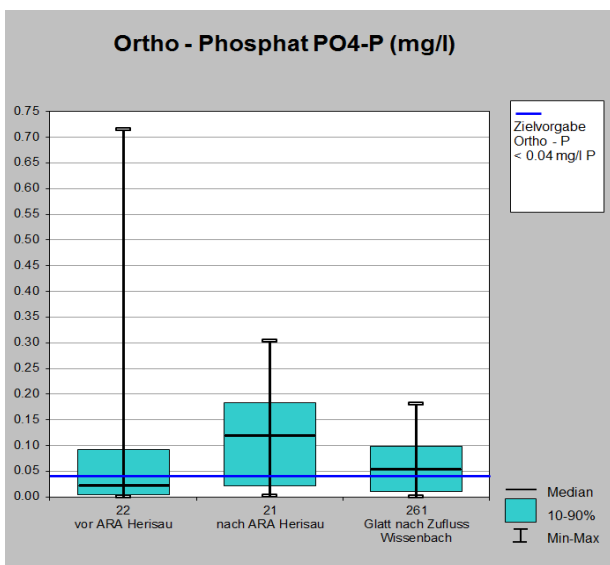
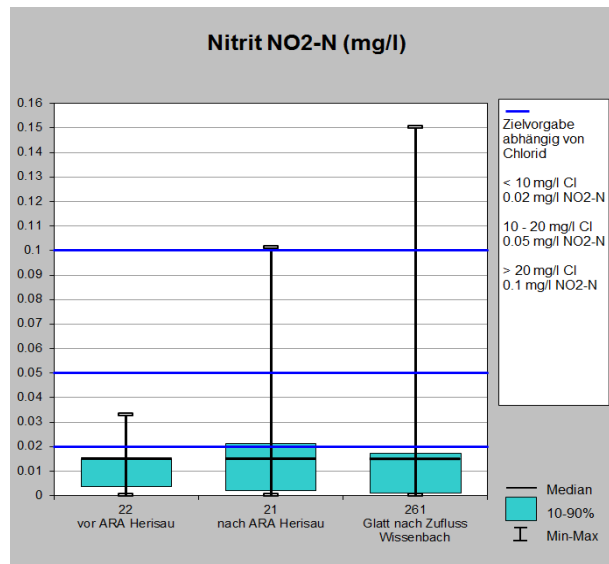
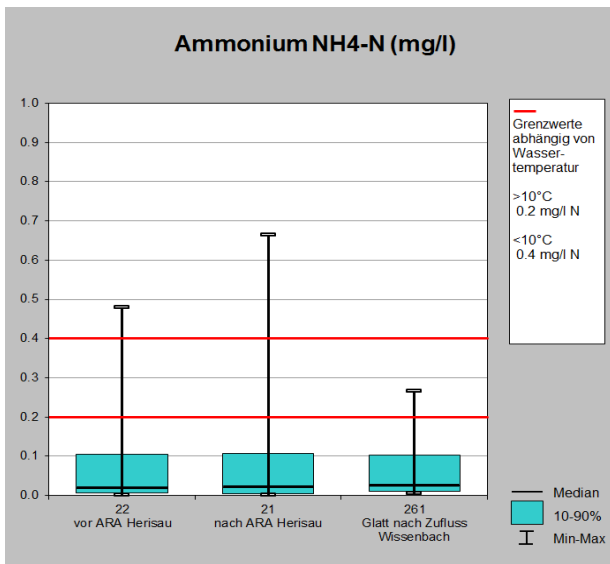
Unter folgendem Link können mehr Details und die einzelnen Module eingesehen werden:

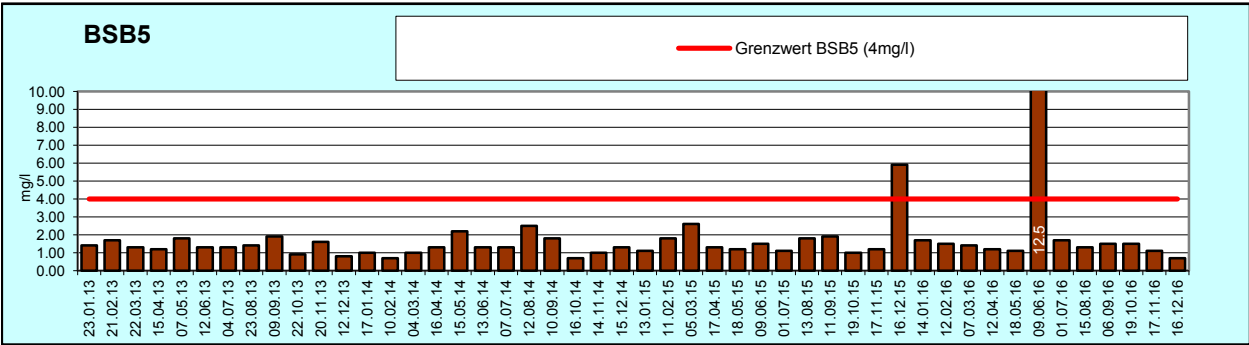
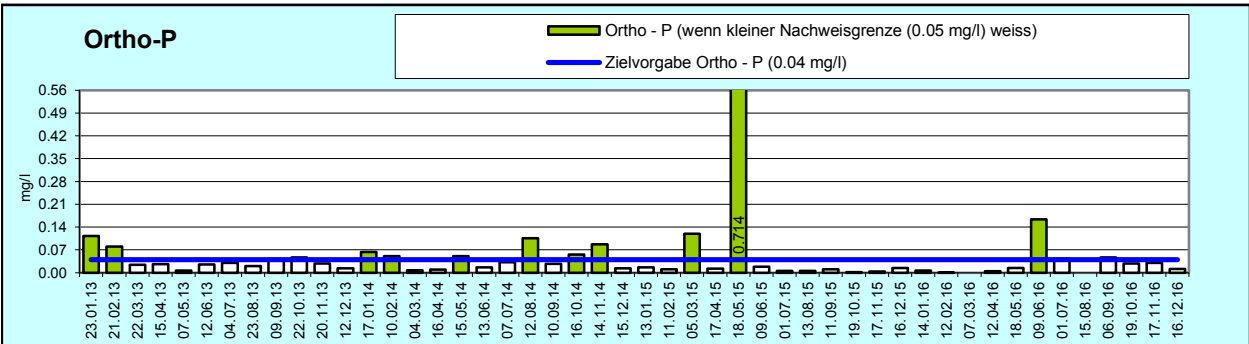
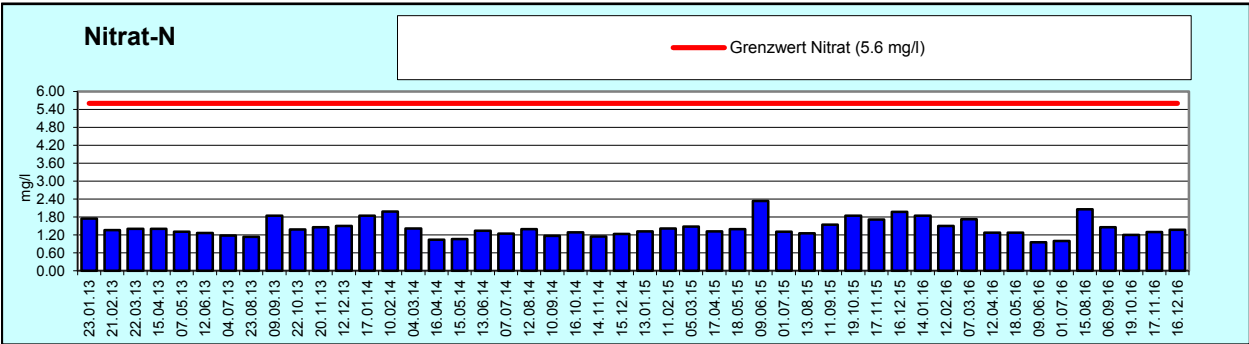
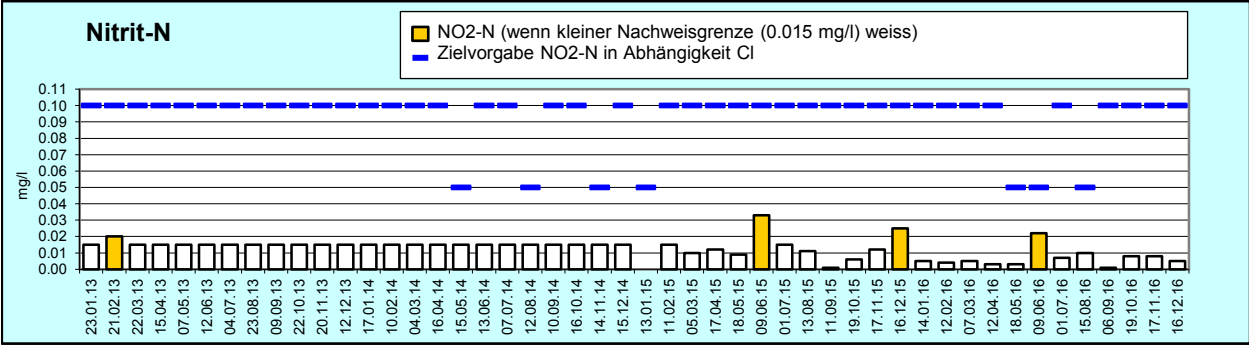
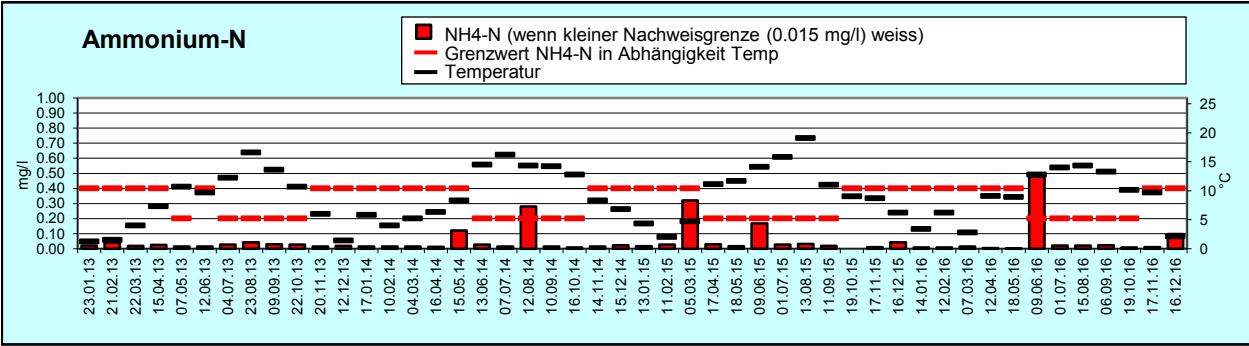
<https://www.modul-stufen-konzept.ch/fg/index>

Gemäss Beschreibung im Modul "Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe, 2010", wird in allen Modulen eine Einteilung in fünf Kategorien resp. Zustandsklassen vorgenommen: sehr gut / gut / mässig / unbefriedigend / schlecht (gemäss folgender Tabelle). Diese werden in Anlehnung an die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (2000/60/EG) vom 23. Oktober 2000 definiert.

Beurteilung		Bedingung/Beschreibung		Einhaltung Zielvorgabe
	sehr gut	Der Schätzwert ⁴ (S) ist kleiner als die halbe Zielvorgabe (Z) ⁵	$S < \frac{1}{2} Z$	Zielvorgabe eingehalten
	gut	der Schätzwert (S) ist kleiner als die Zielvorgabe (Z)	$\frac{1}{2} Z \leq S < Z$	
	mässig	der Schätzwert (S) ist kleiner als die eineinhalbfache Zielvorgabe (Z)	$Z \leq S < 1,5 \cdot Z$	Zielvorgabe überschritten (nicht eingehalten)
	unbefriedigend	der Schätzwert (S) ist kleiner als die doppelte Zielvorgabe (Z)	$1,5 \cdot Z \leq S < 2 \cdot Z$	
	schlecht	der Schätzwert (S) ist gleich wie oder grösser als die doppelte Zielvorgabe (Z)	$S \geq 2 \cdot Z$	

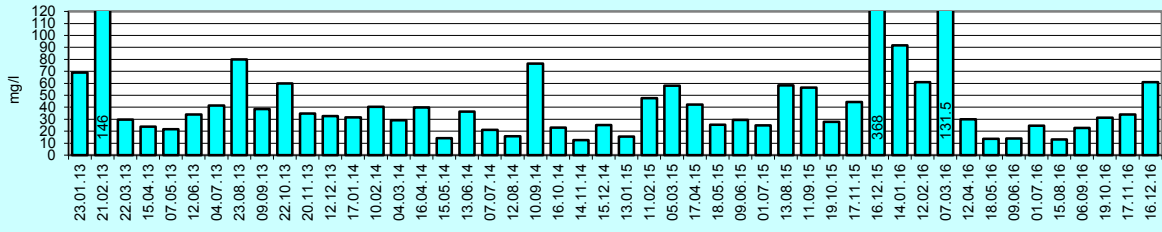
10 Anhang 3: Chemische Parameter

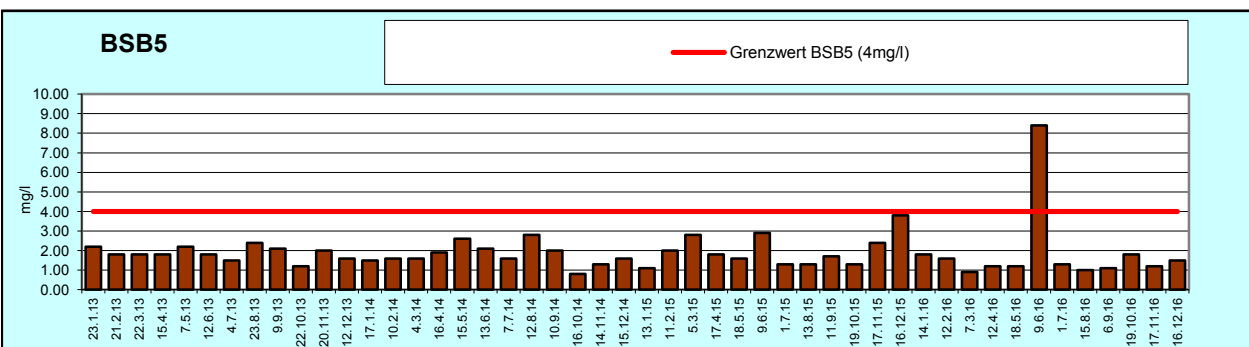
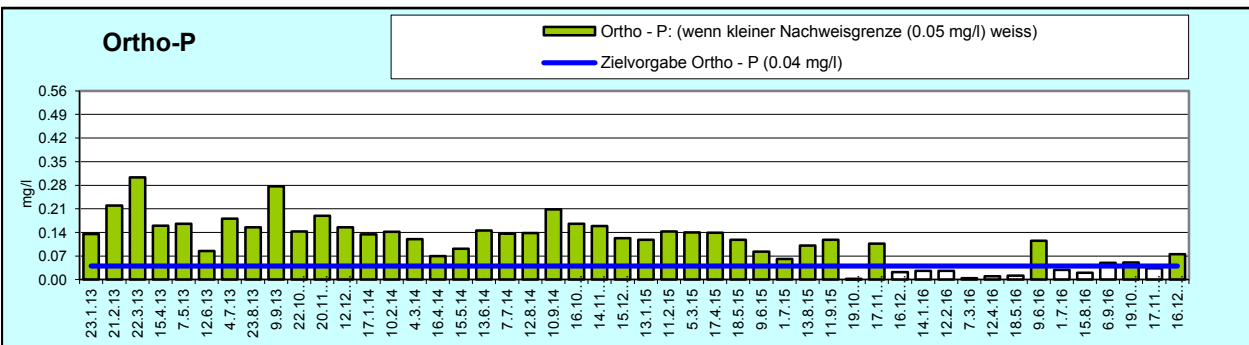
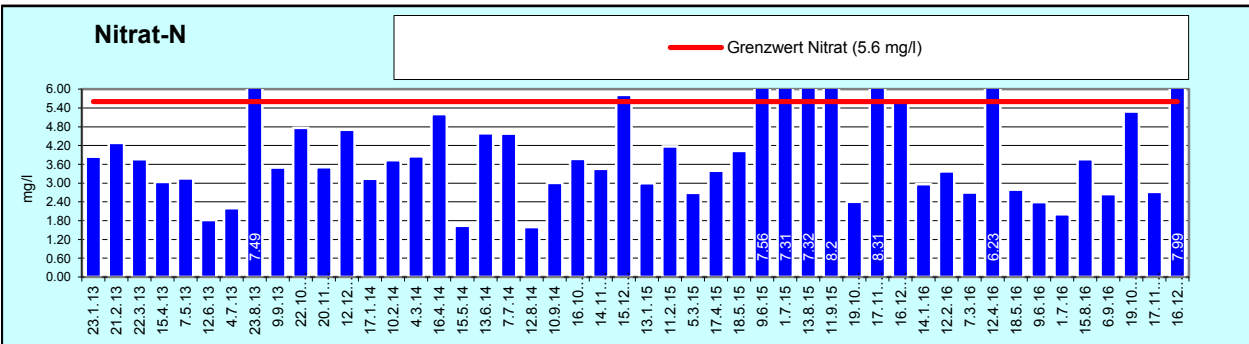
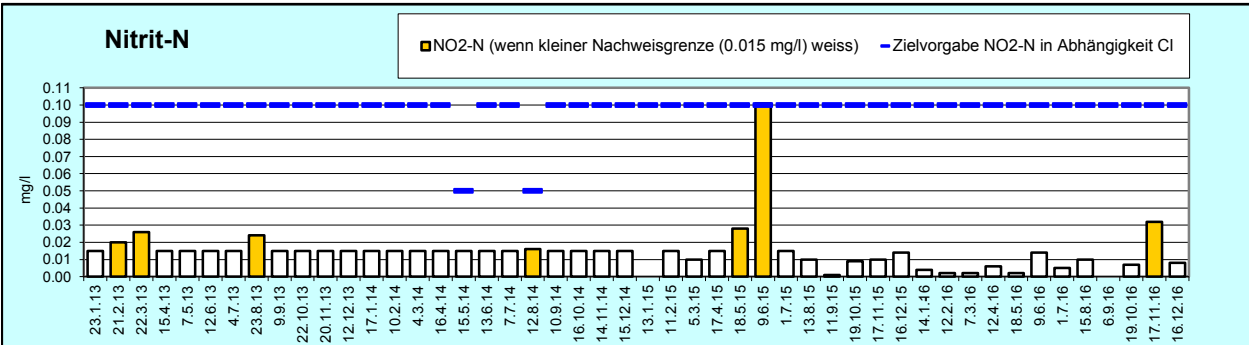
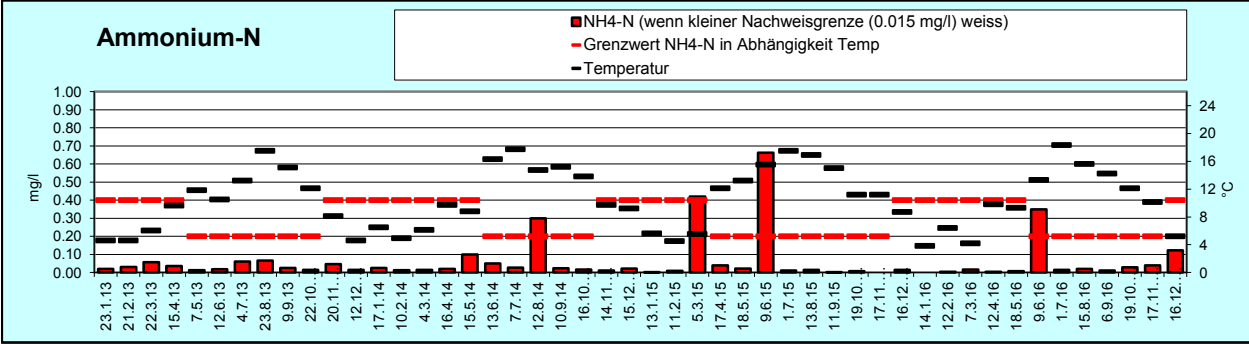




Chlorid

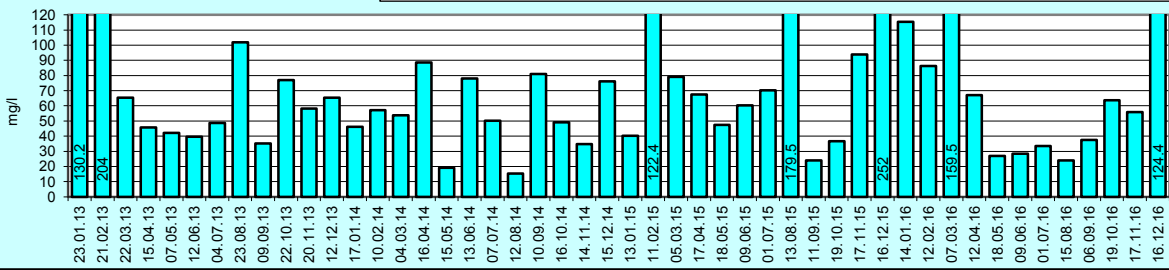
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

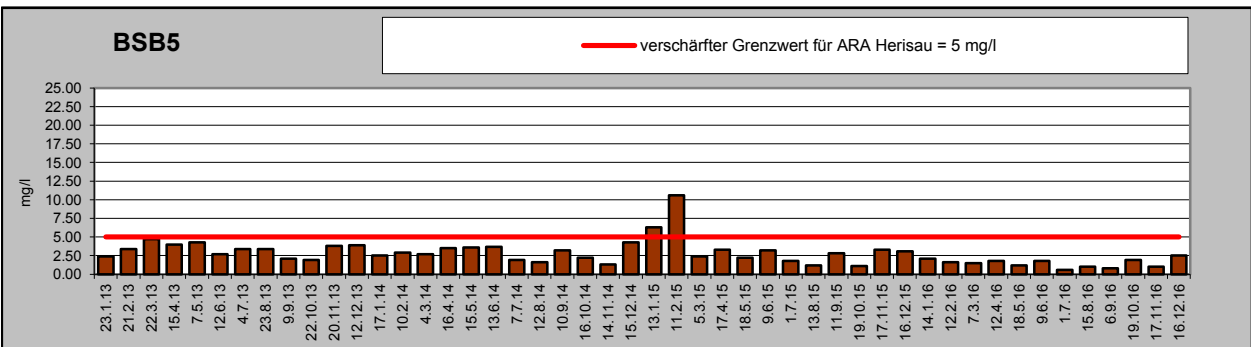
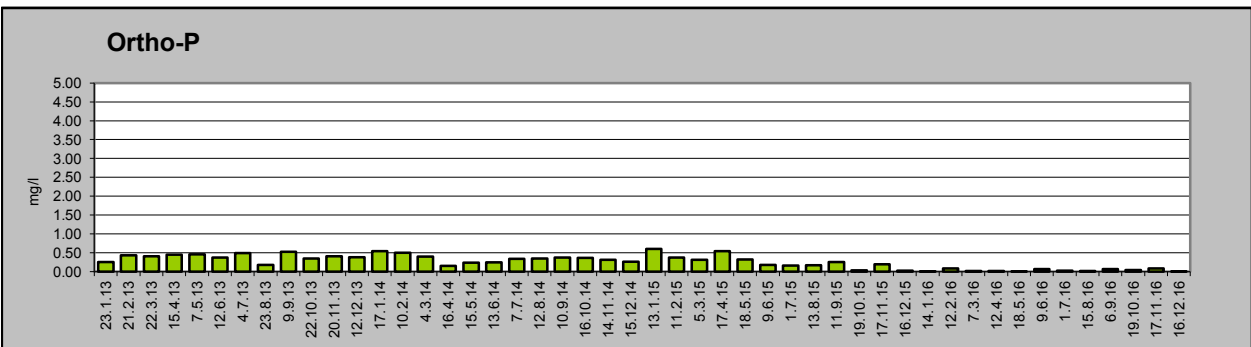
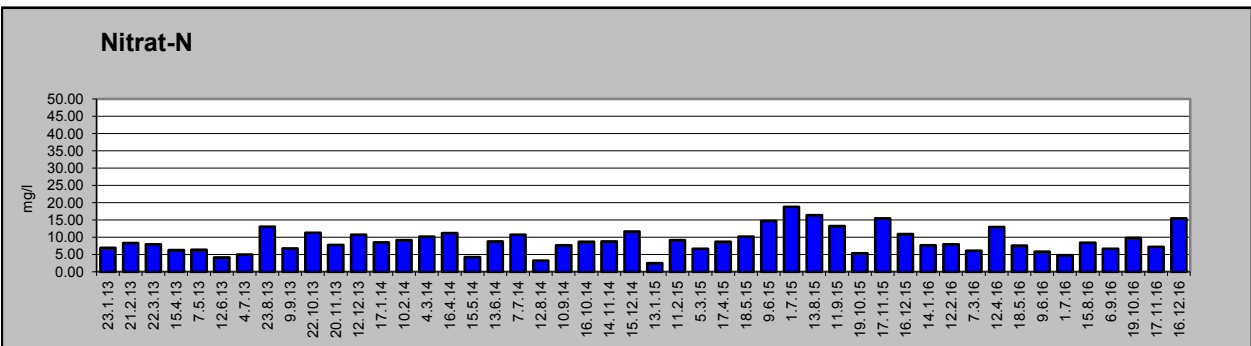
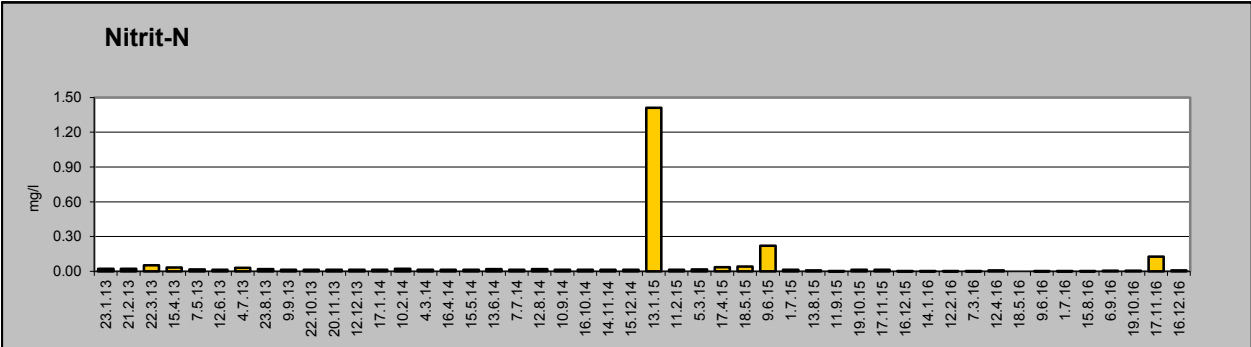
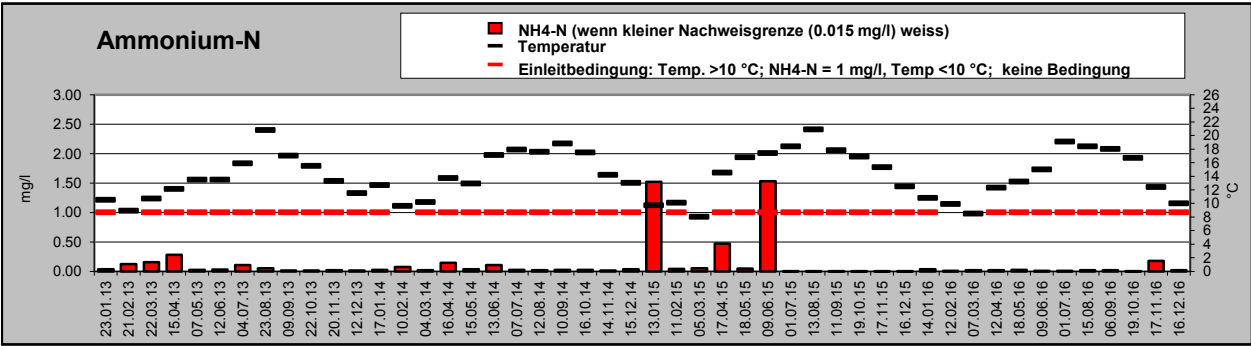




Chlorid

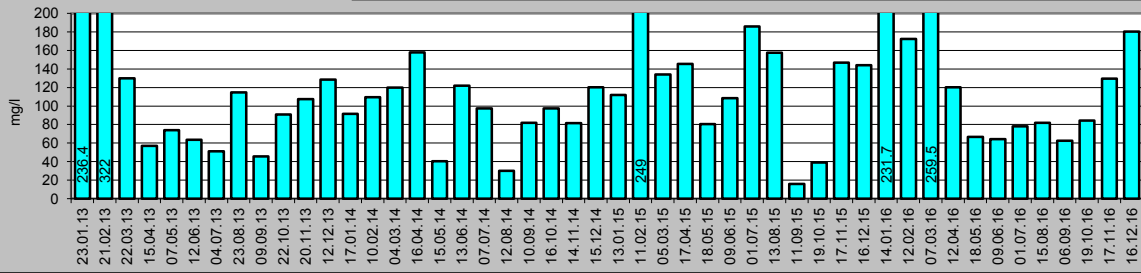
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

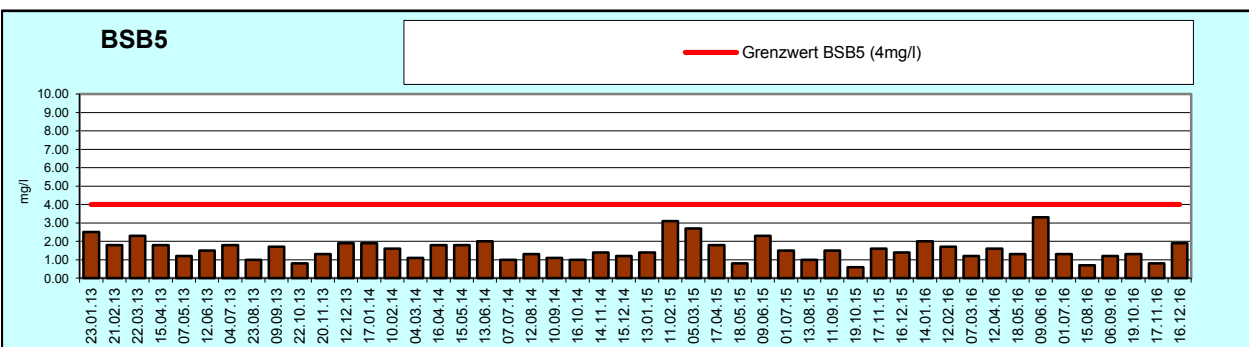
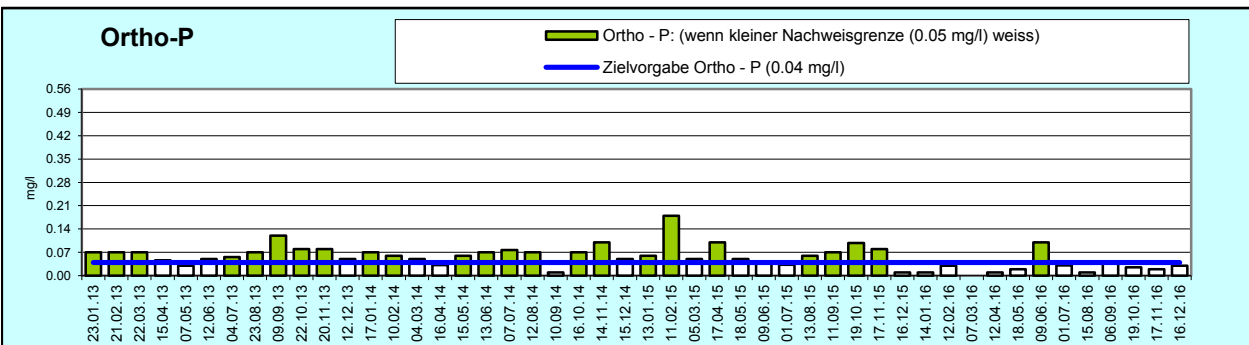
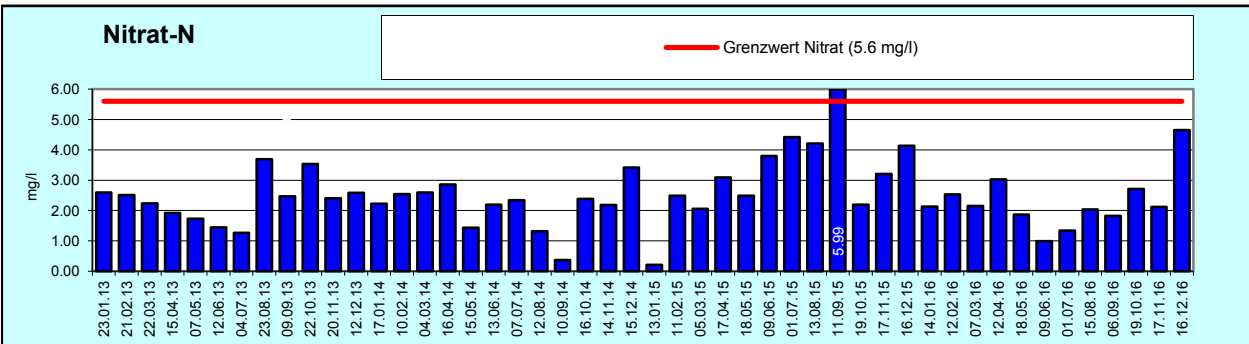
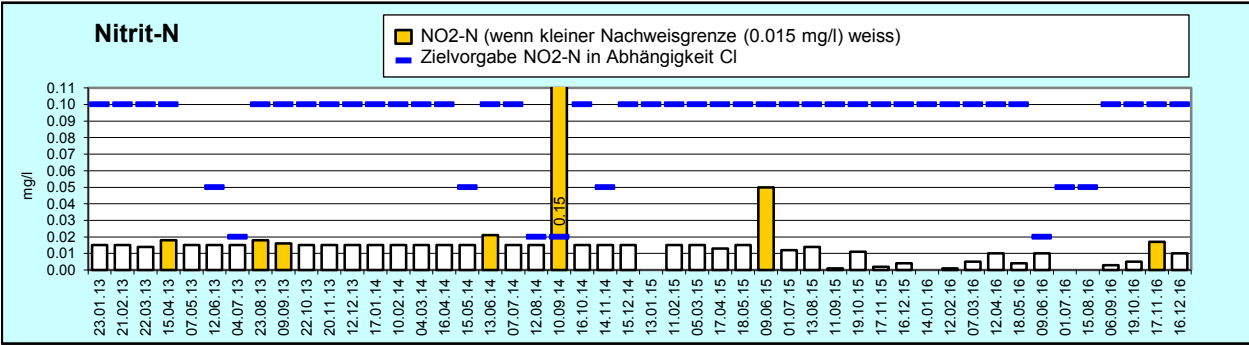
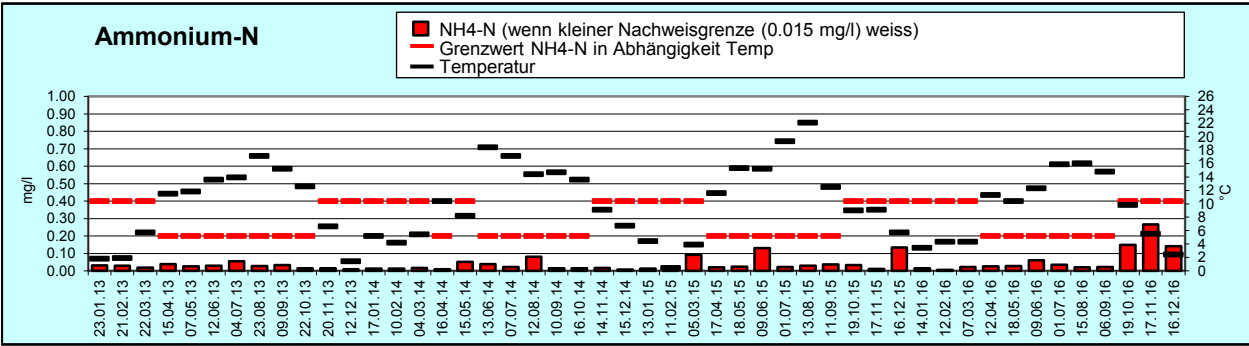




Chlorid

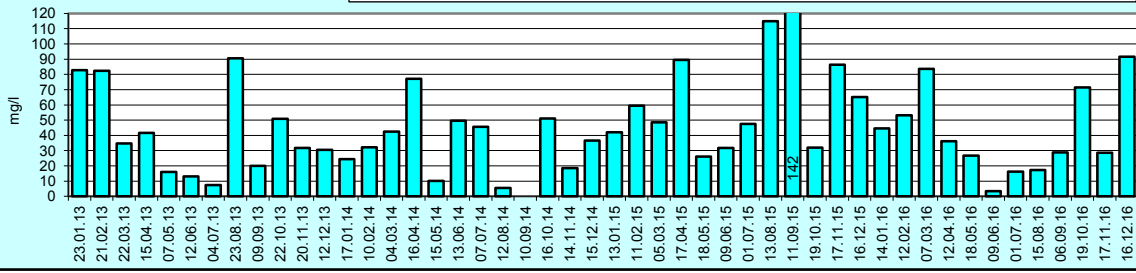
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV





Chlorid

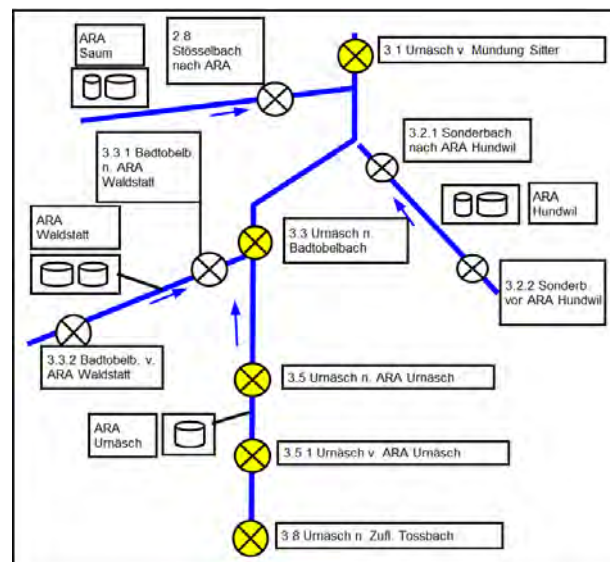
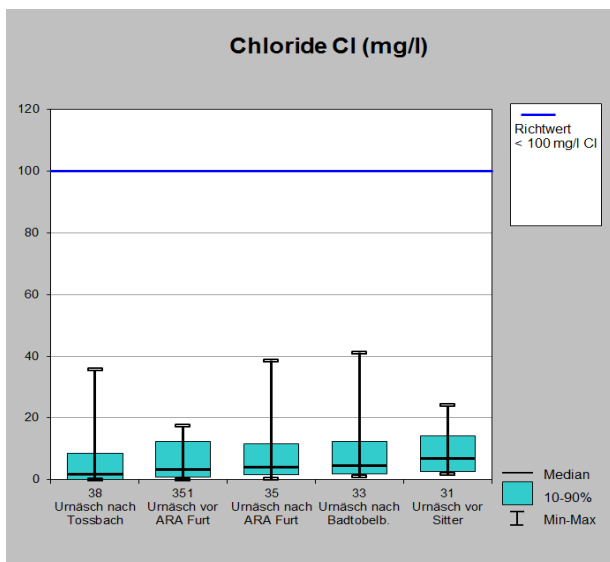
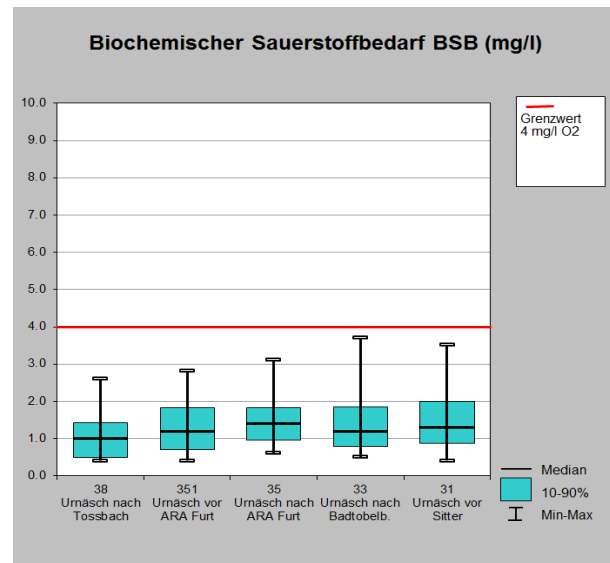
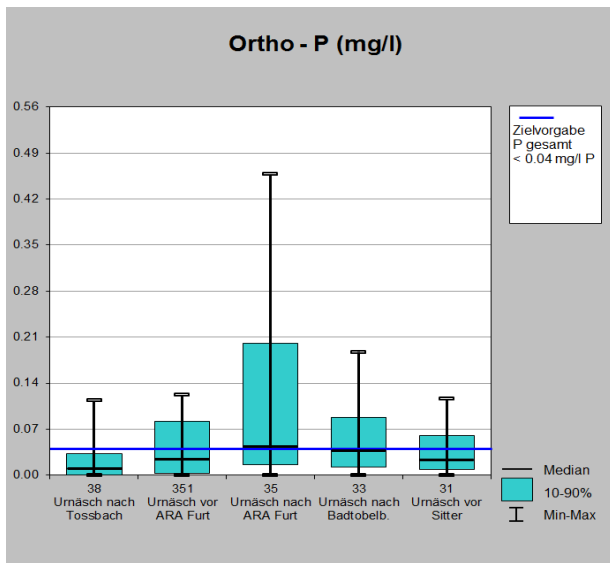
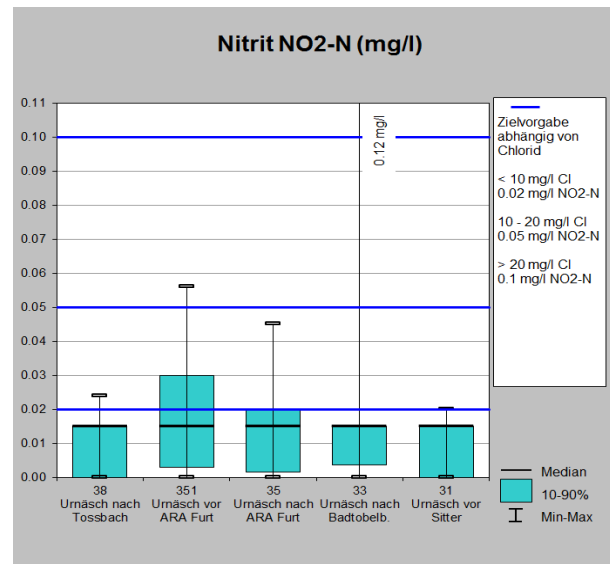
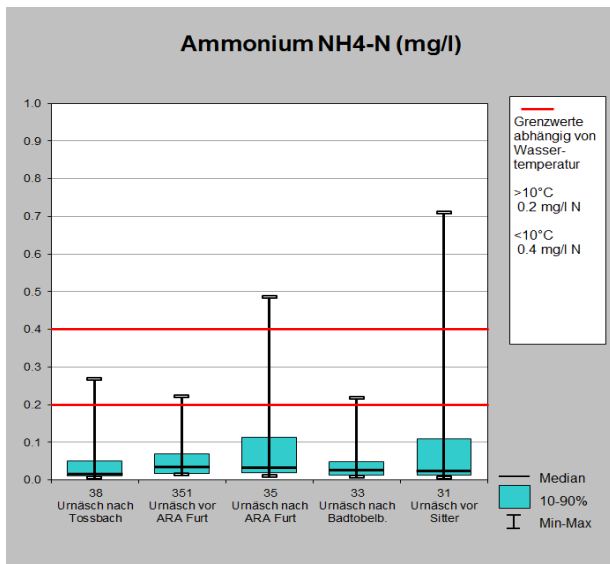
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

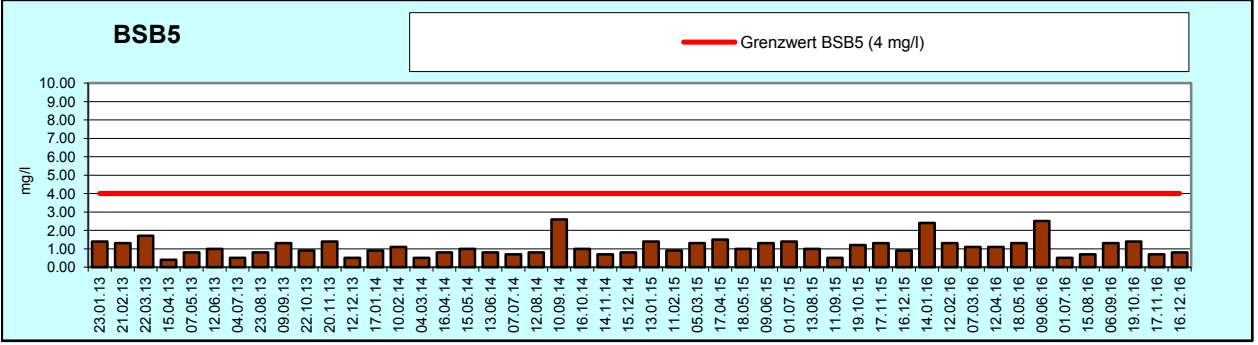
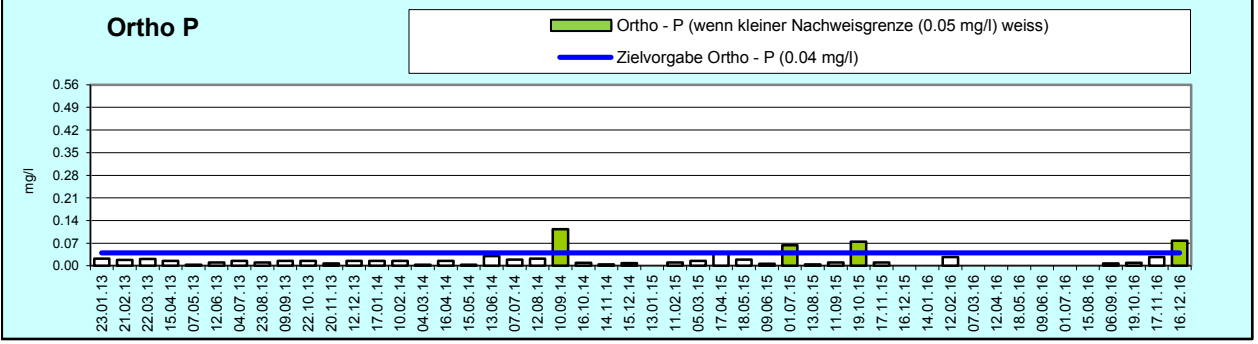
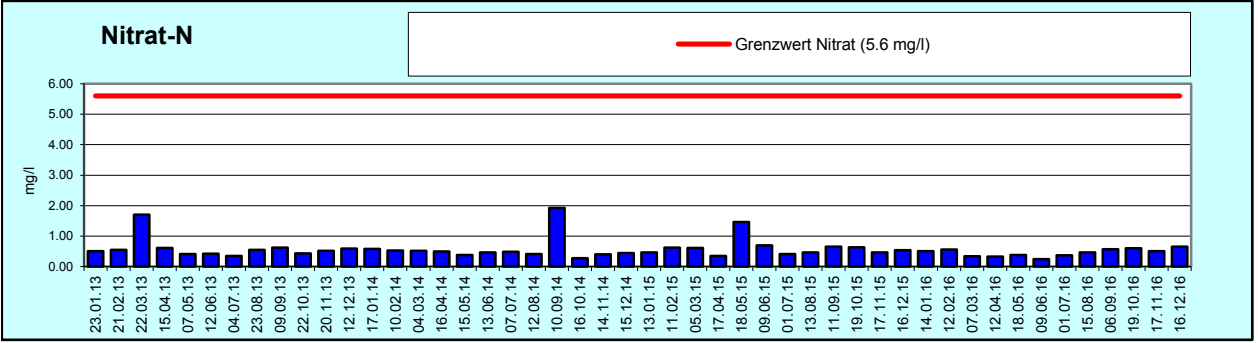
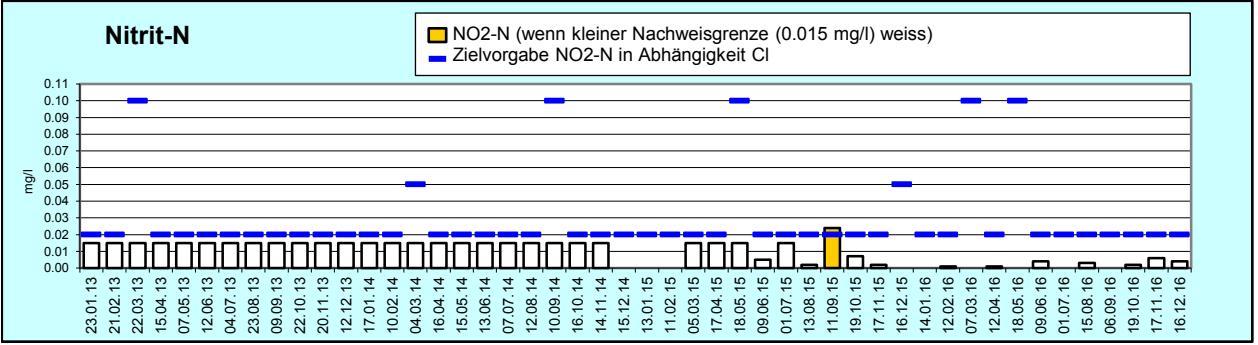
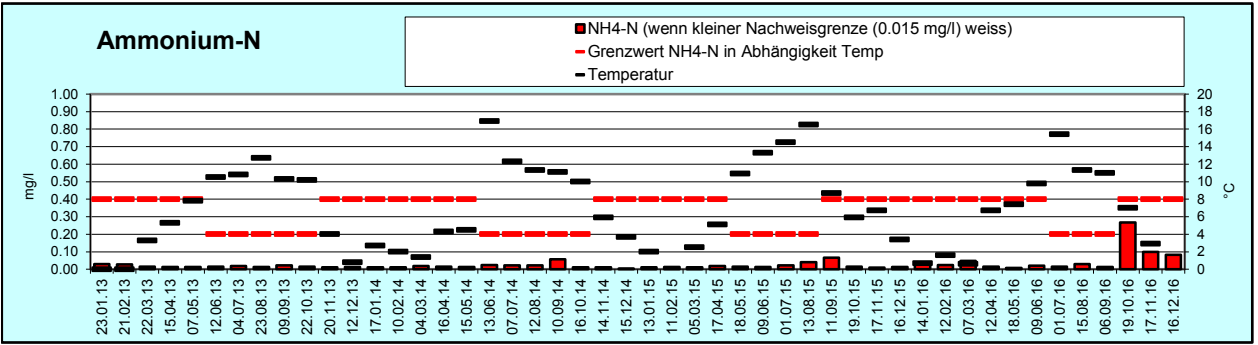


Einzugsgebiet
Gewässer:

Urnäsch
Urnäsch

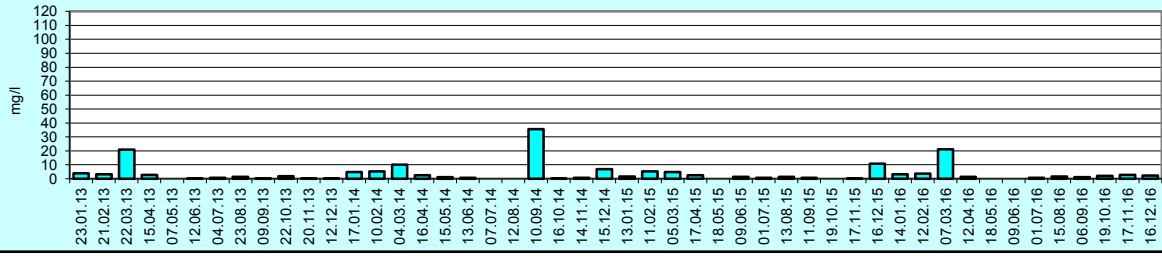
Ohne Ausläufe Kläranlagen

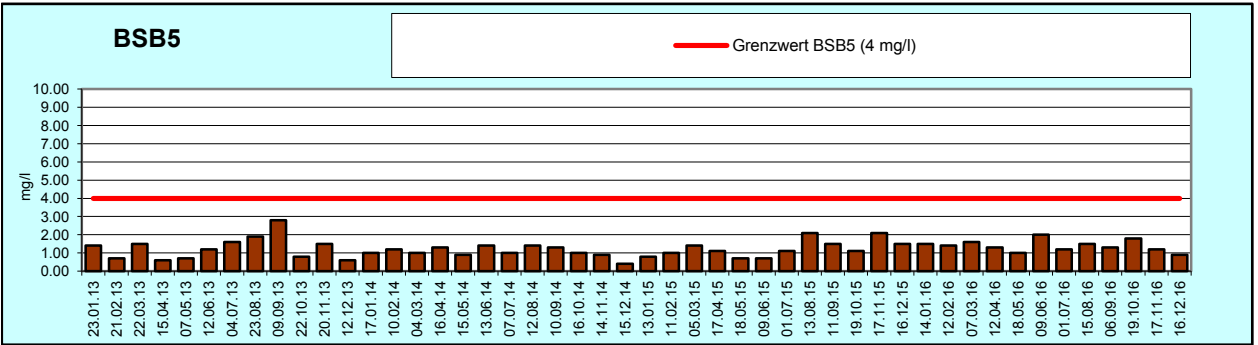
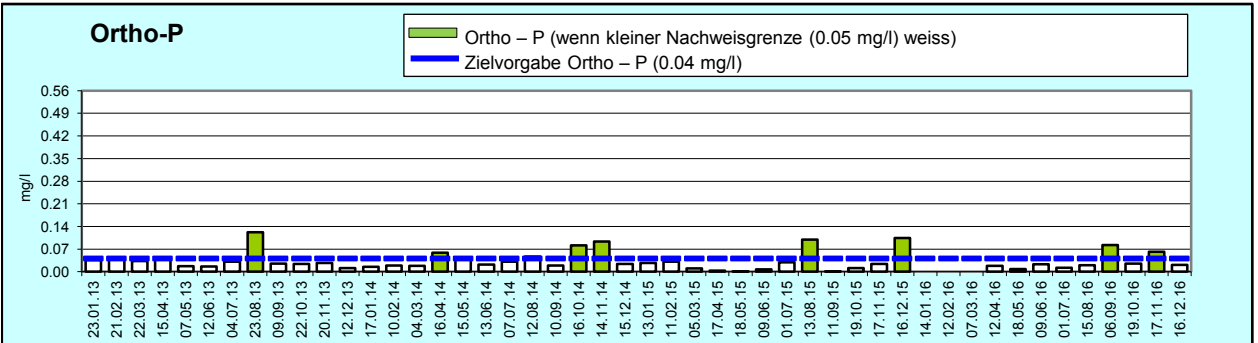
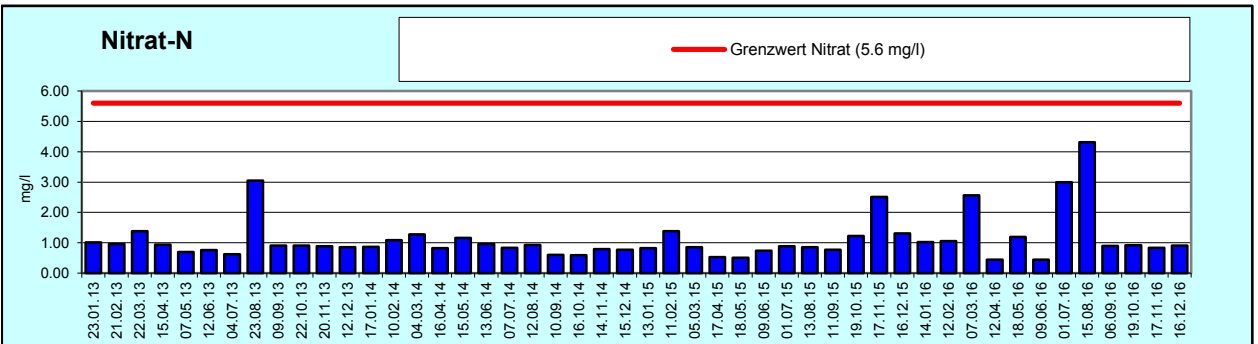
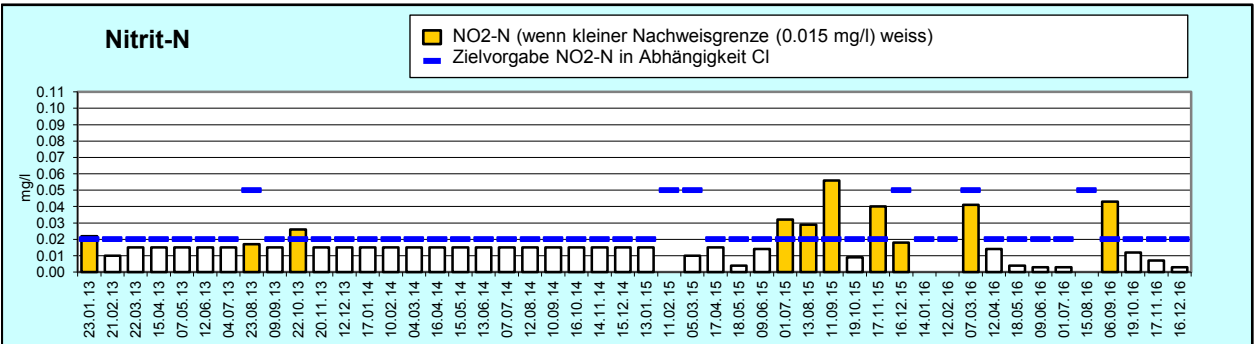
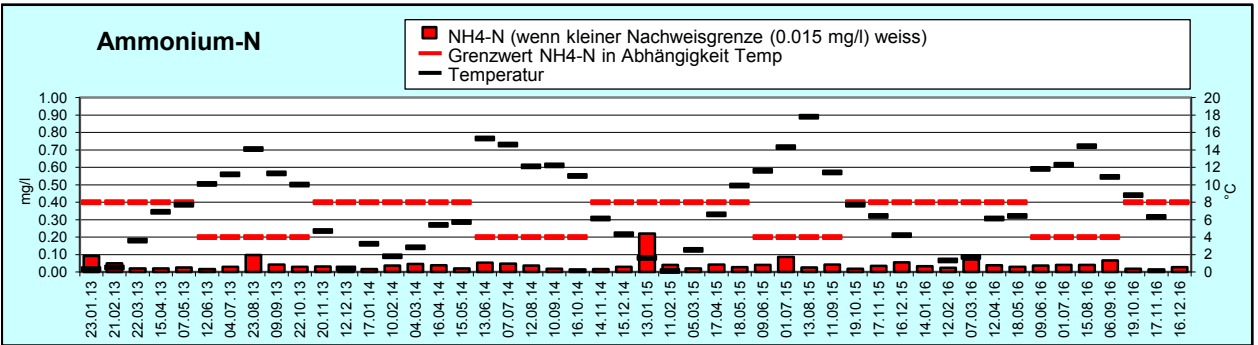




Chlorid

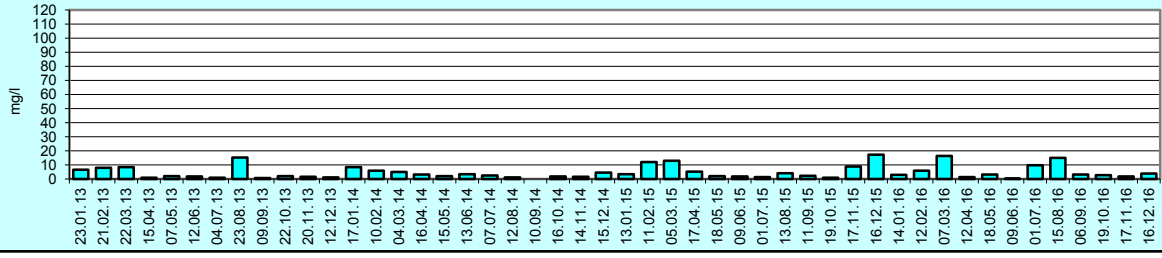
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

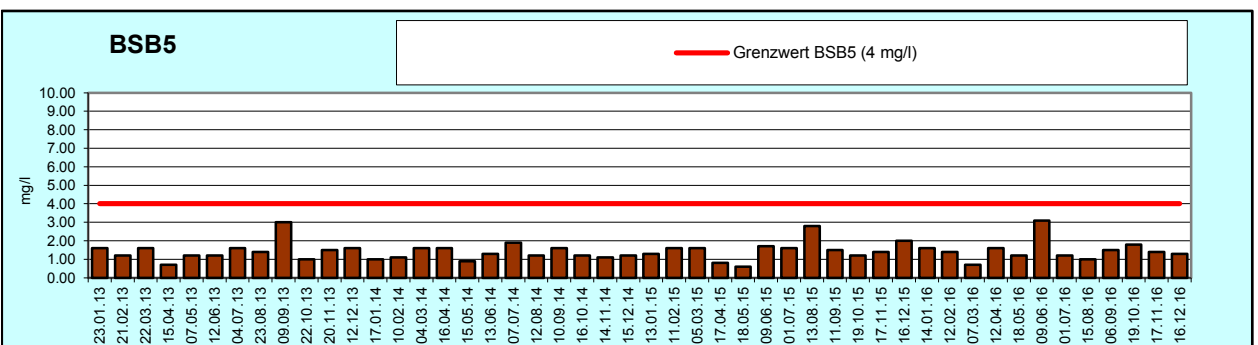
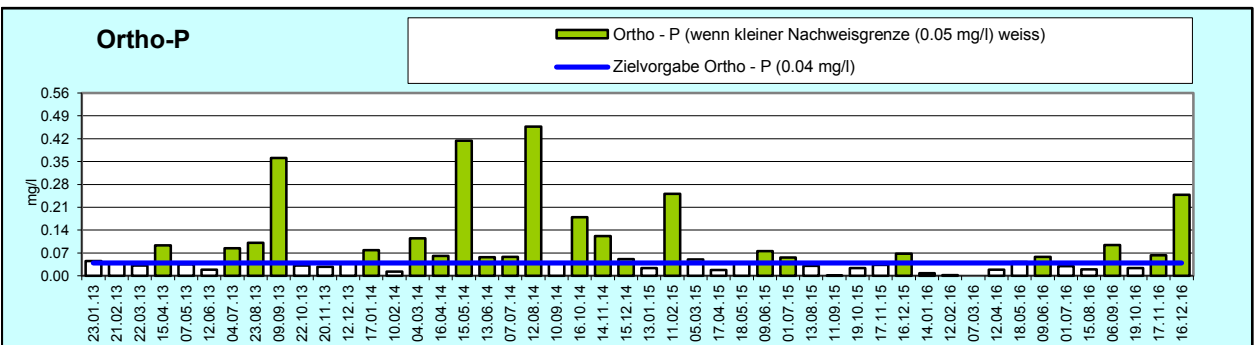
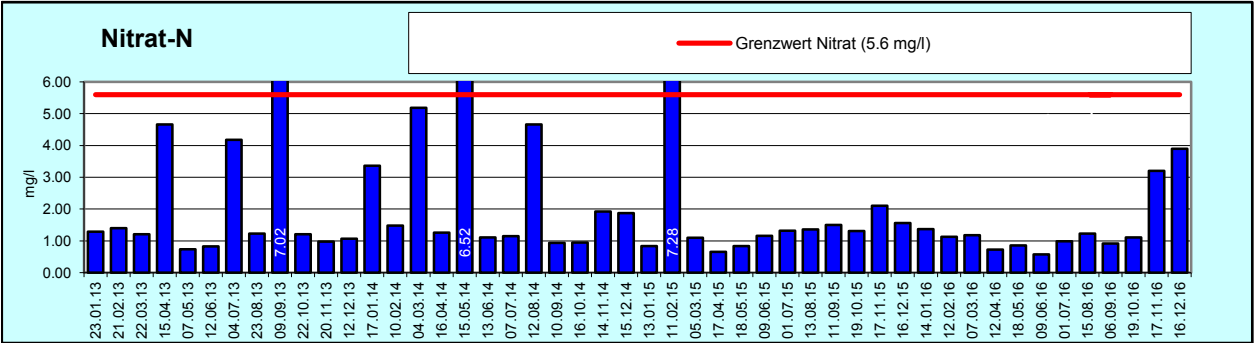
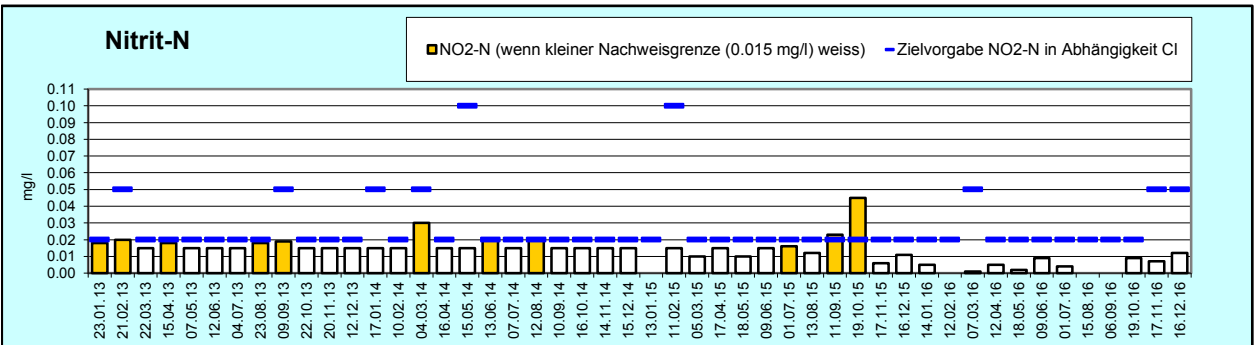
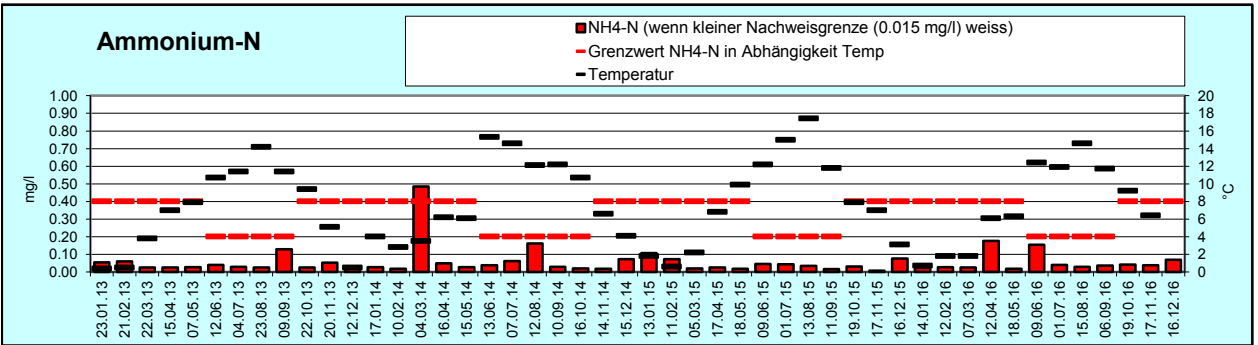




Chlorid

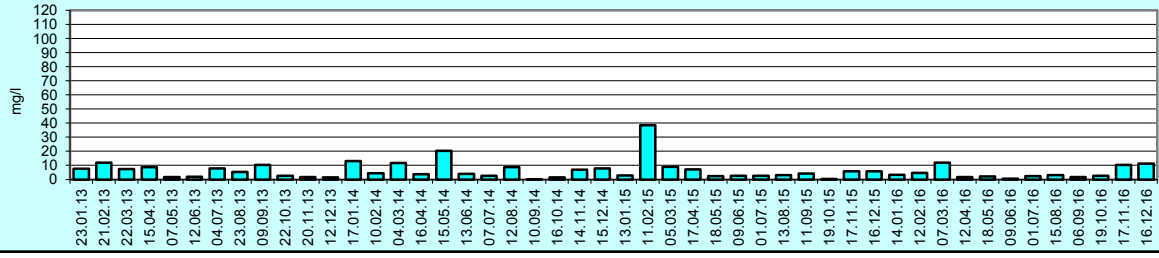
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

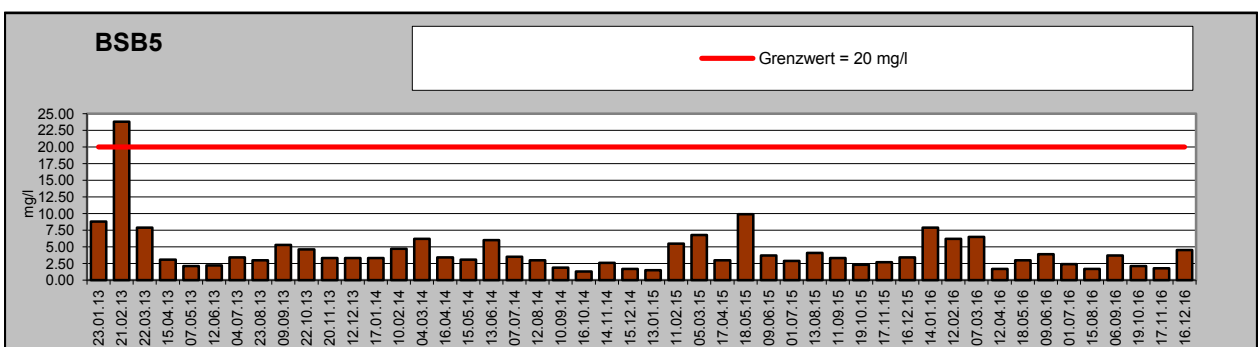
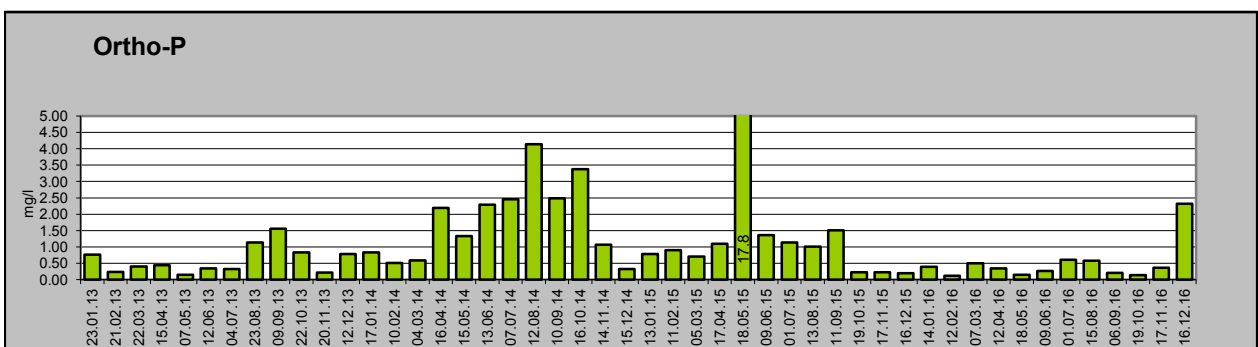
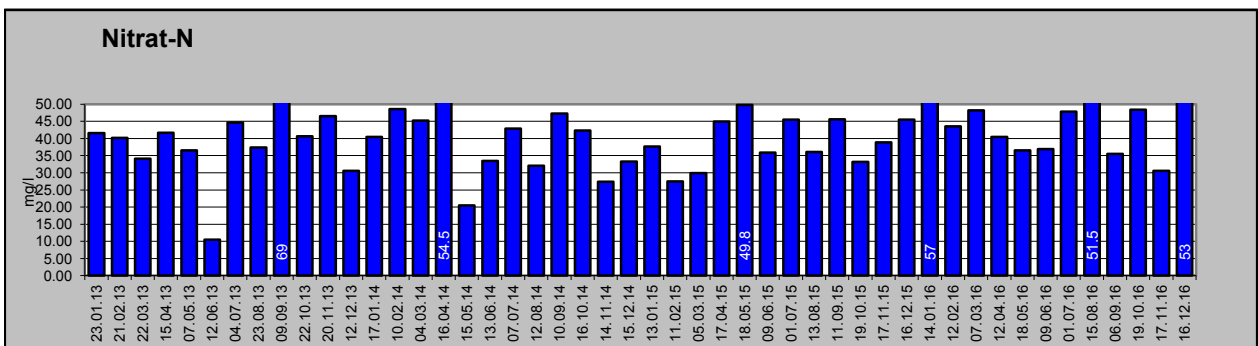
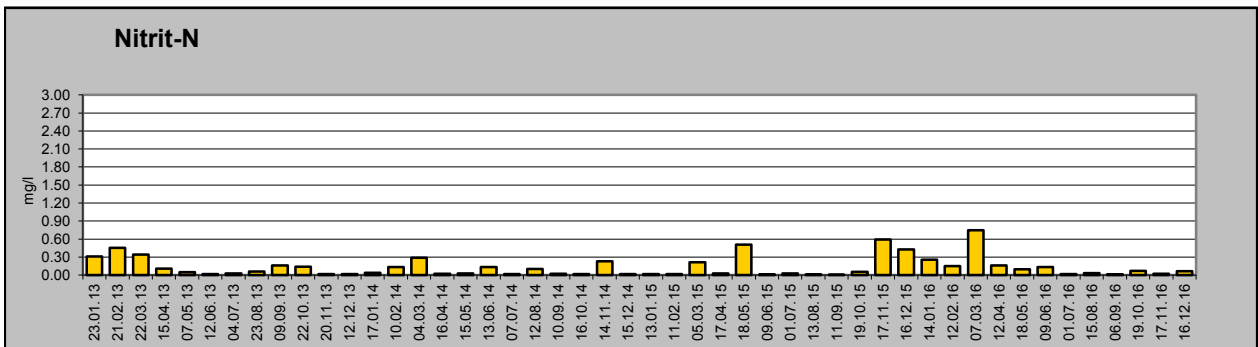
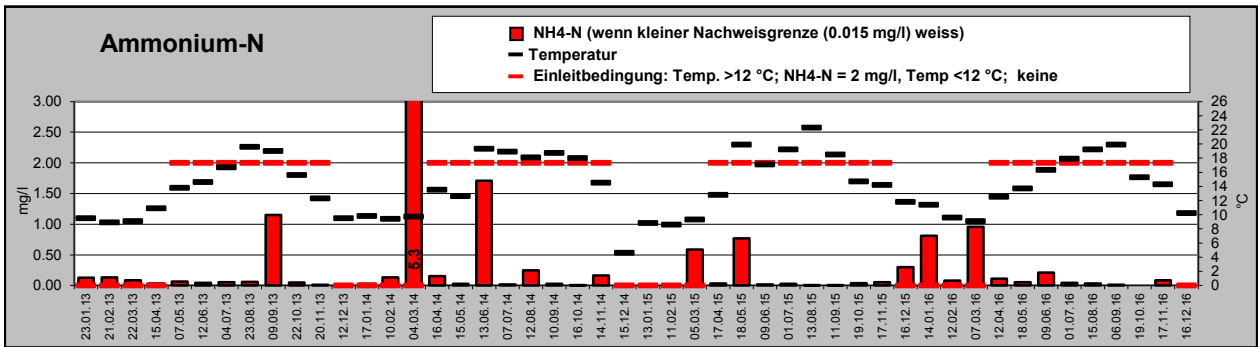




Chlorid

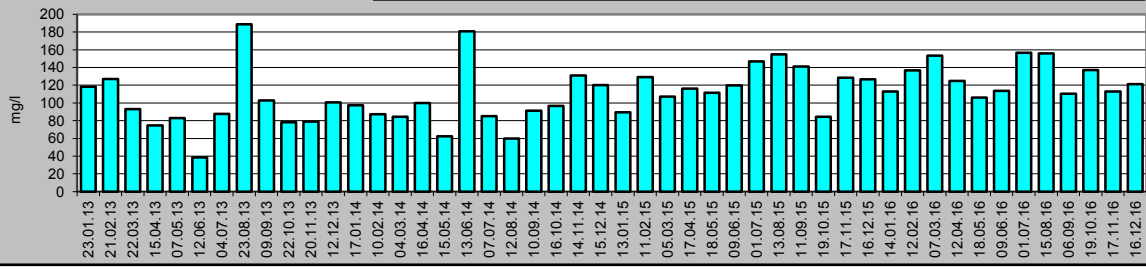
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

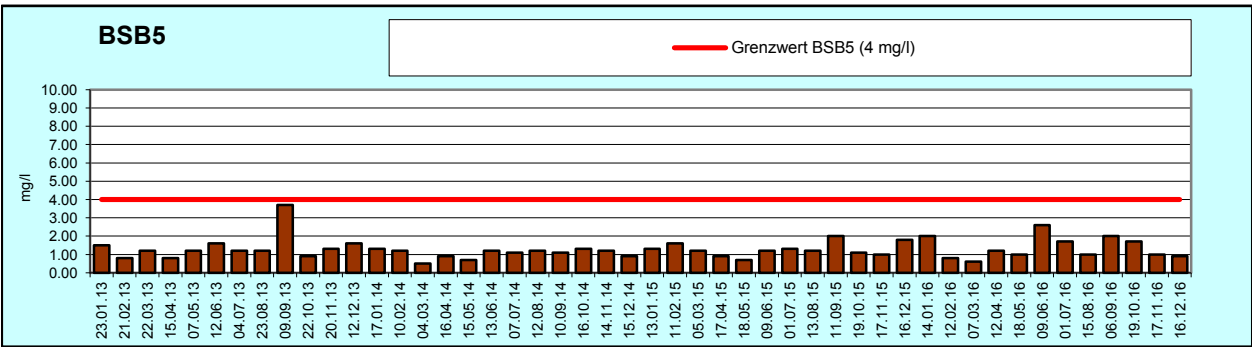
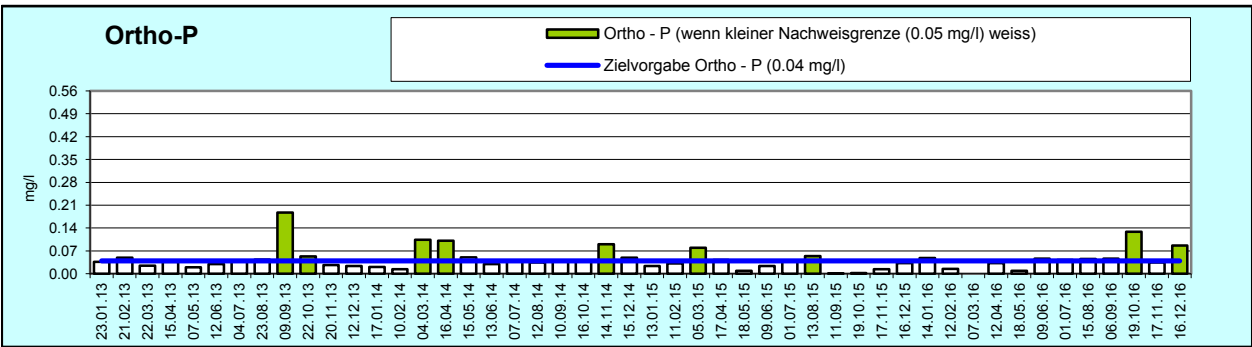
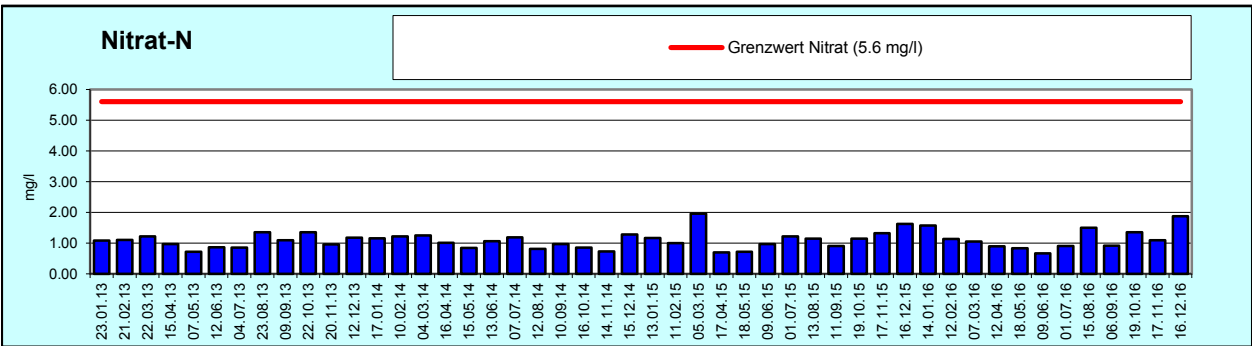
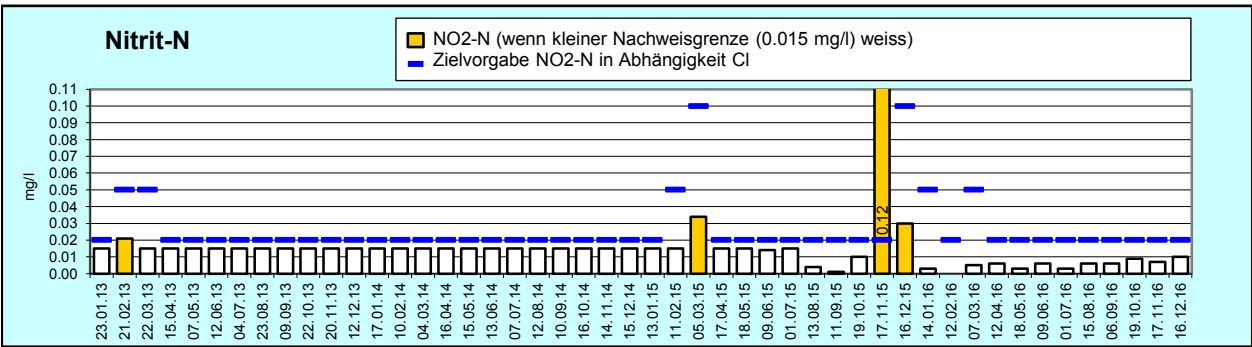
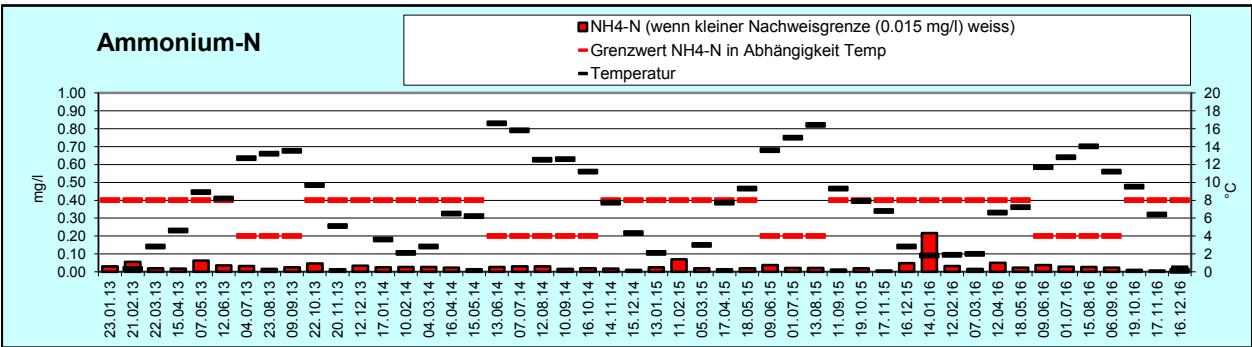




Chlorid

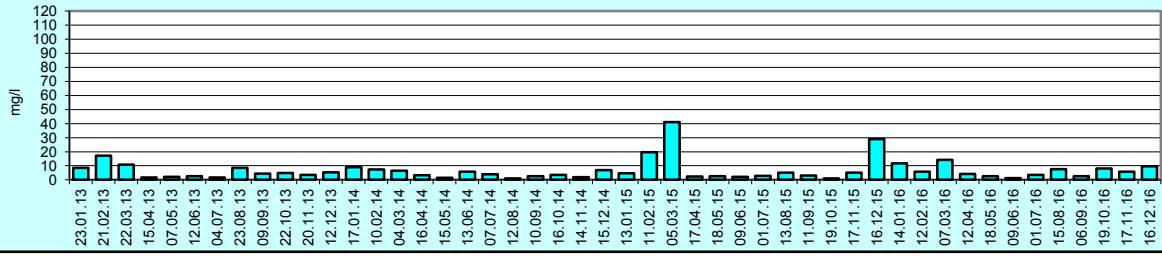
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

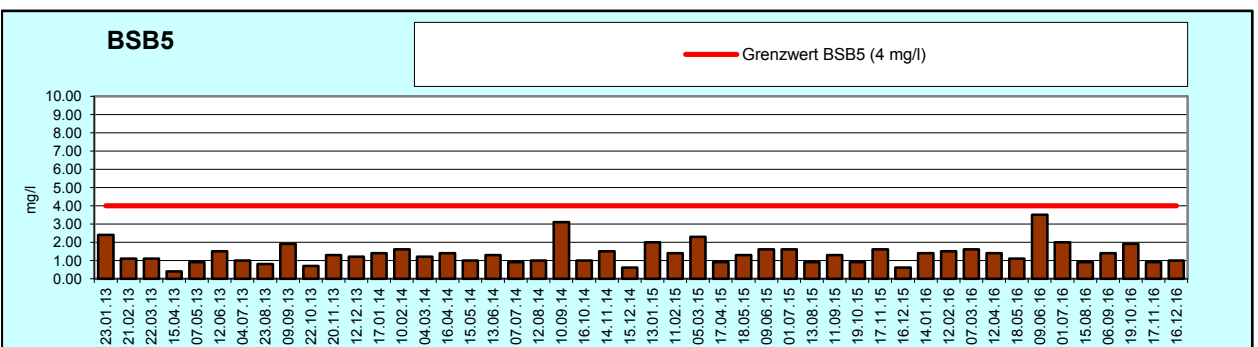
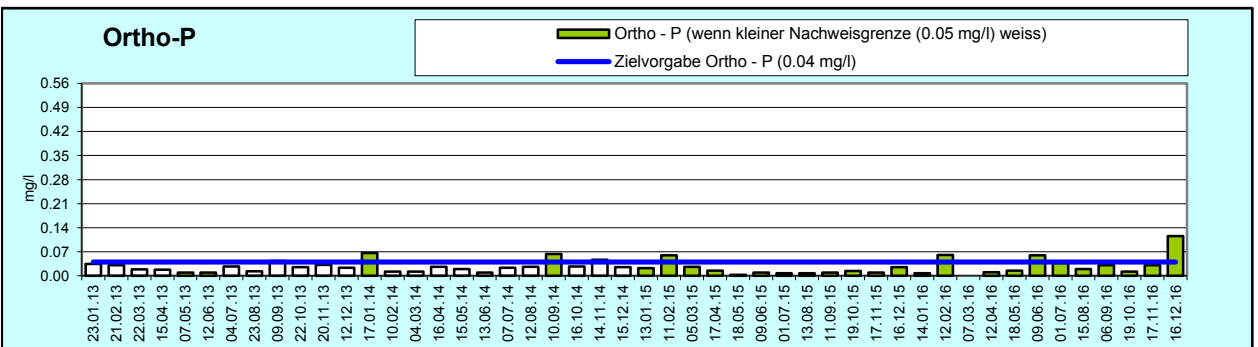
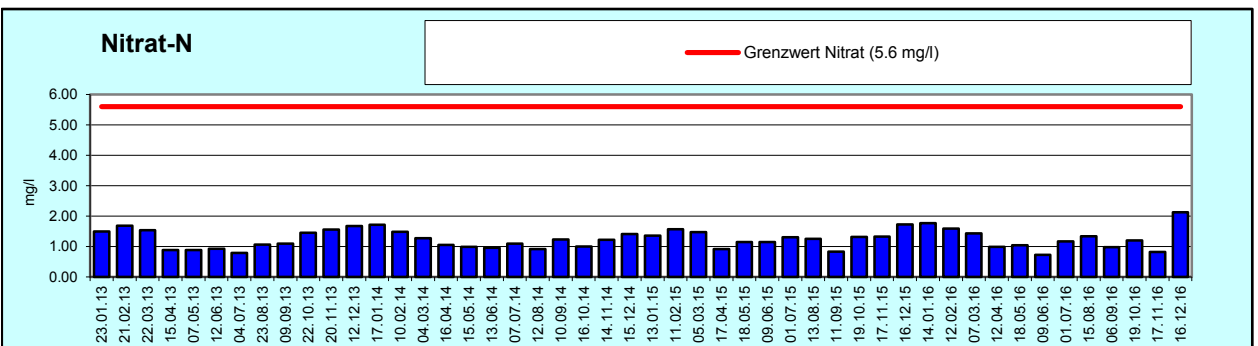
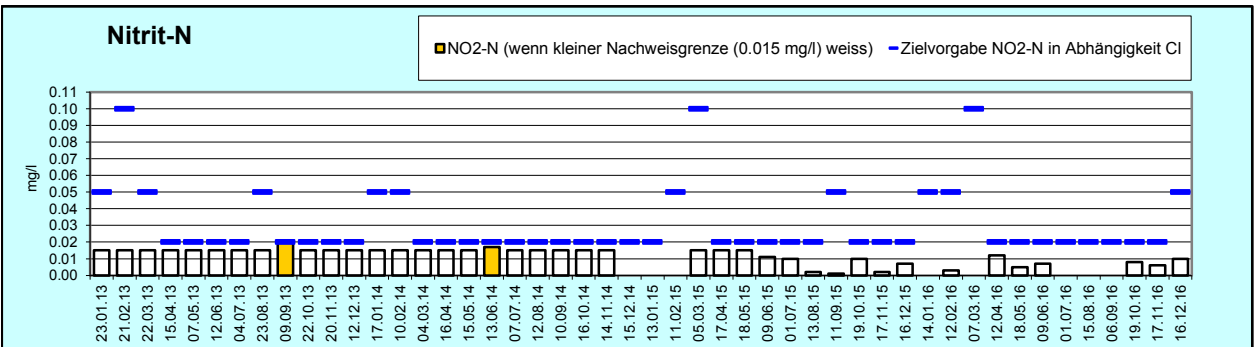
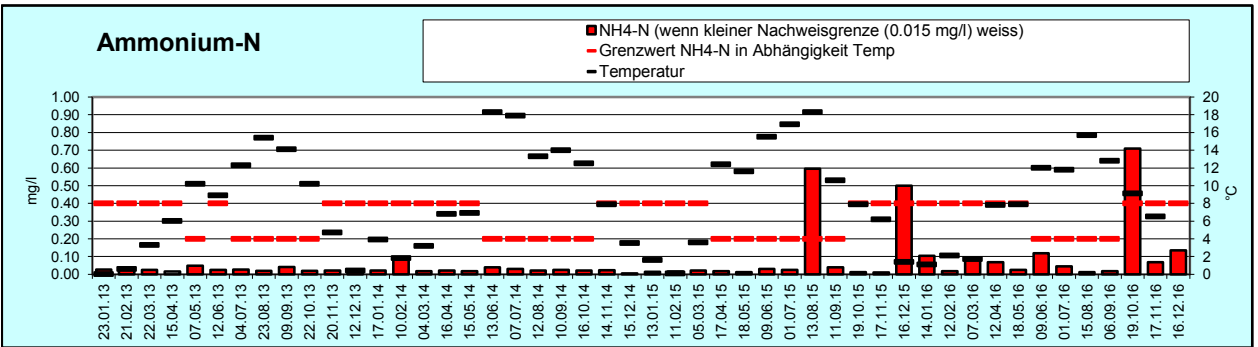




Chlorid

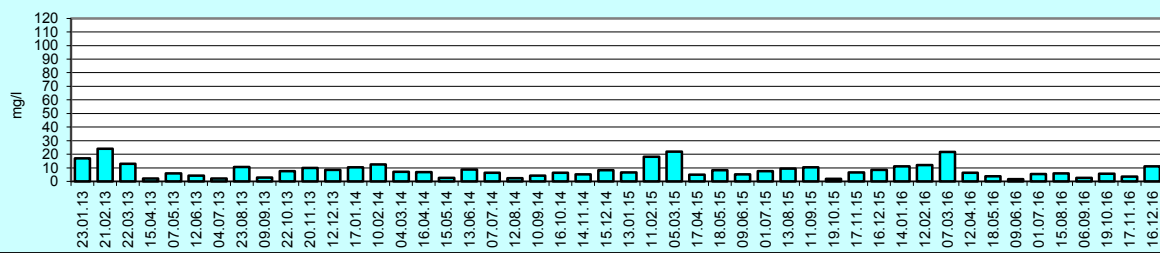
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV



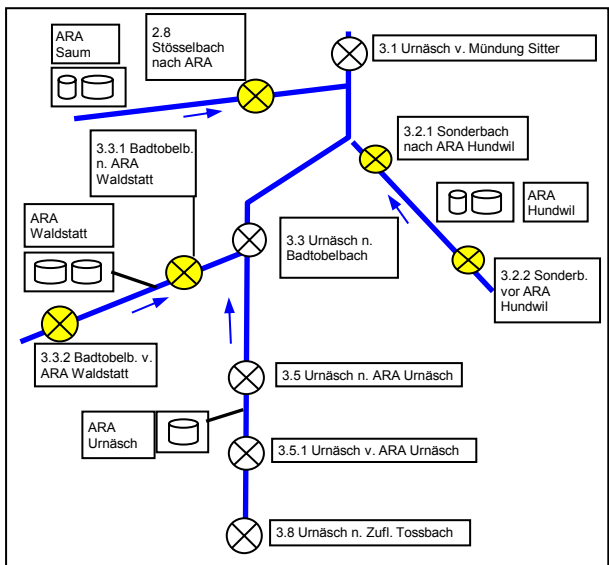
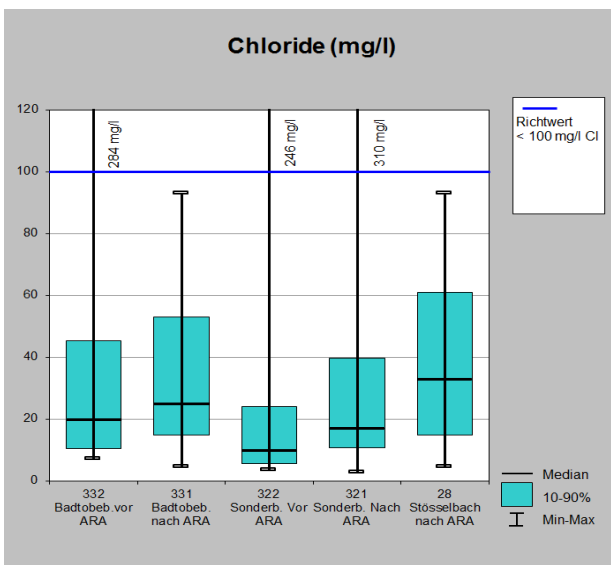
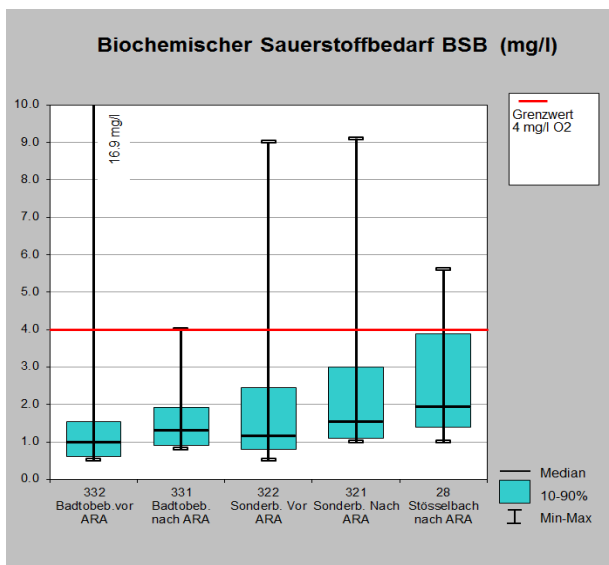
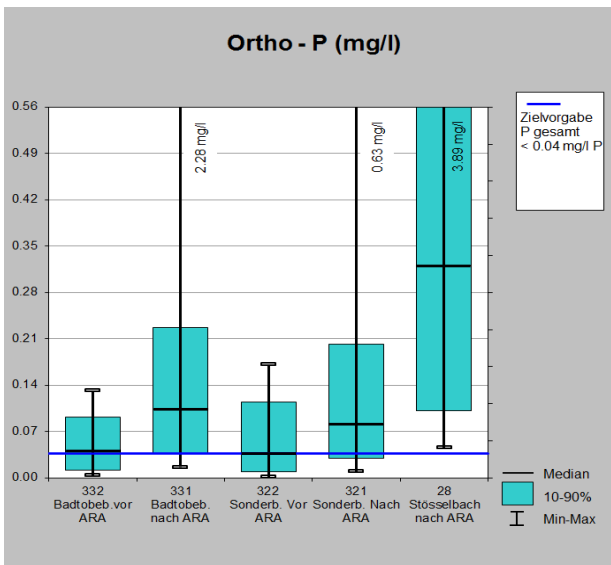
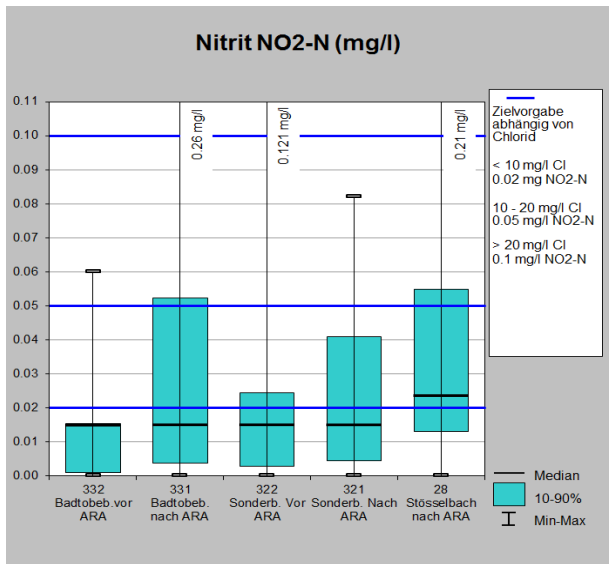
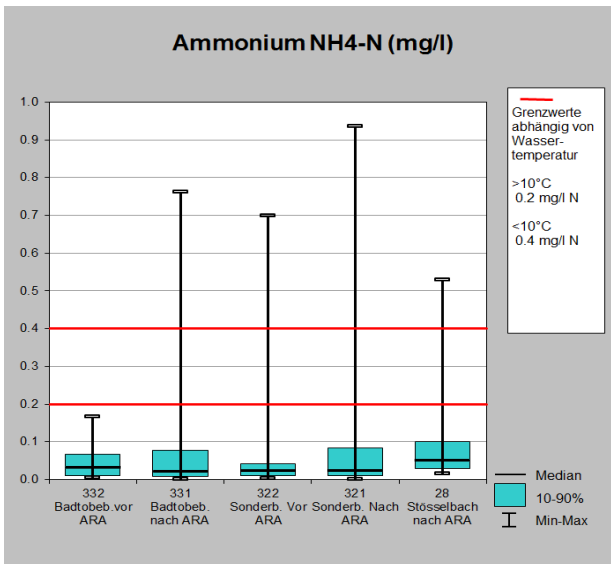


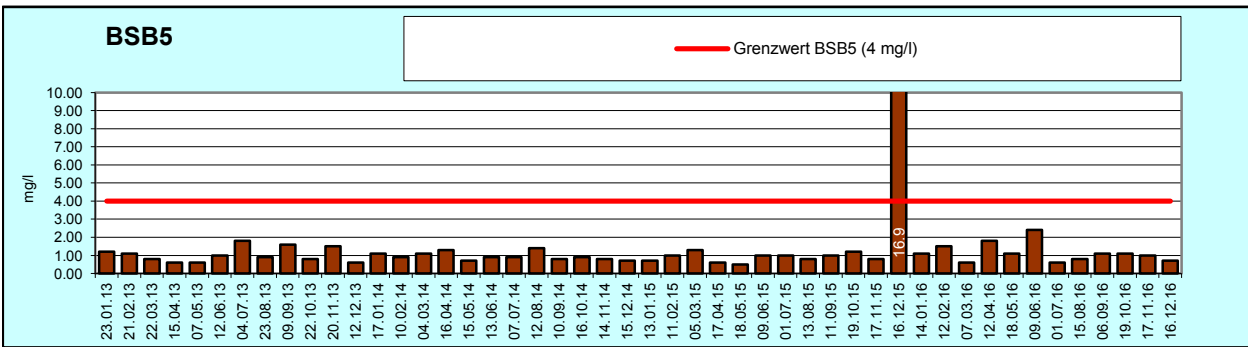
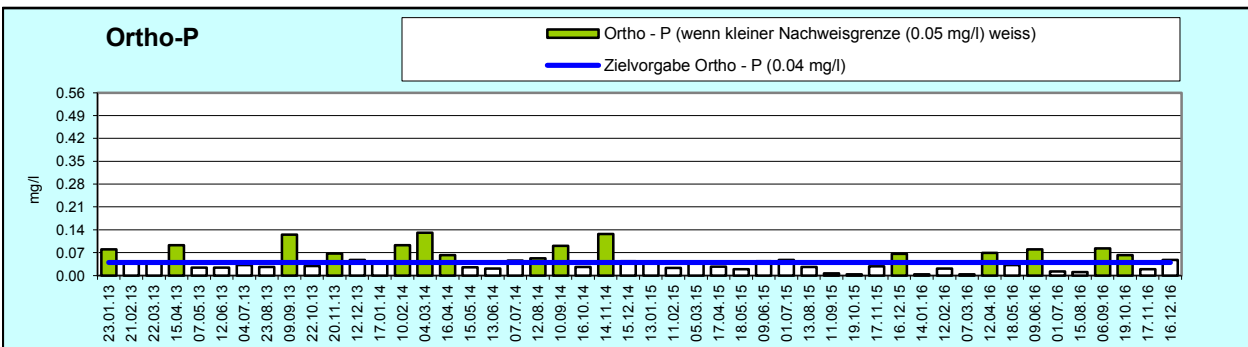
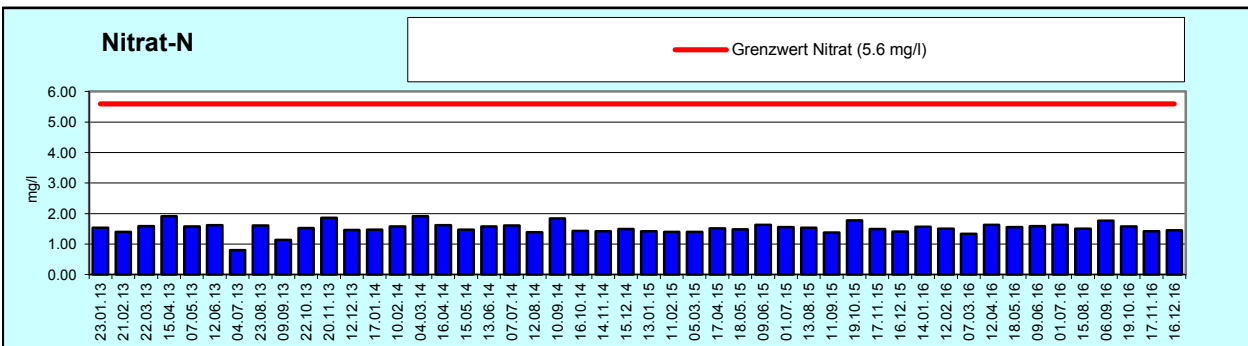
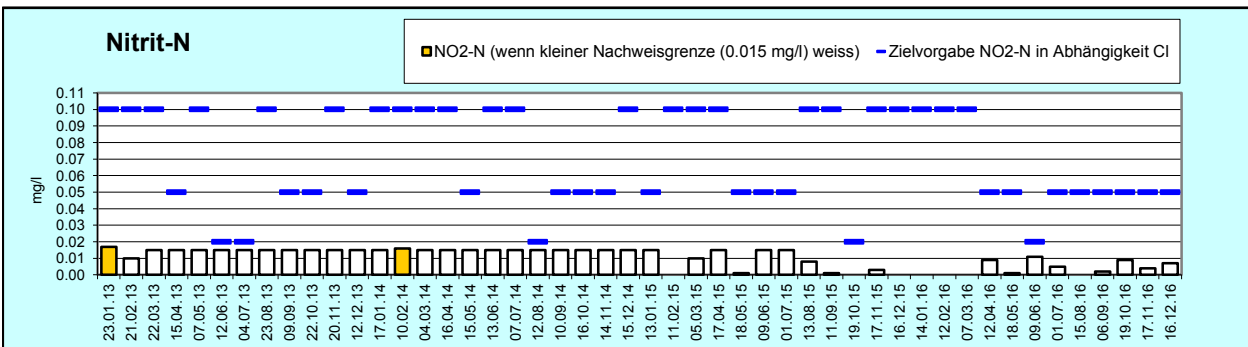
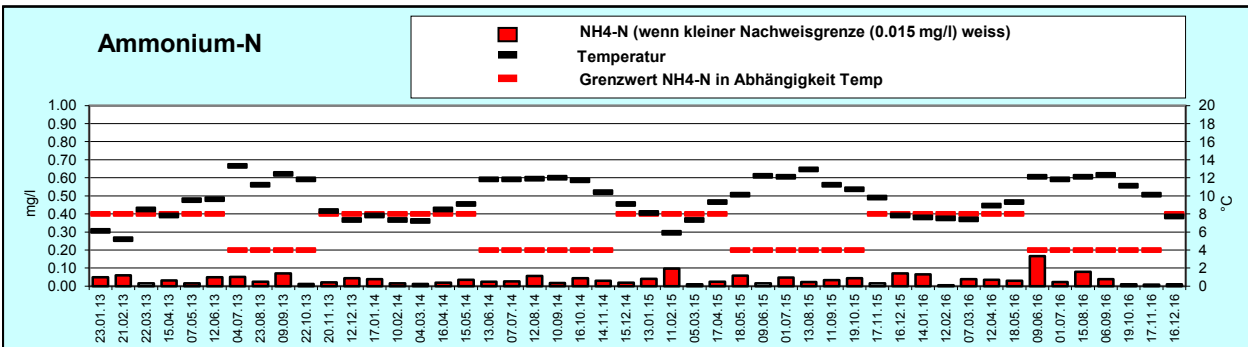
Chlorid

Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV



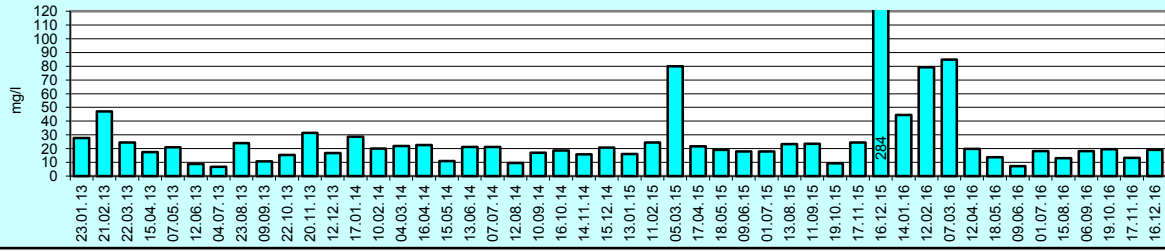
Einzugsgebiet: Urnäsch
Gewässer: Badtobelbach, Sonderbach und Stösselbach Ohne Ausläufe Kläranlagen

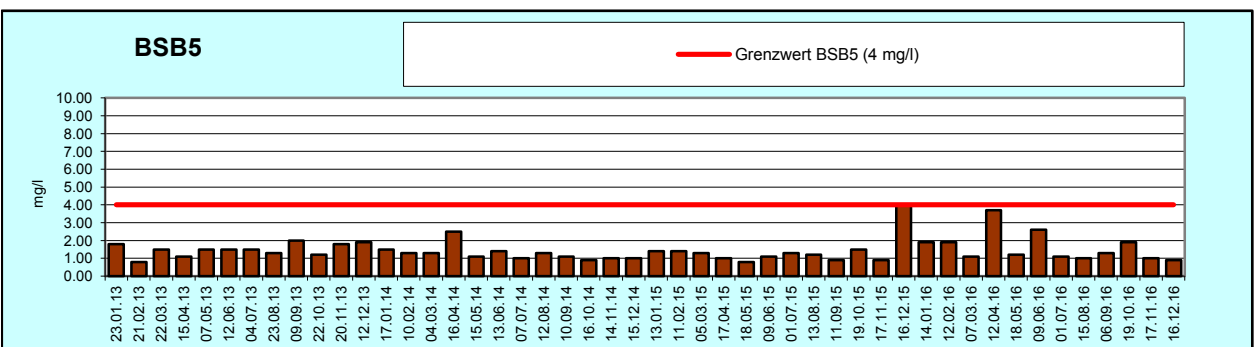
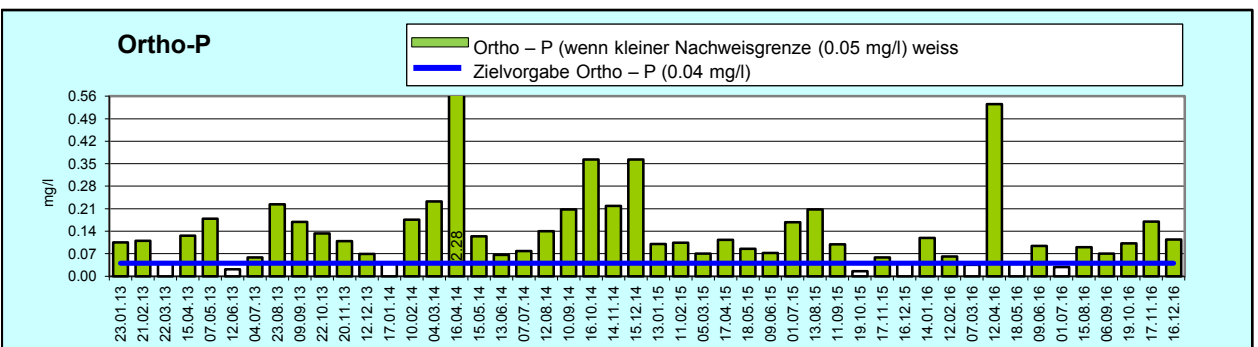
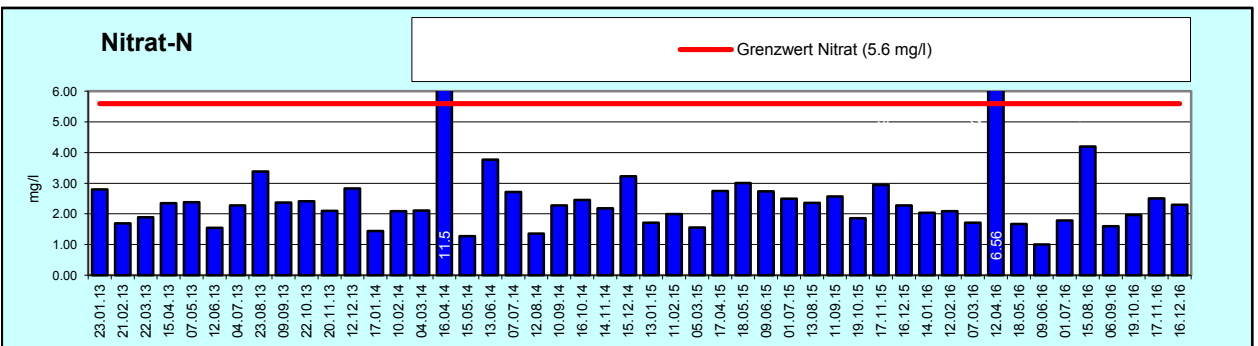
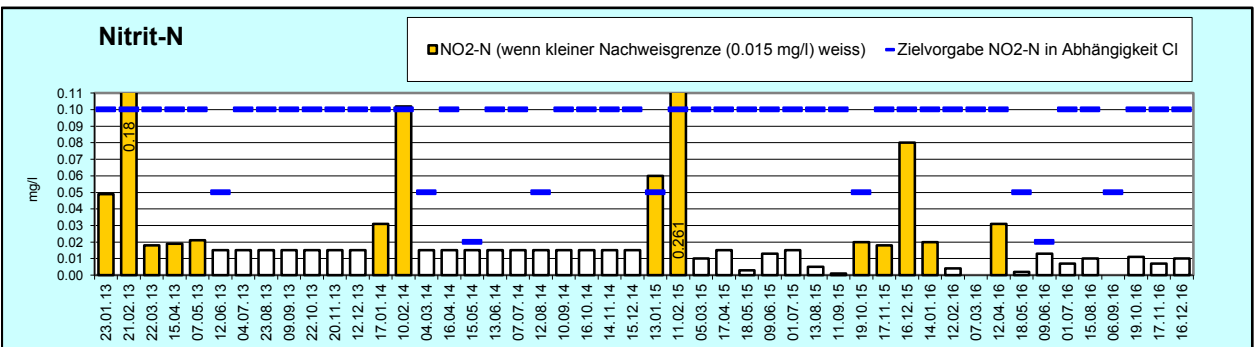
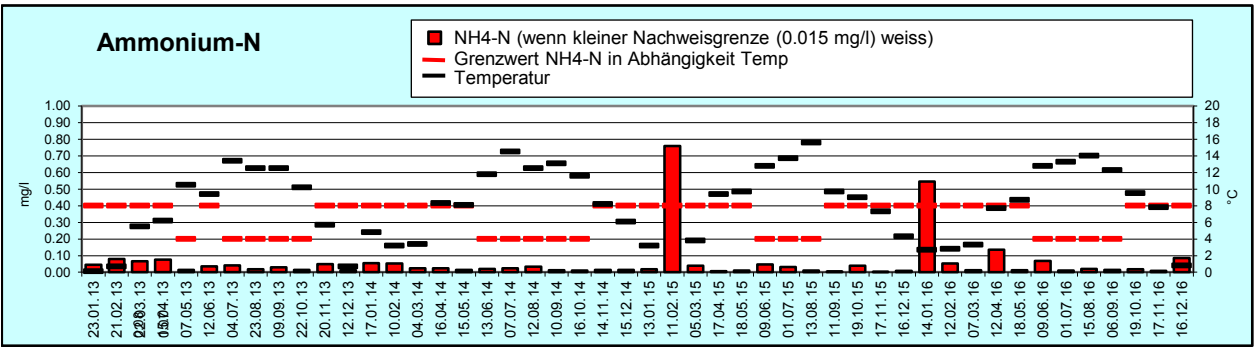




Chlorid

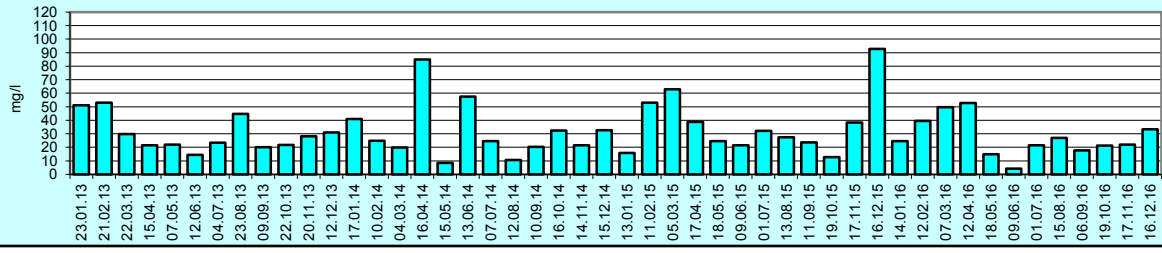
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

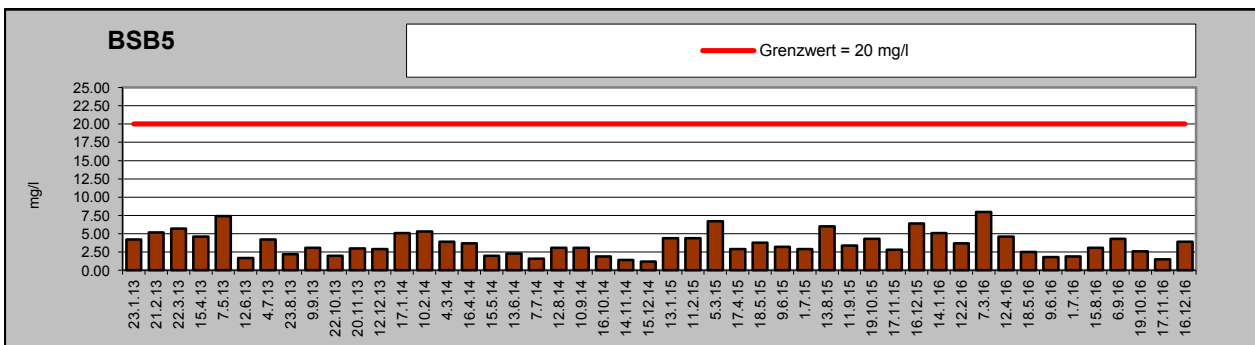
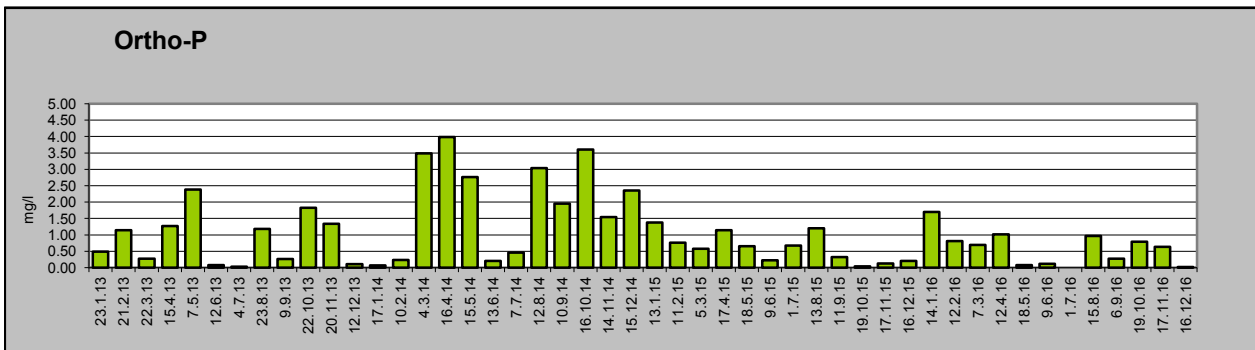
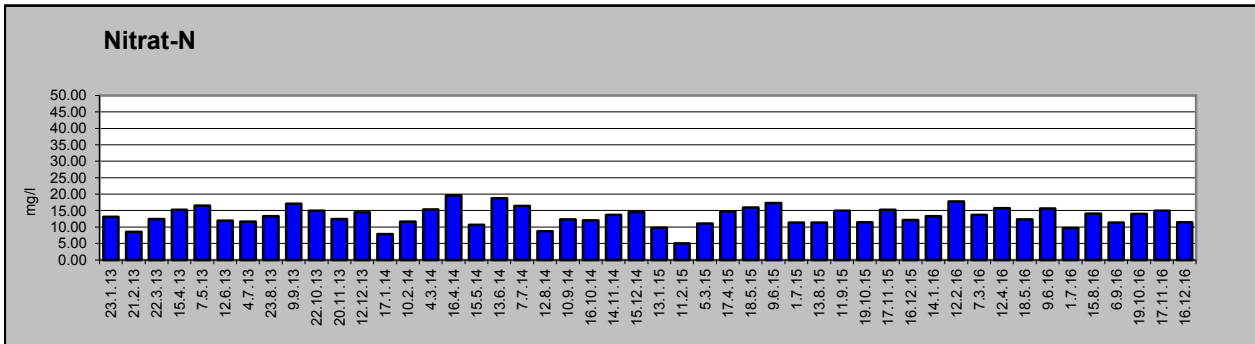
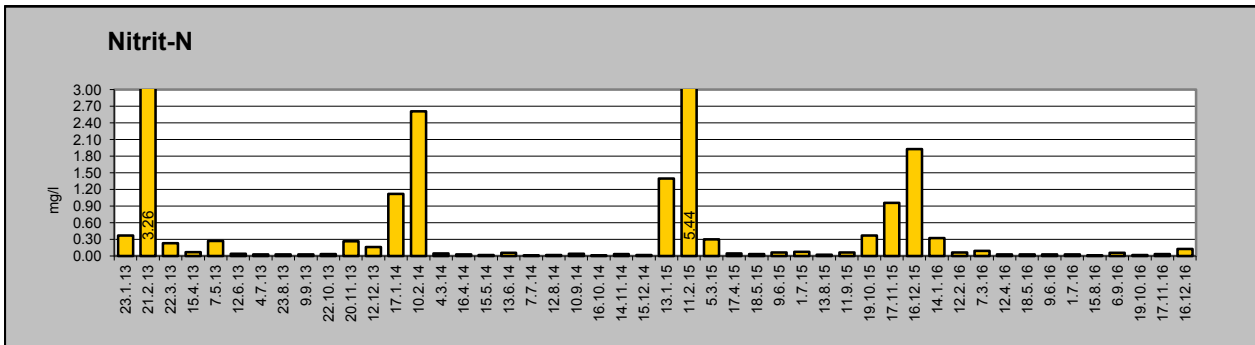
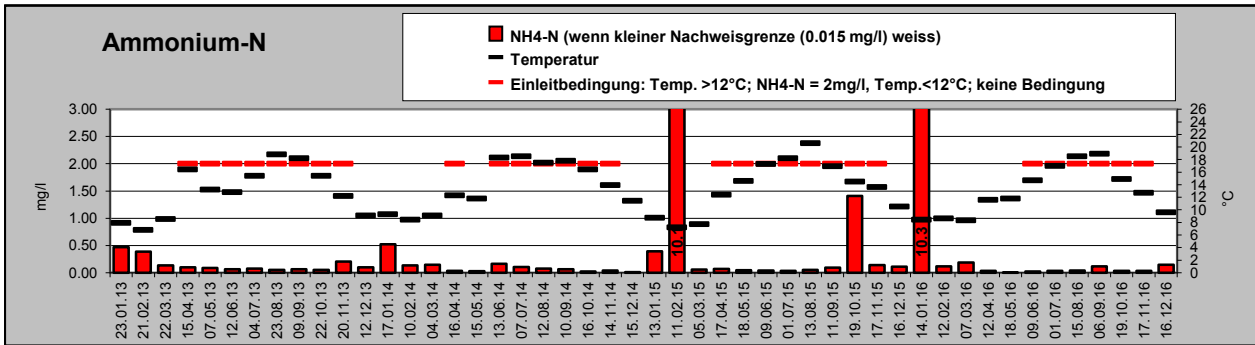




Chlorid

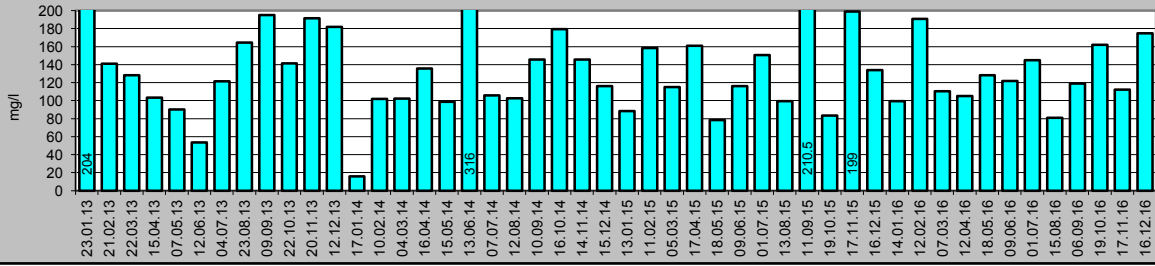
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

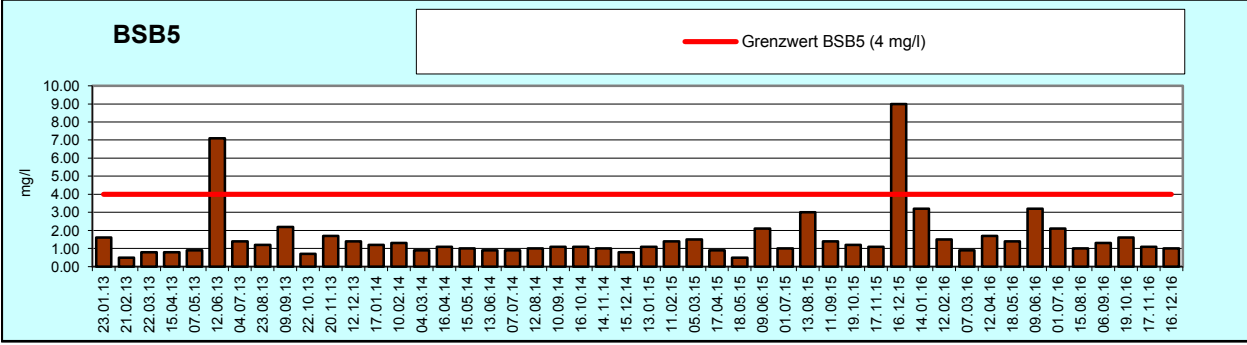
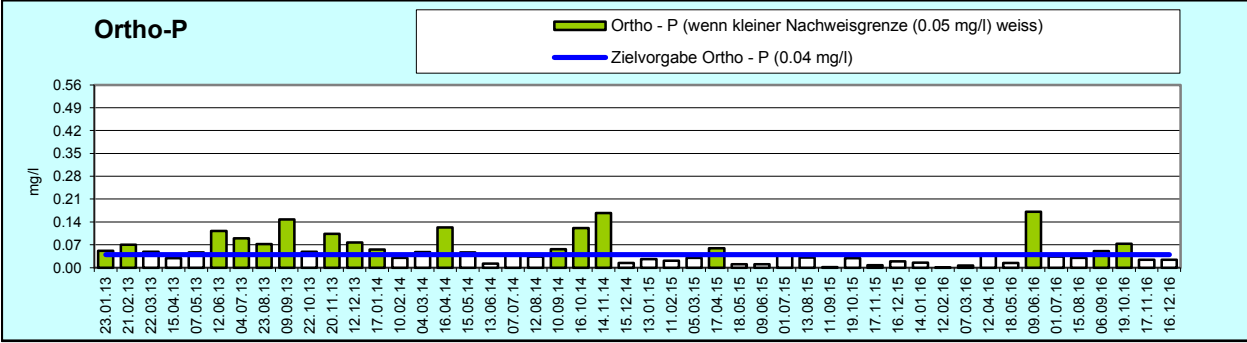
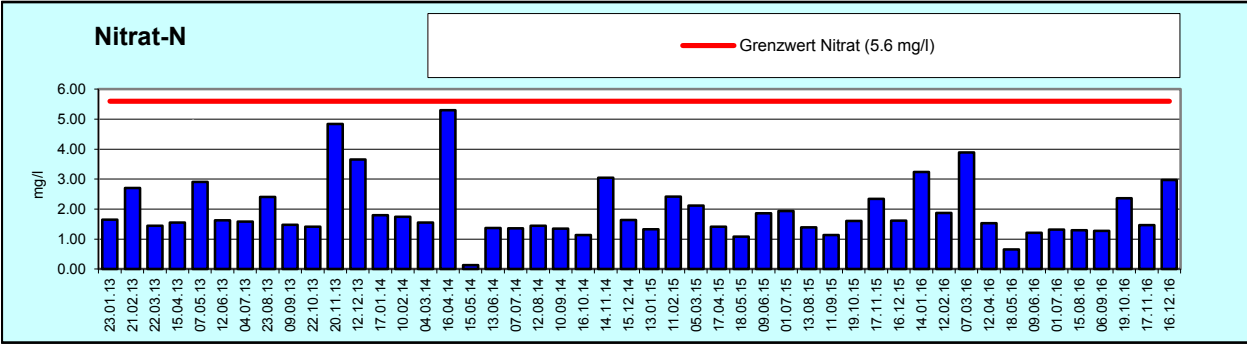
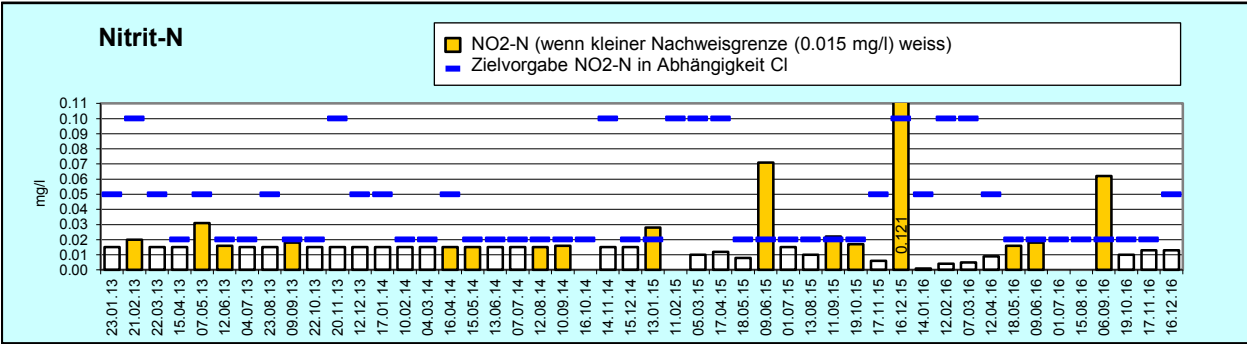
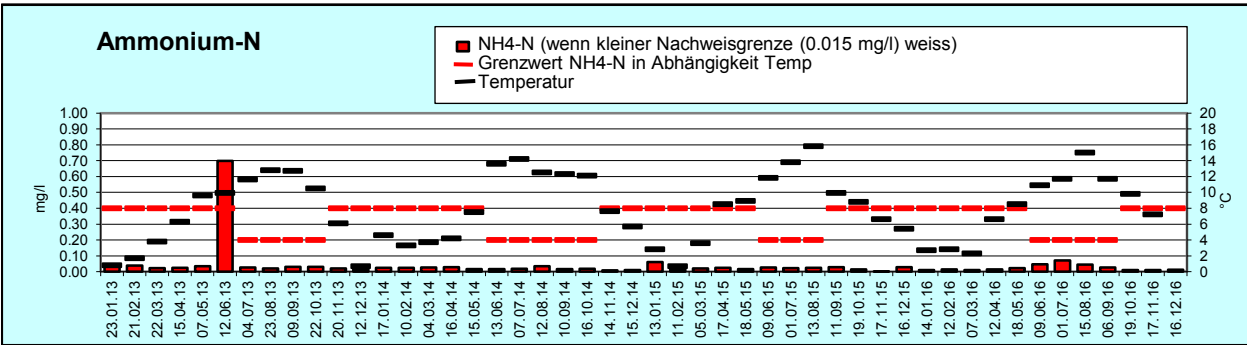




Chlorid

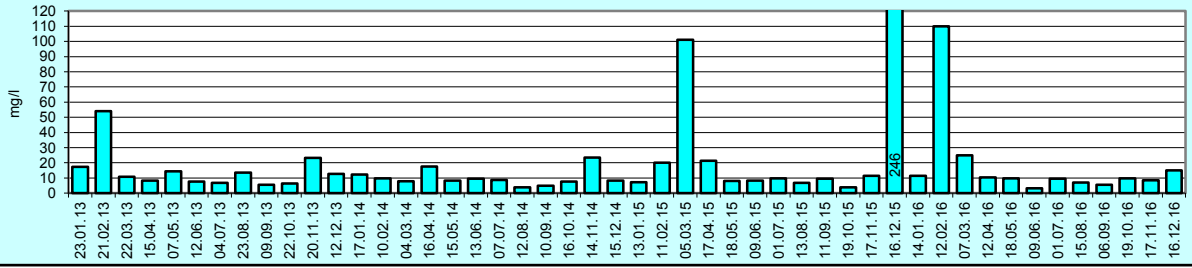
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

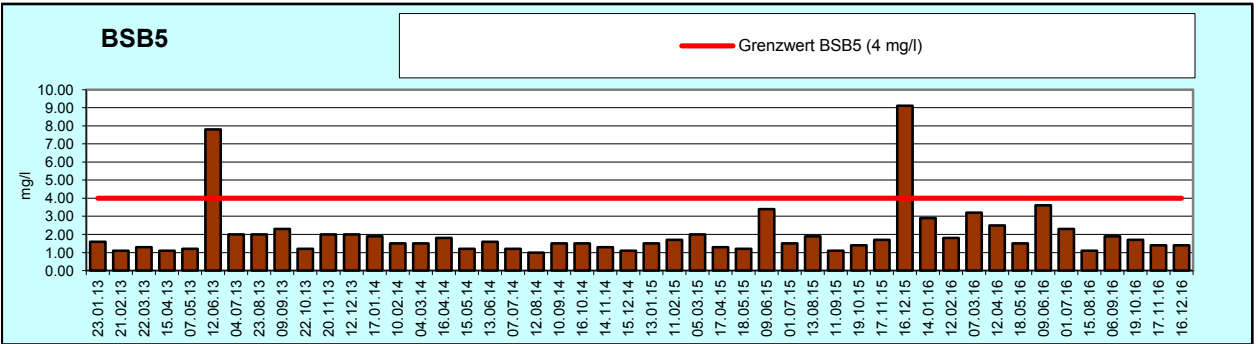
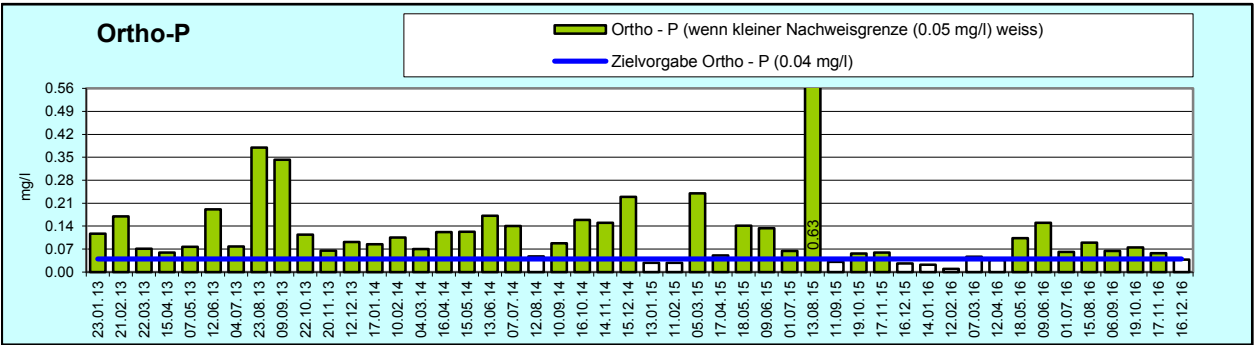
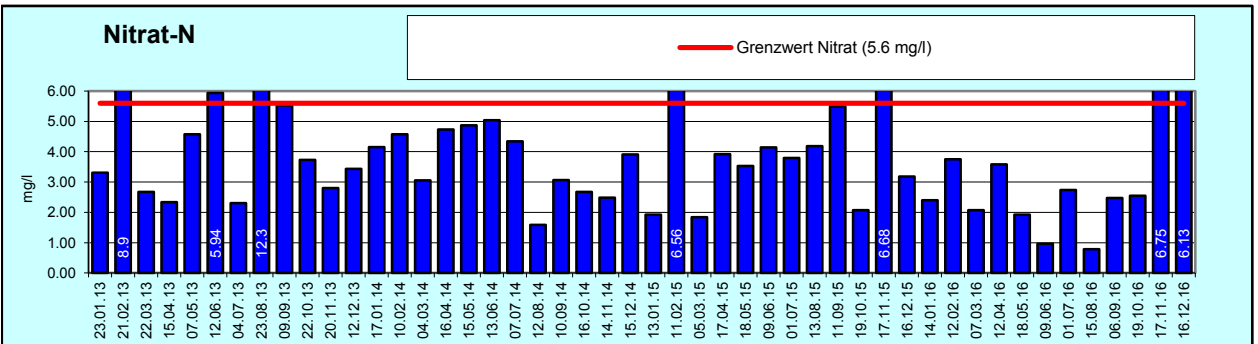
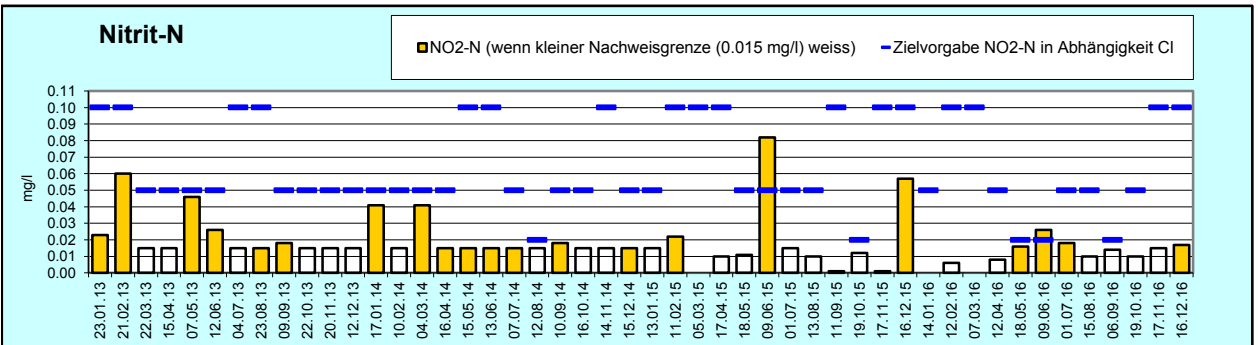
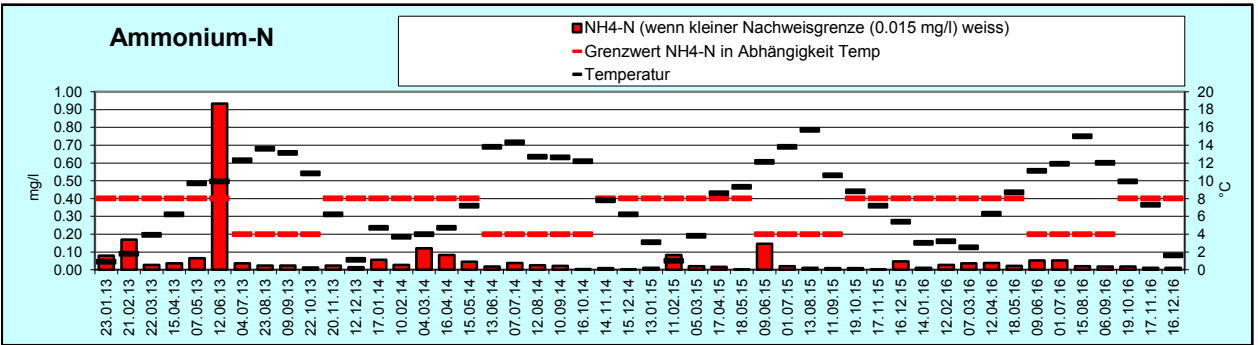




Chlorid

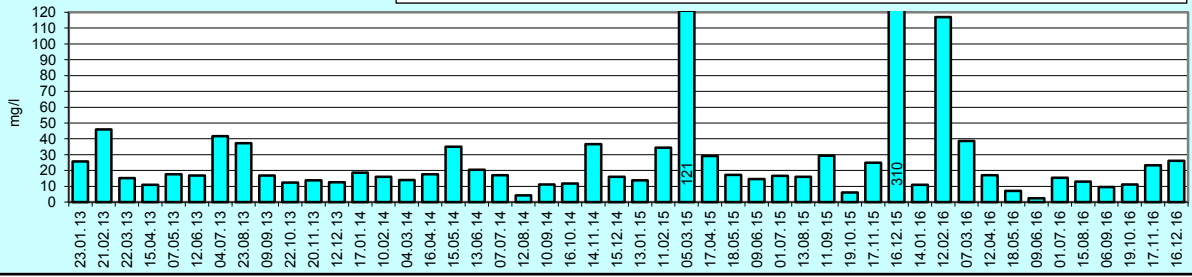
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

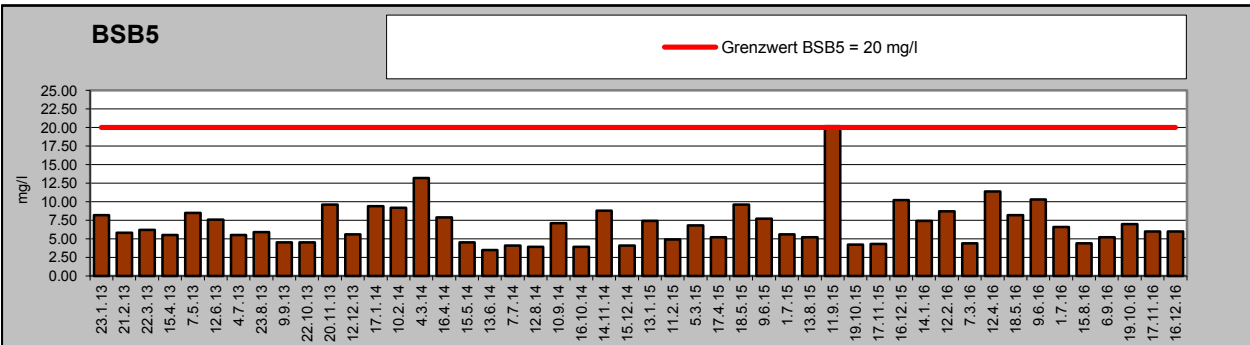
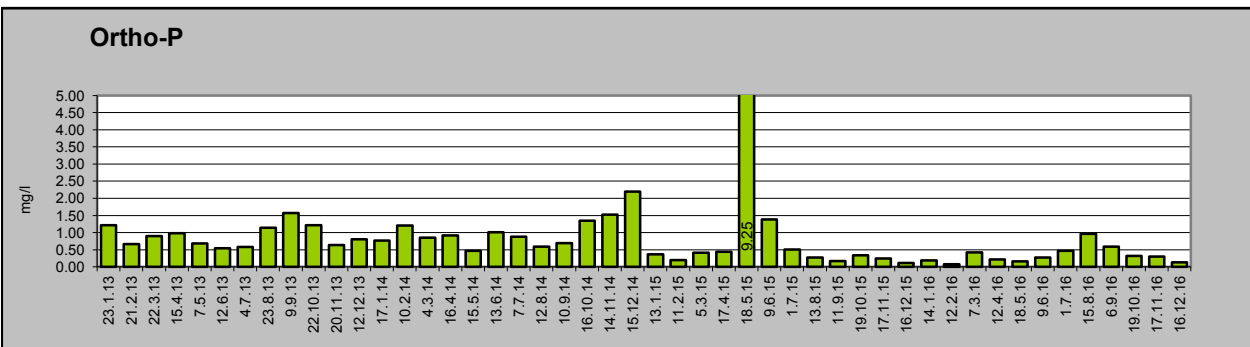
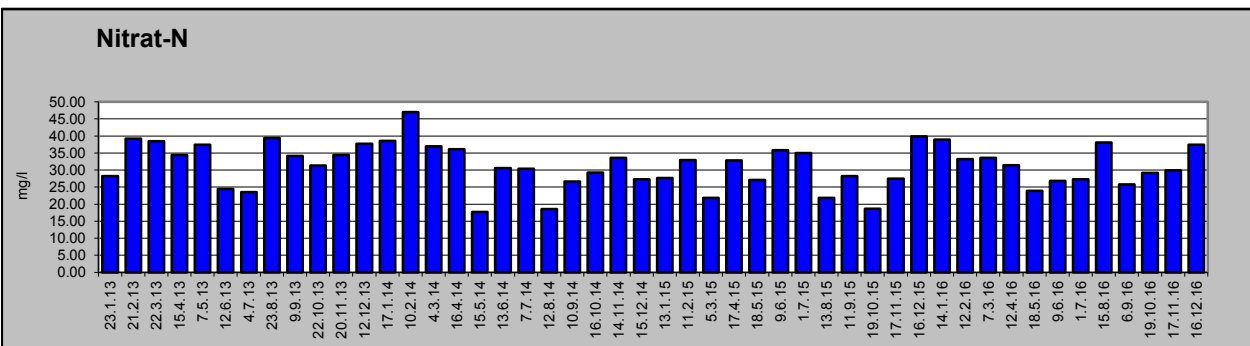
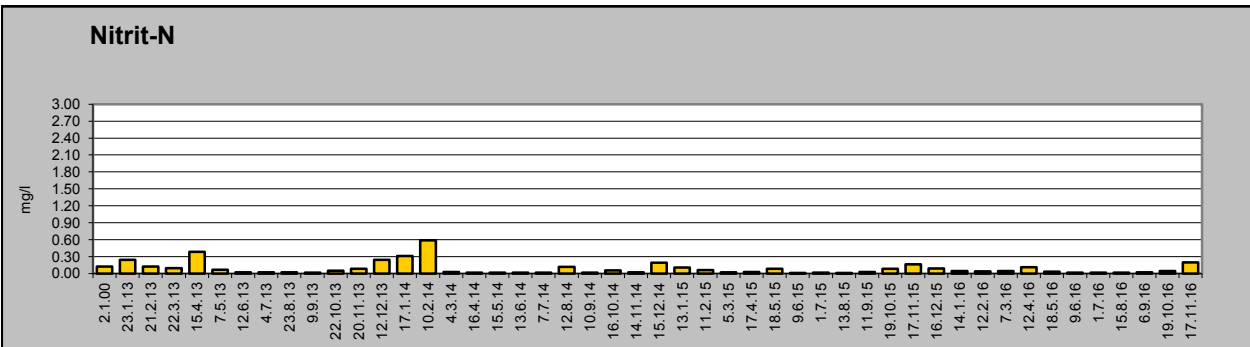
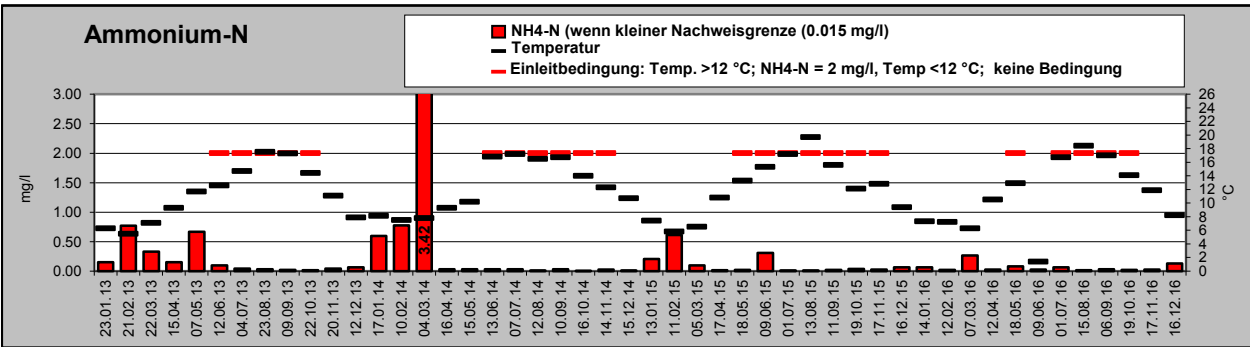




Chlorid

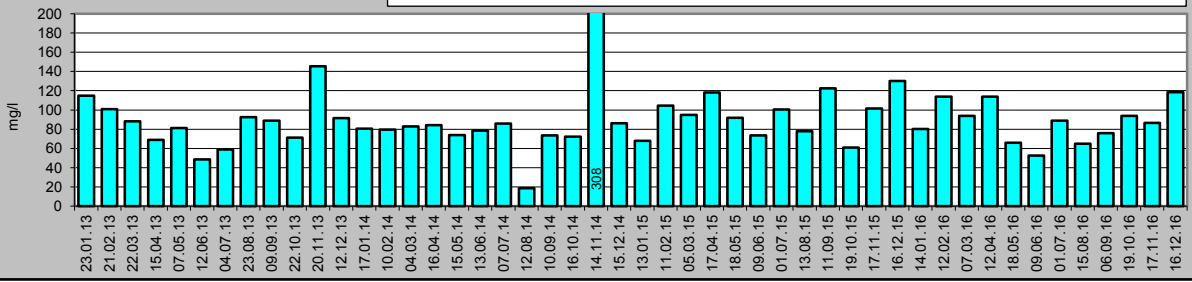
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

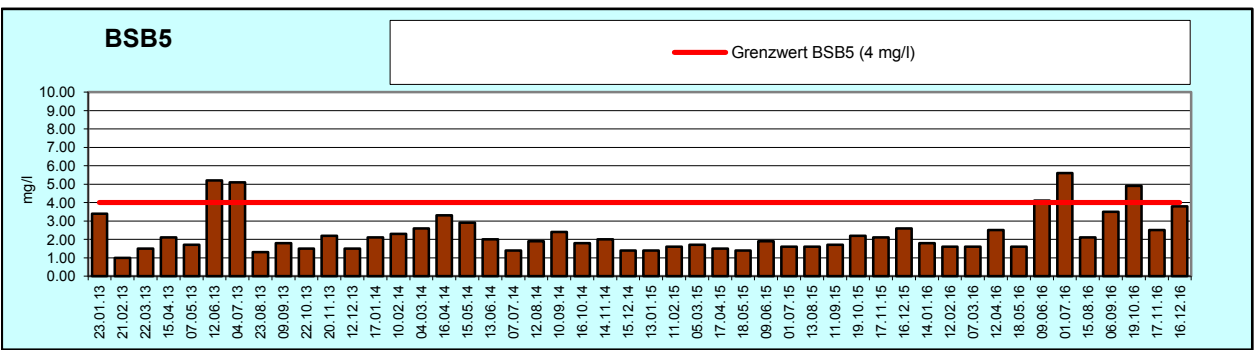
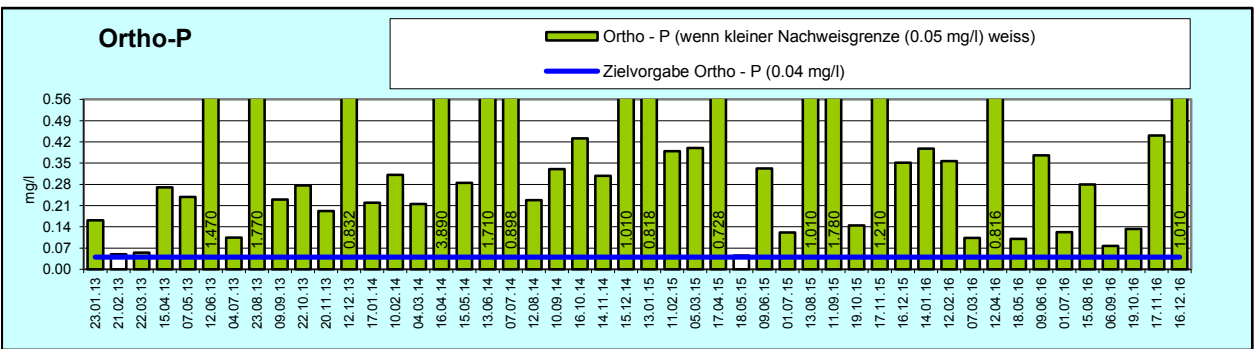
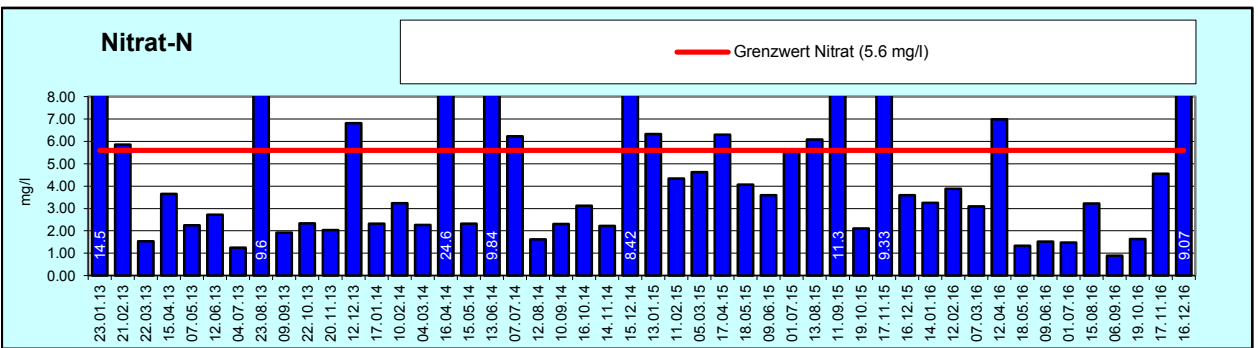
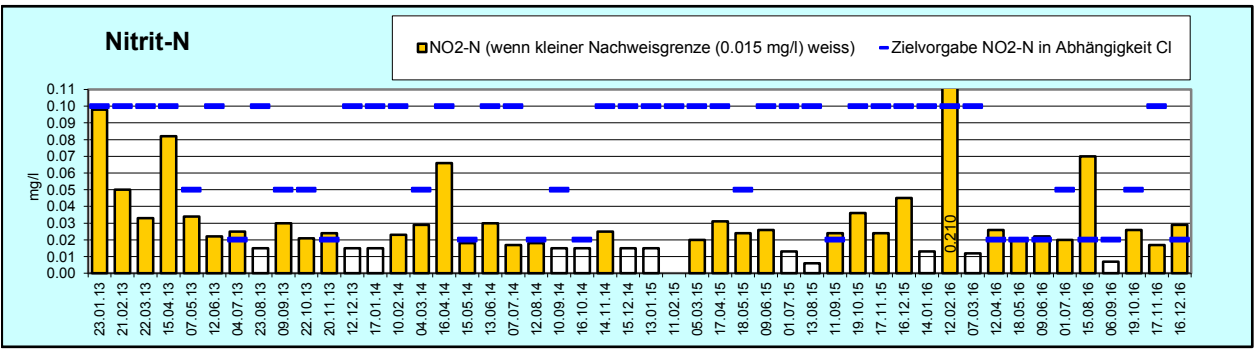
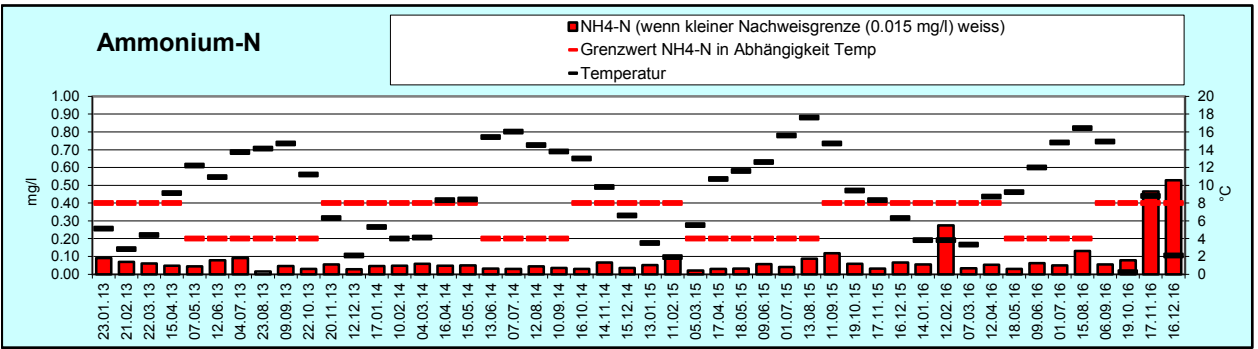




Chlorid

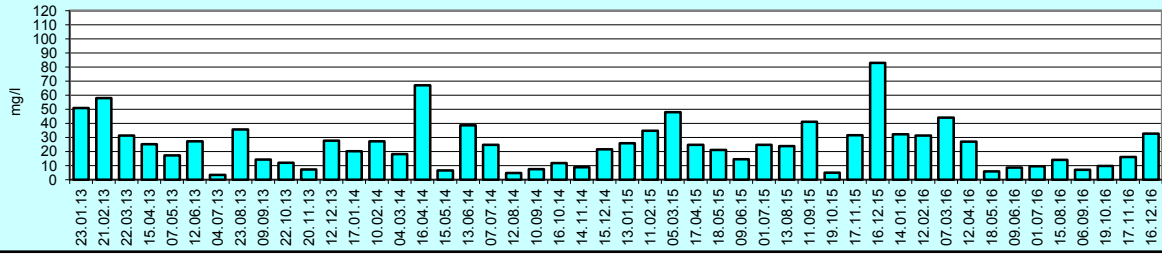
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

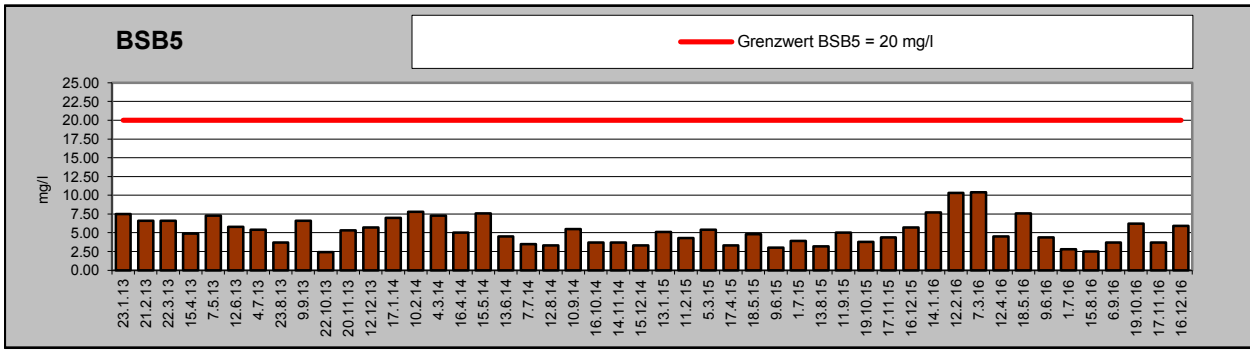
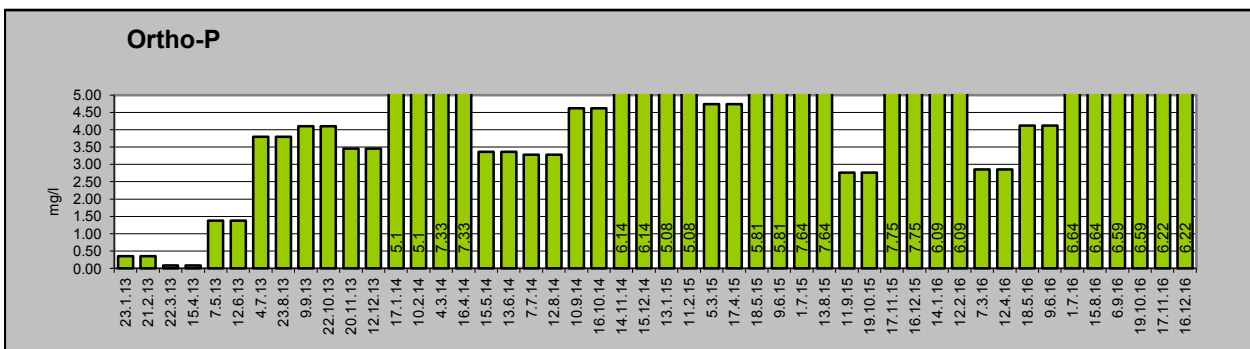
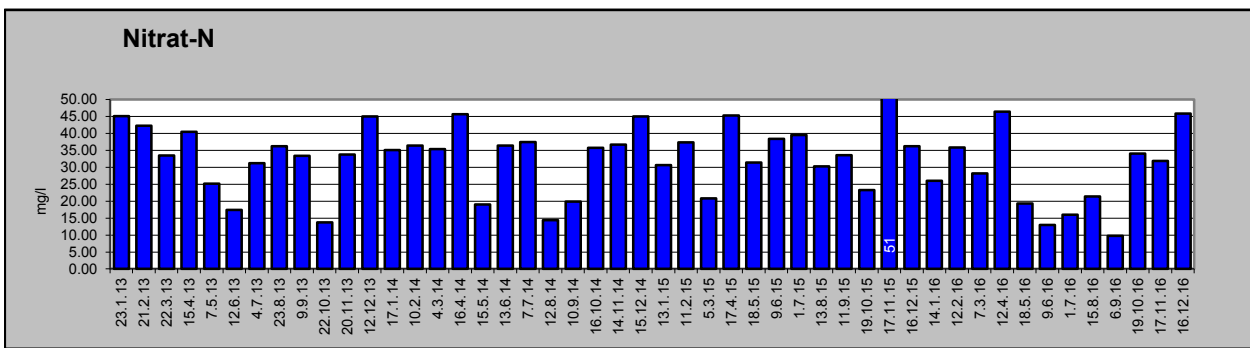
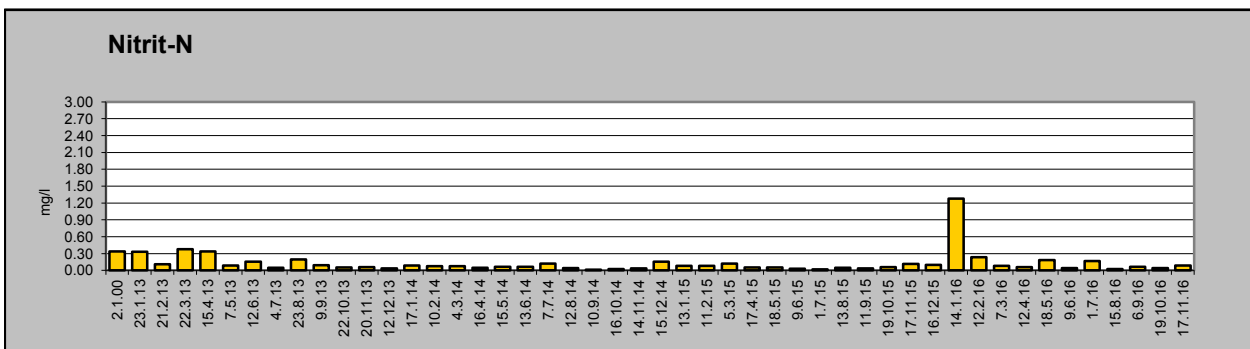
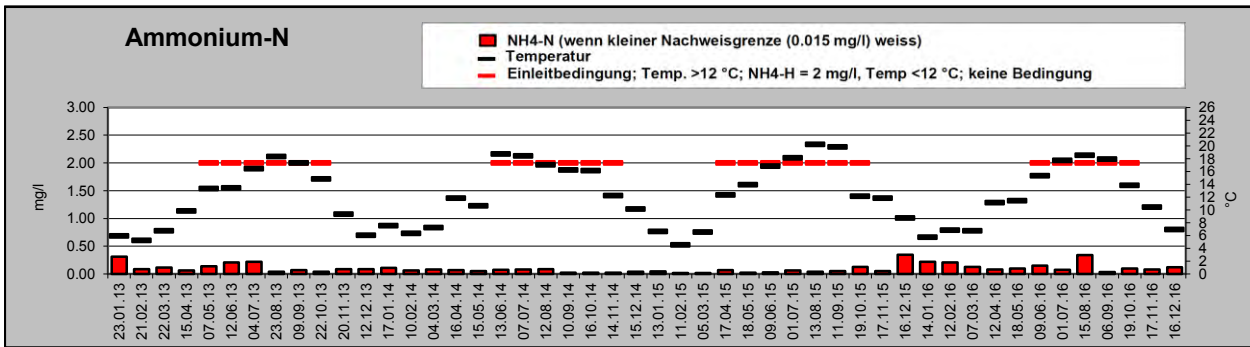




Chlorid

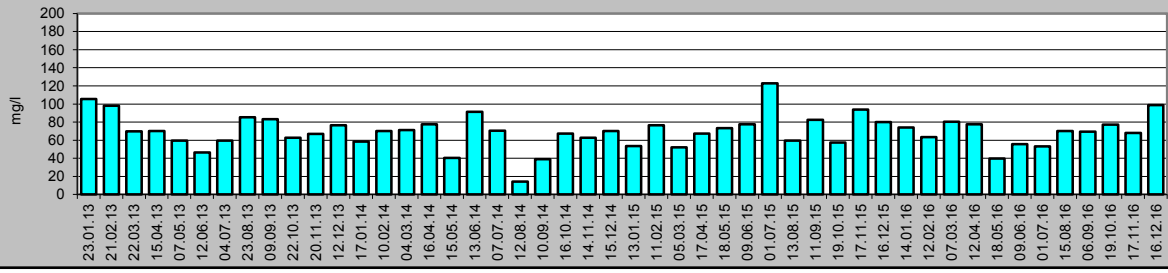
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV





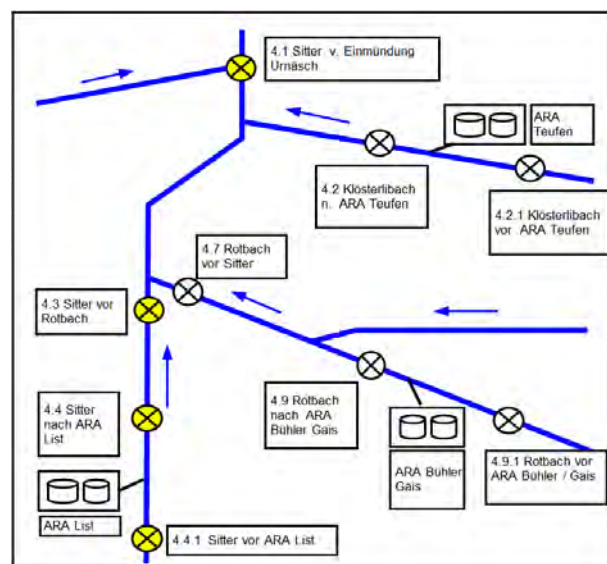
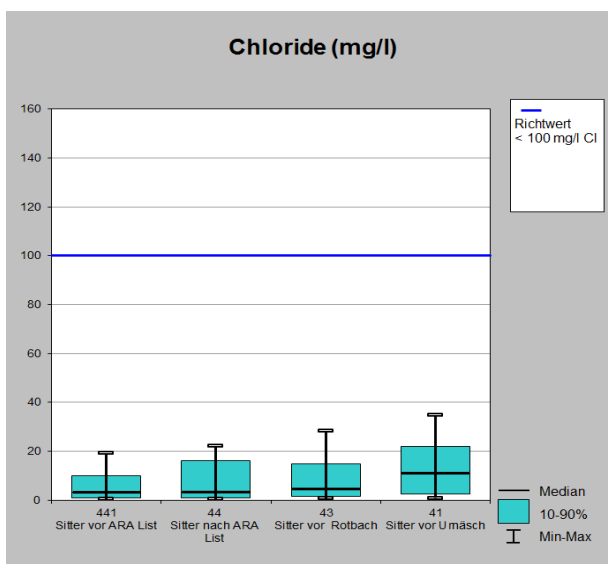
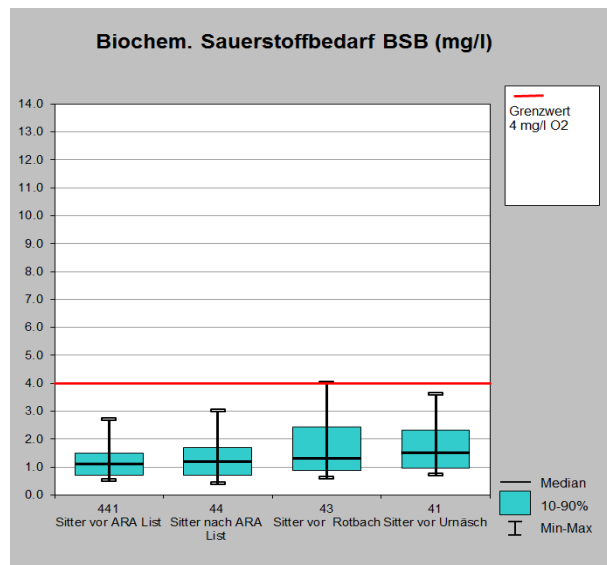
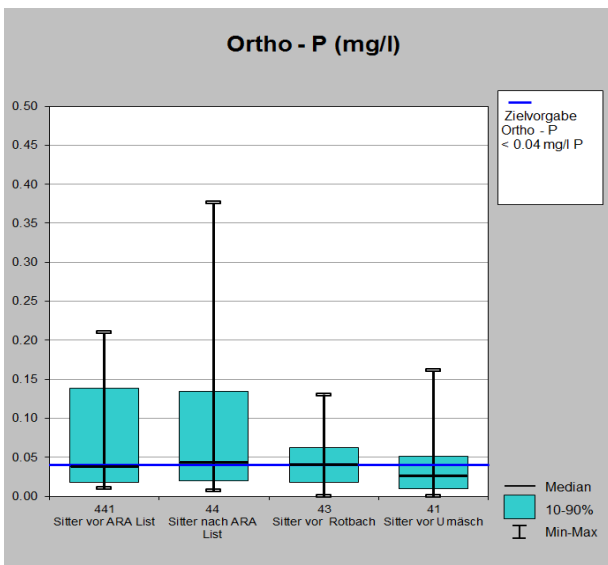
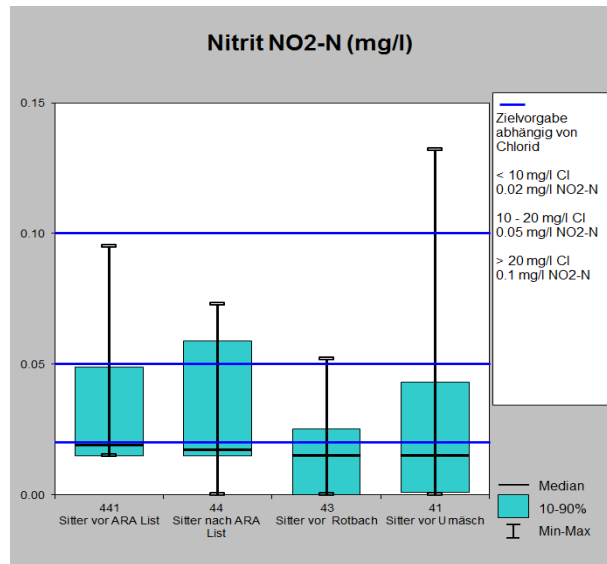
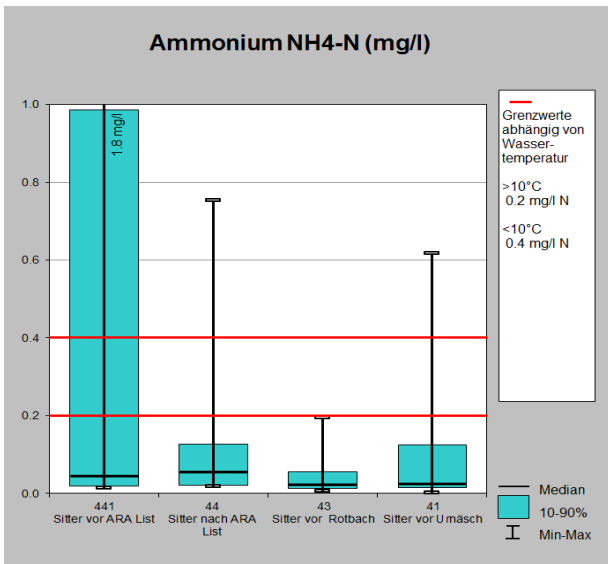
Chlorid

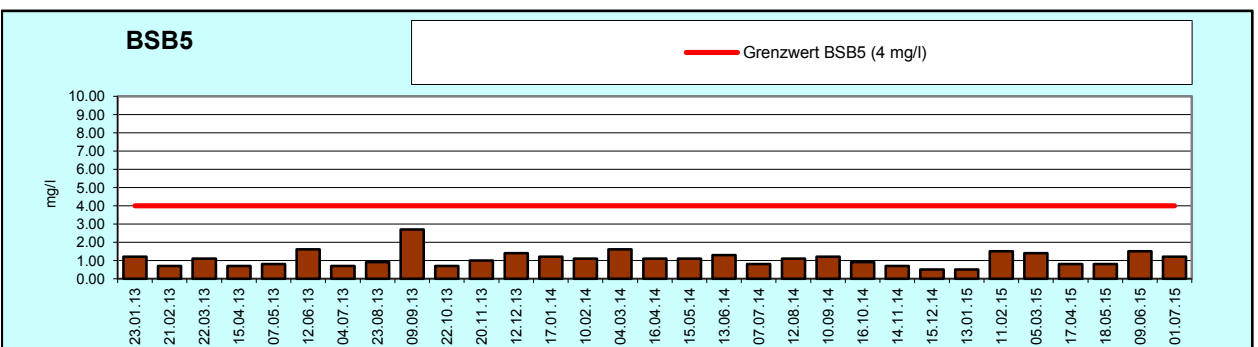
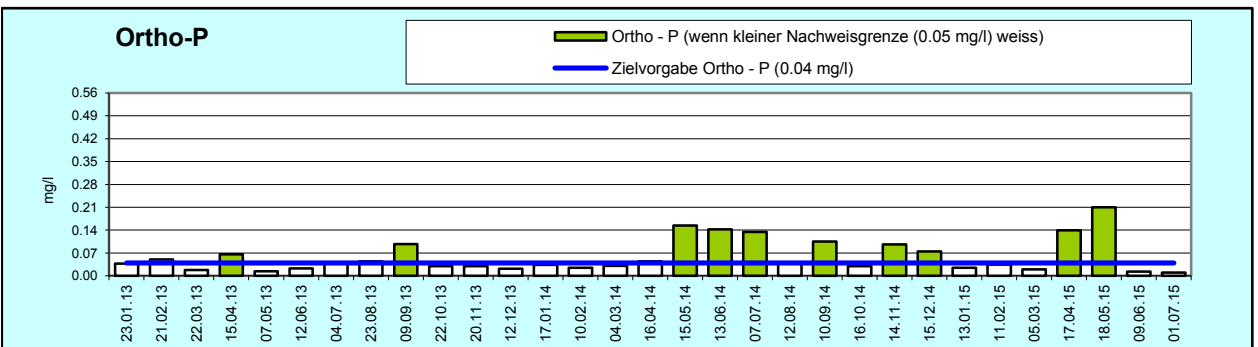
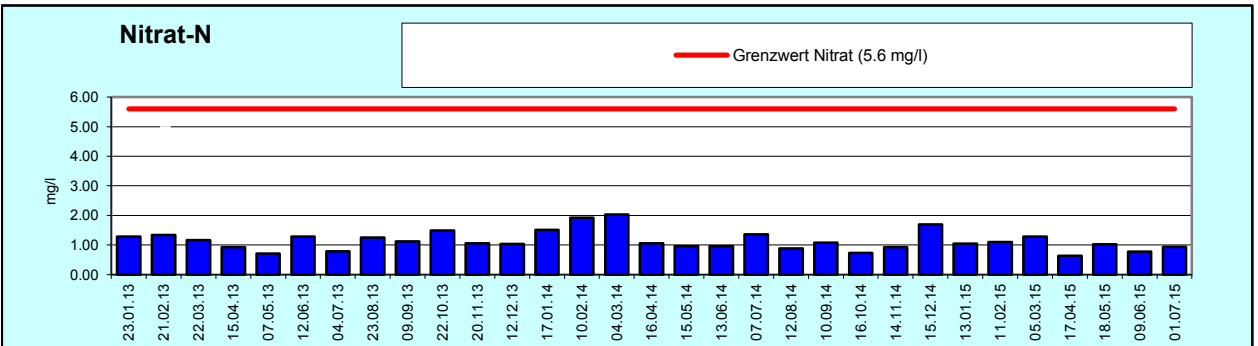
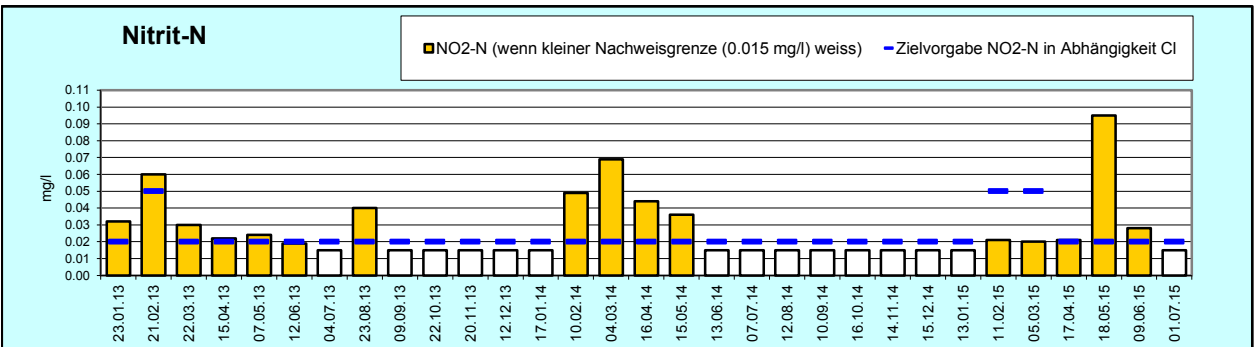
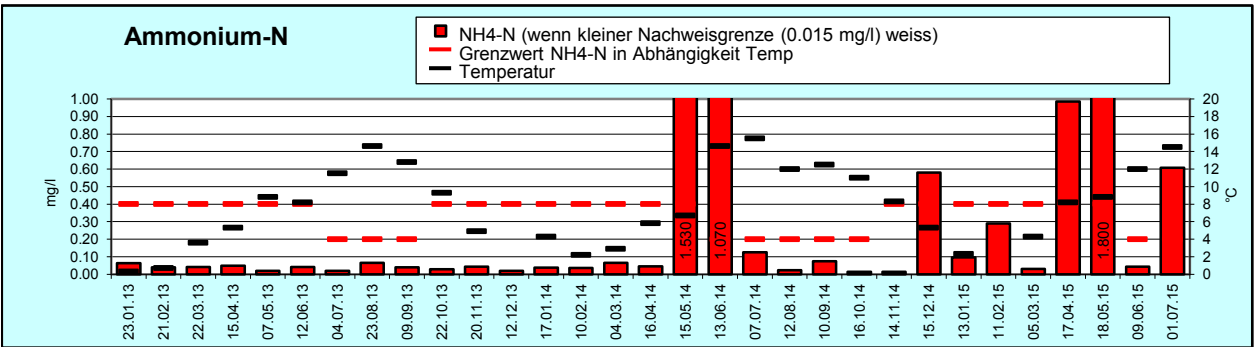
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV



Einzugsgebiet: **Sitter**
 Gewässer: **Sitter**

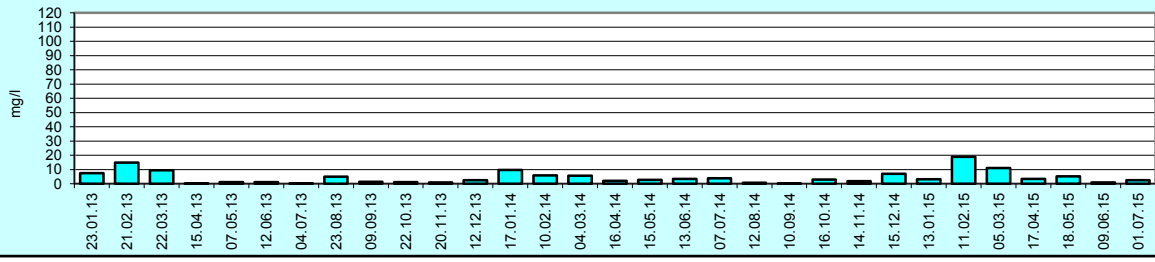
Ohne Ausläufe Kläranlagen

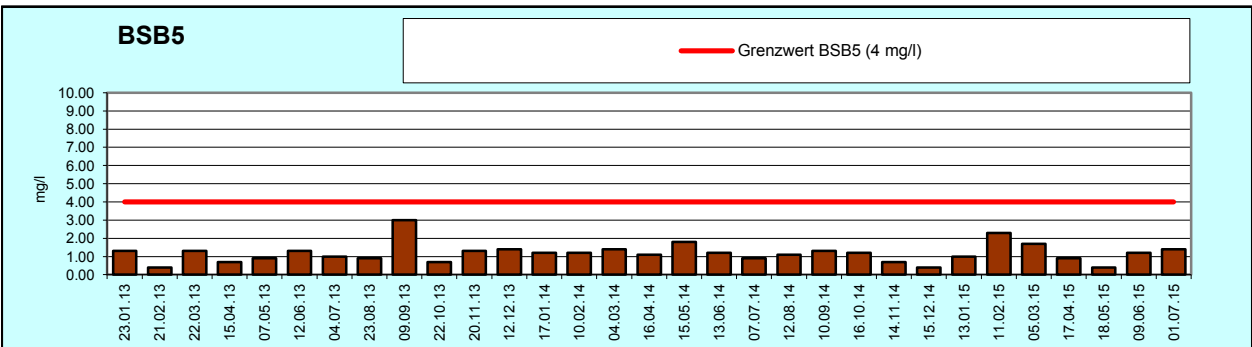
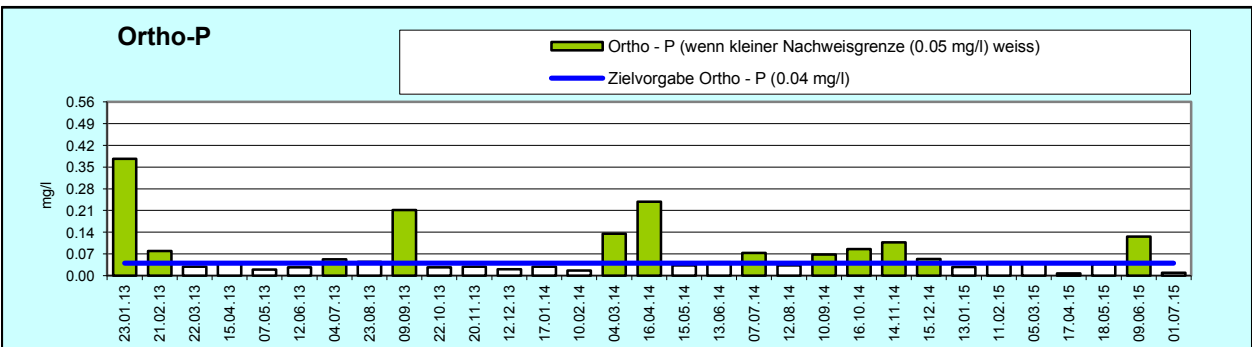
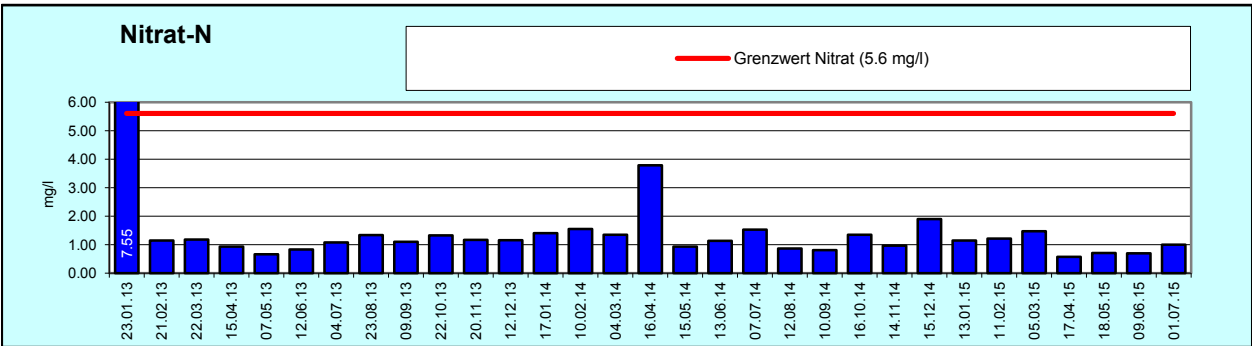
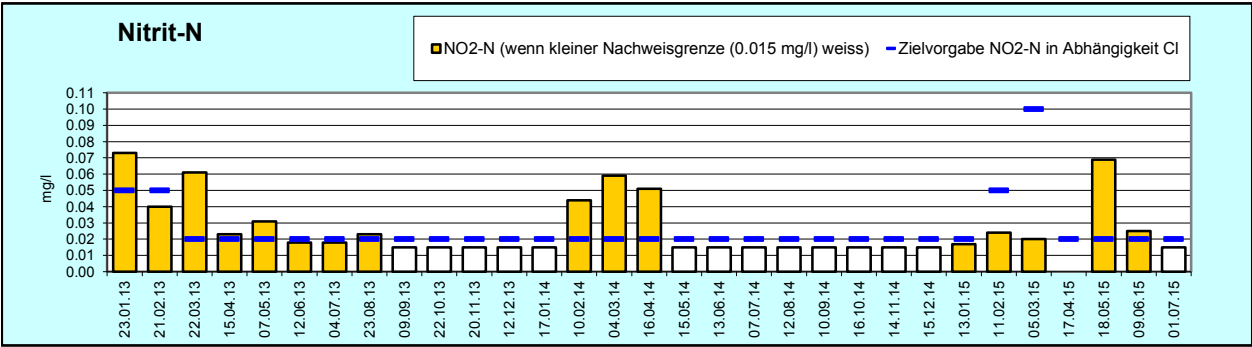
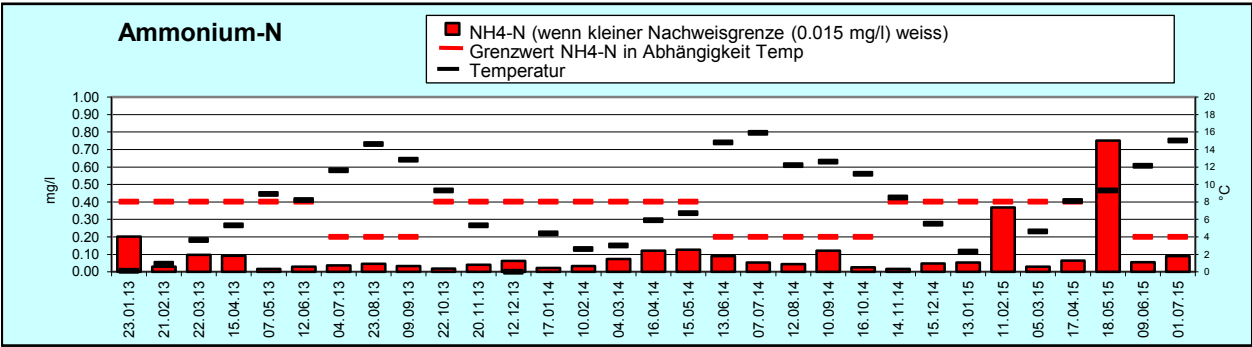




Chlorid

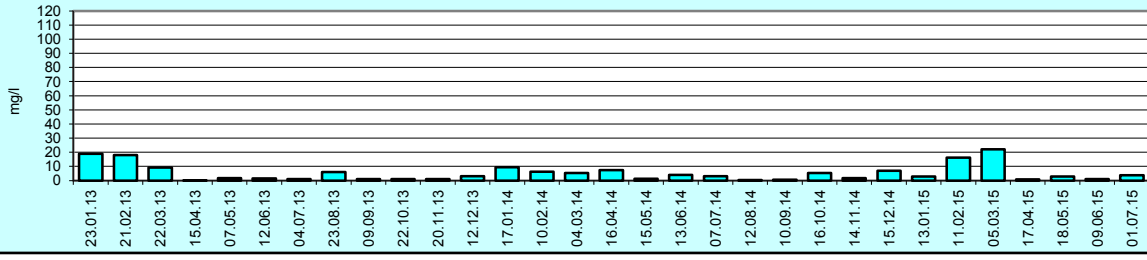
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

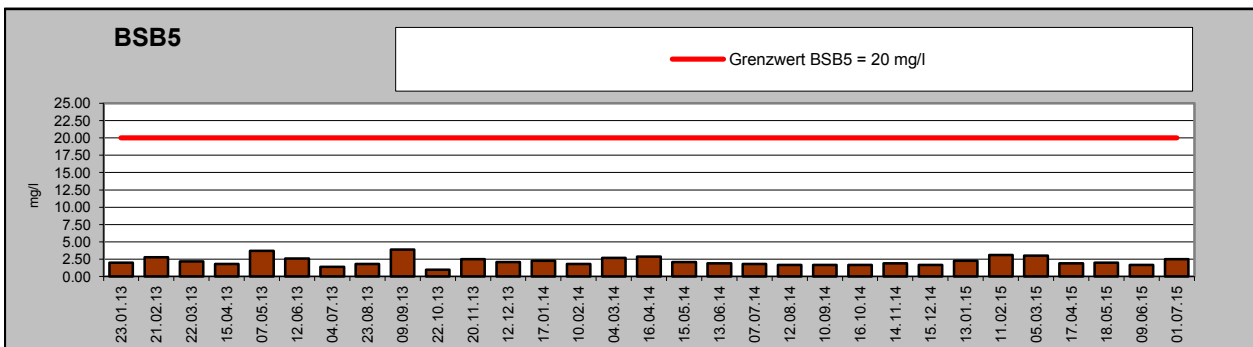
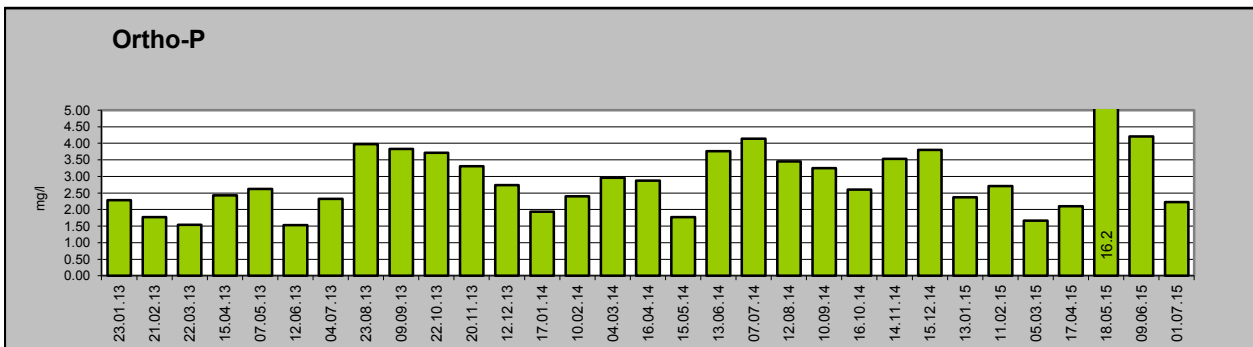
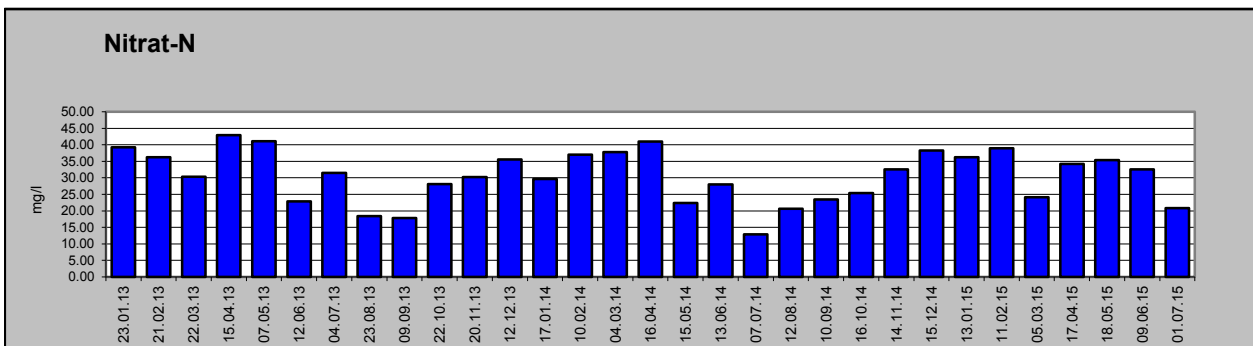
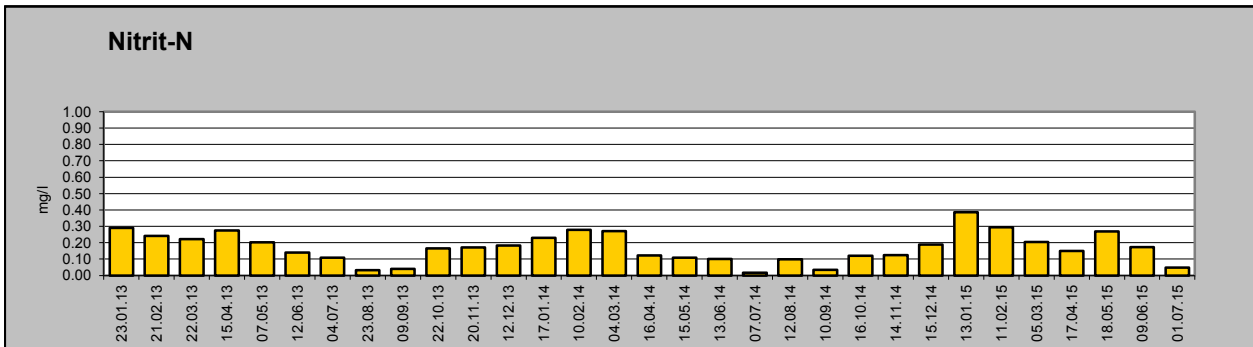
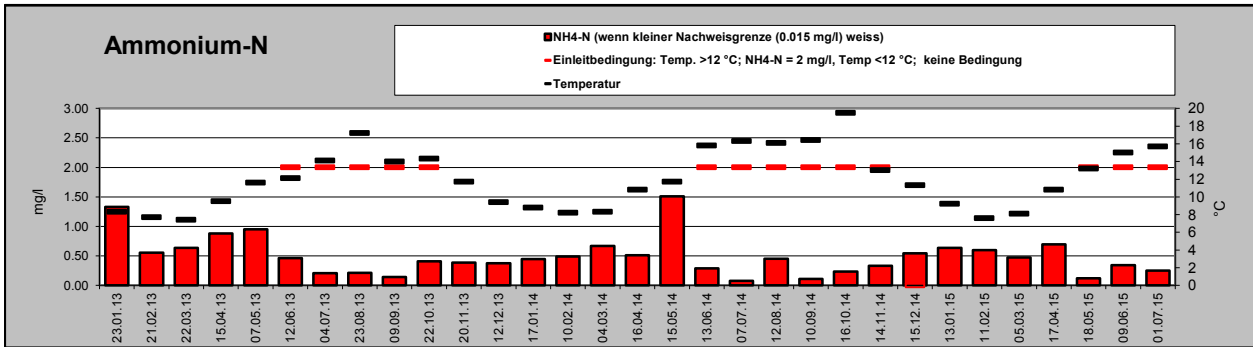




Chlorid

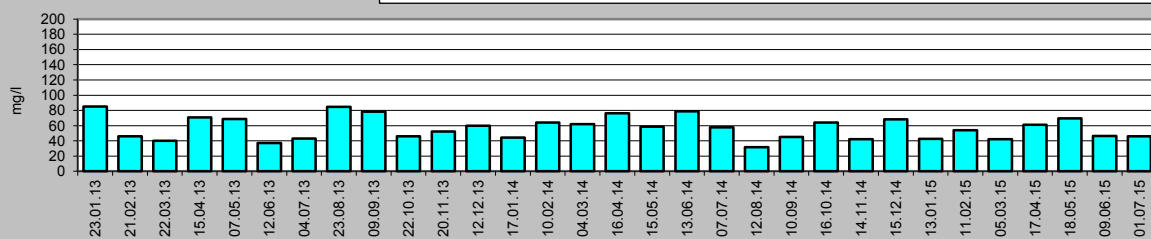
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

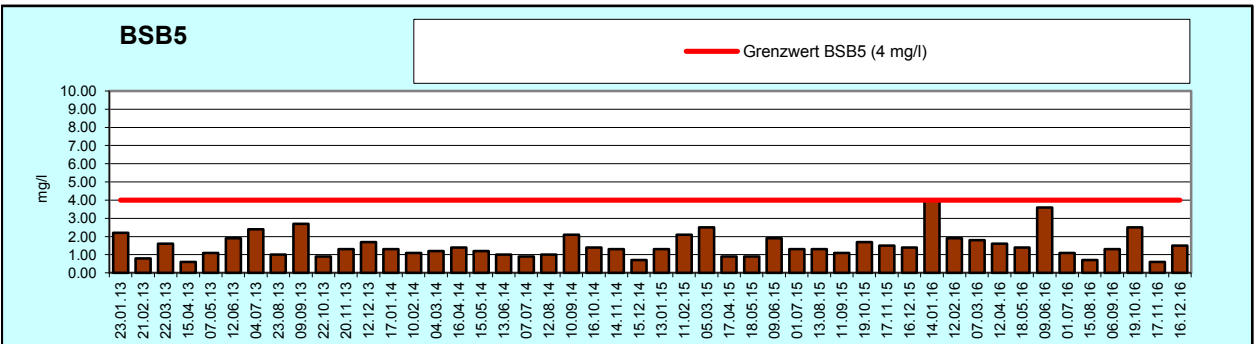
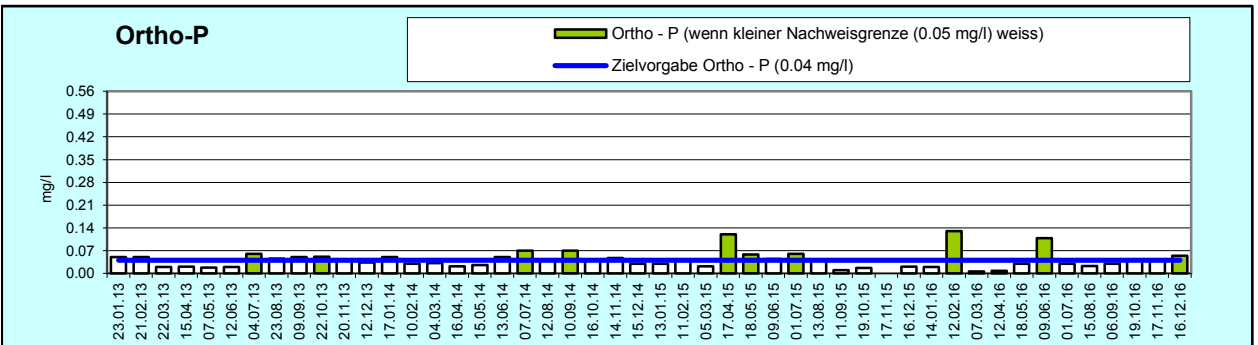
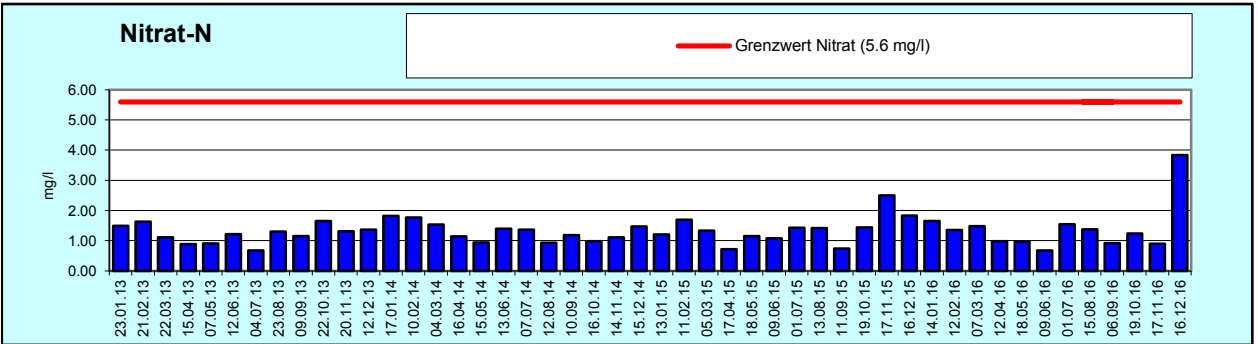
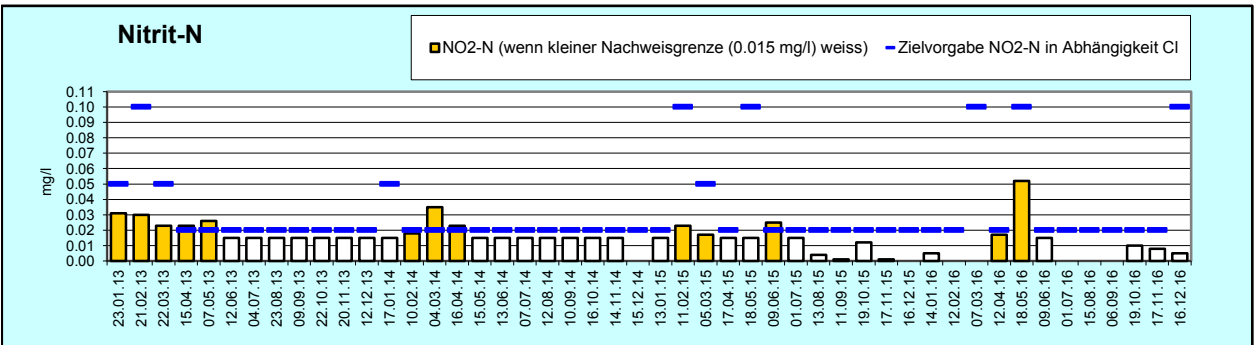
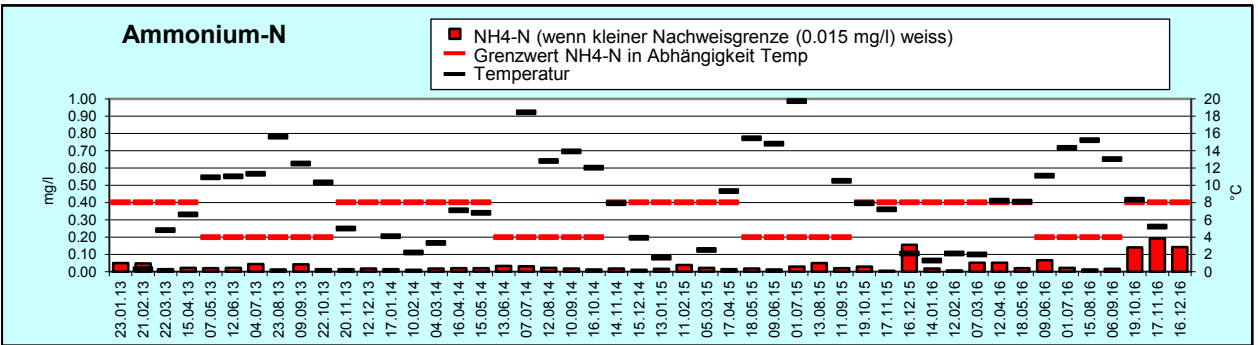




Chlorid

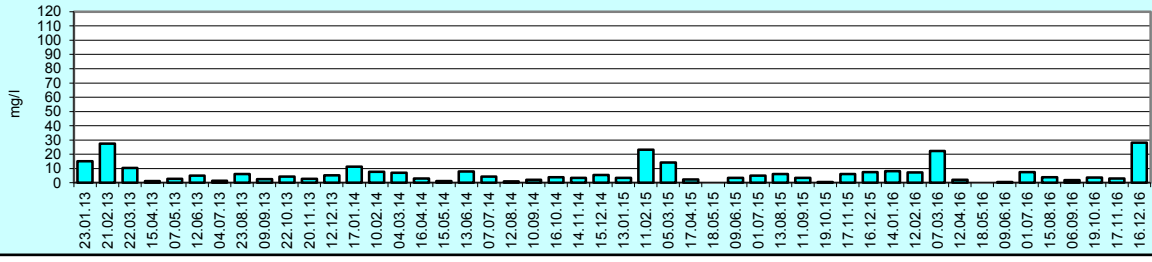
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

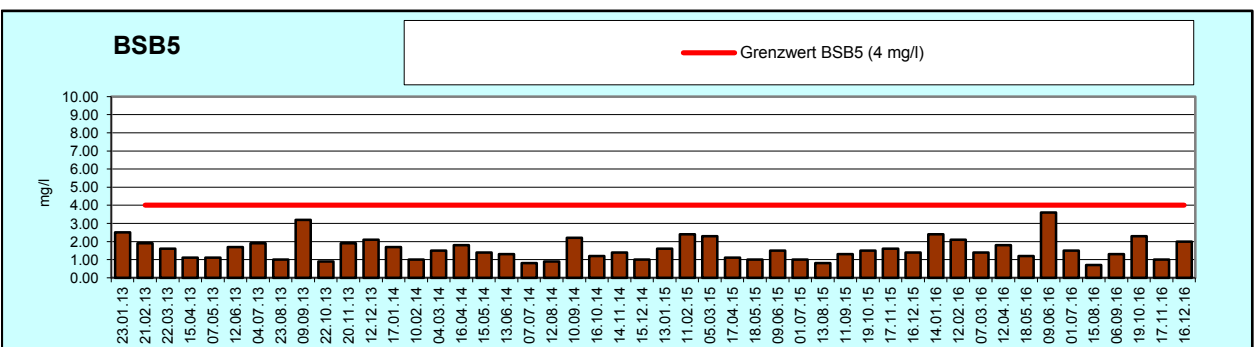
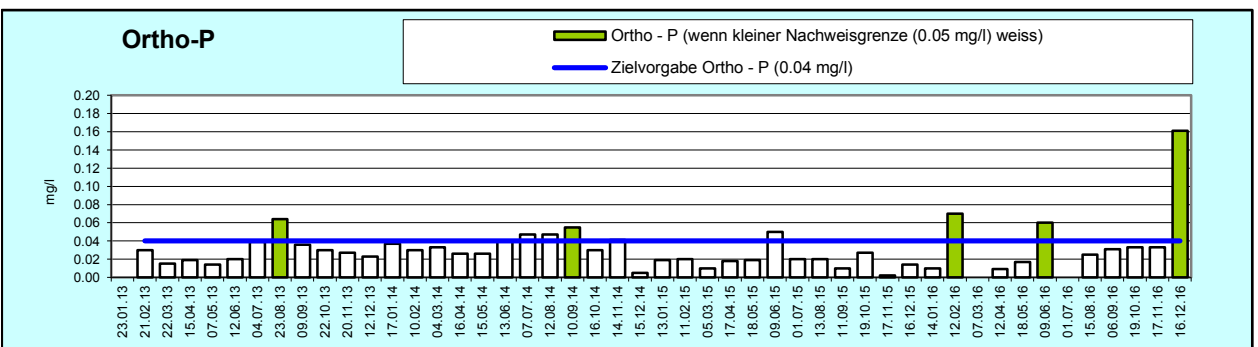
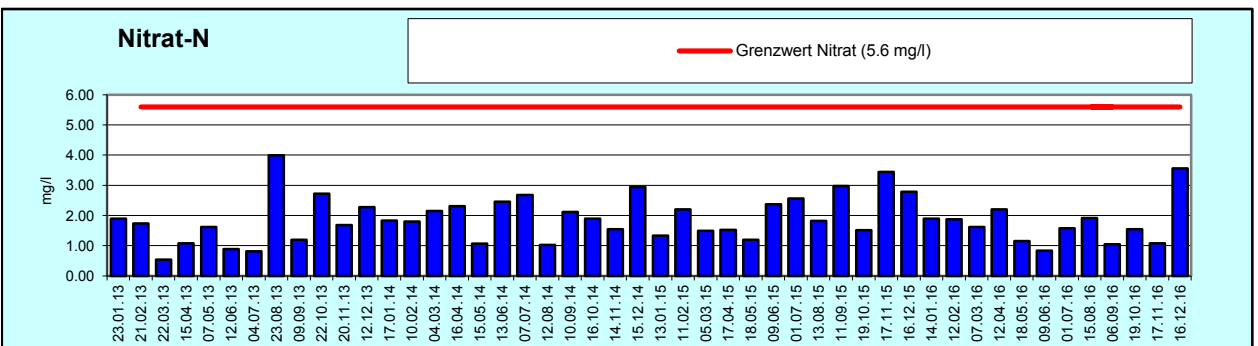
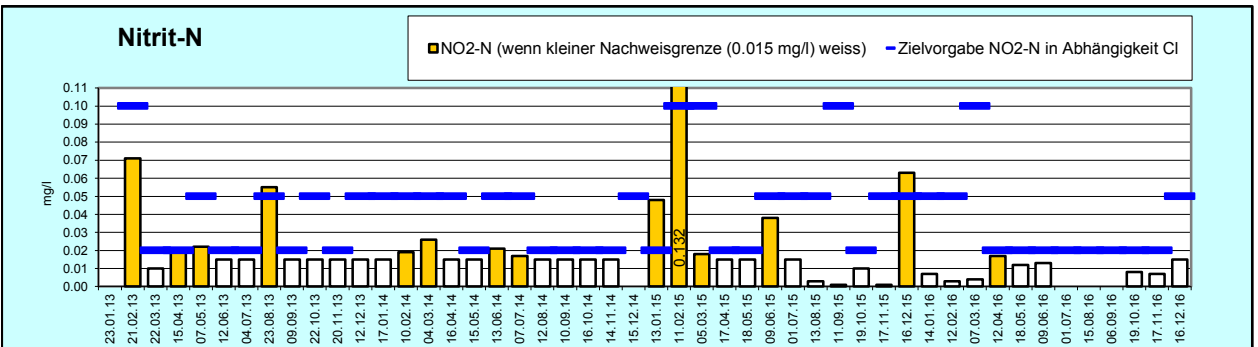
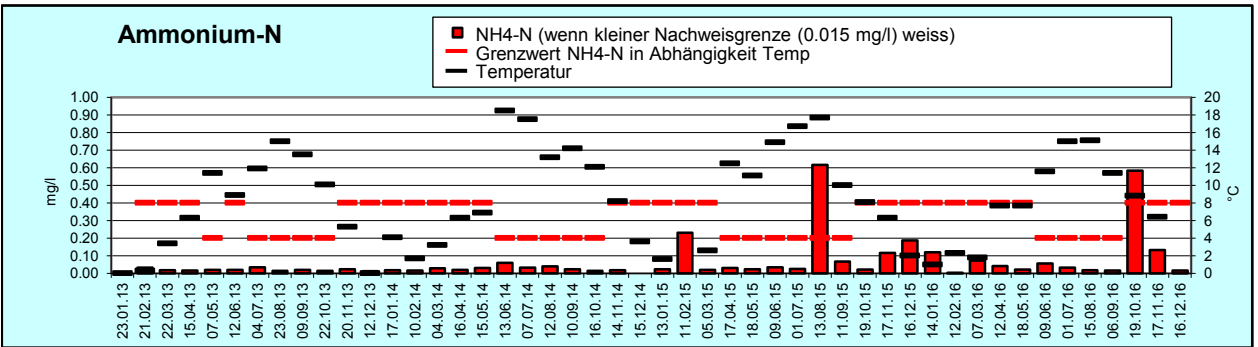




Chlorid

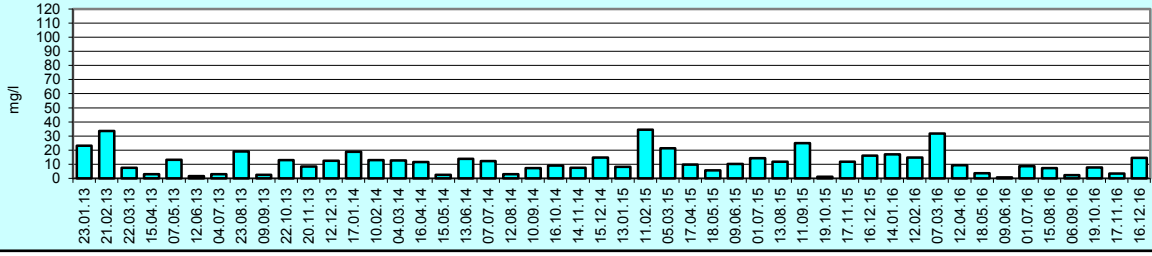
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

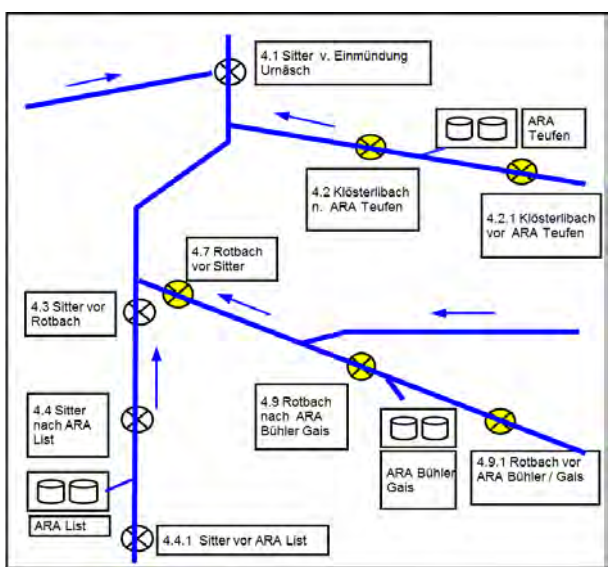
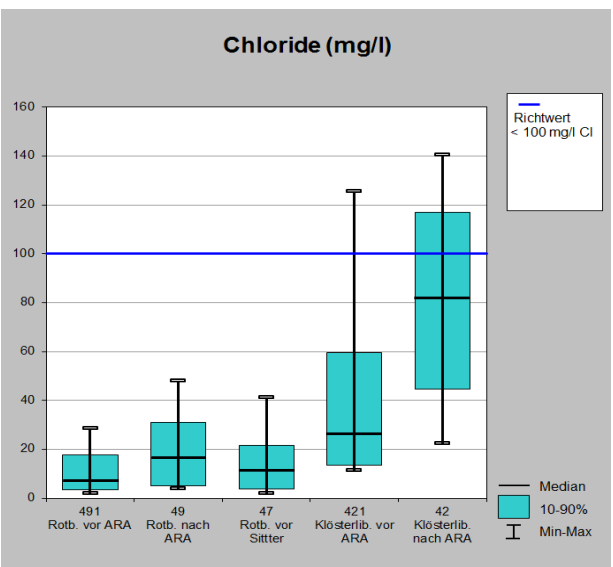
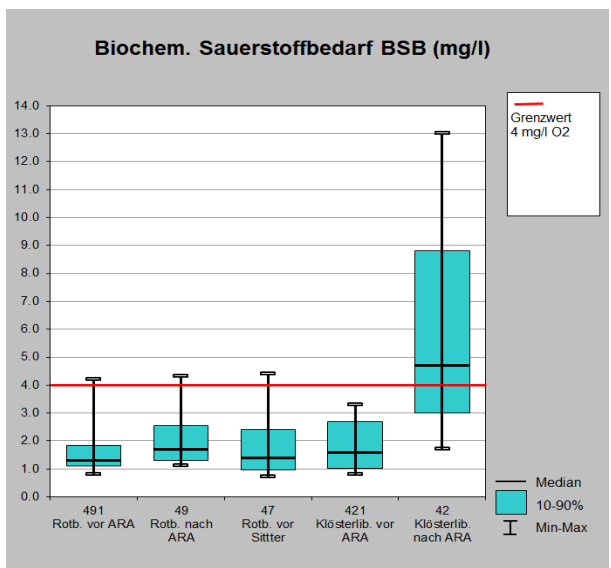
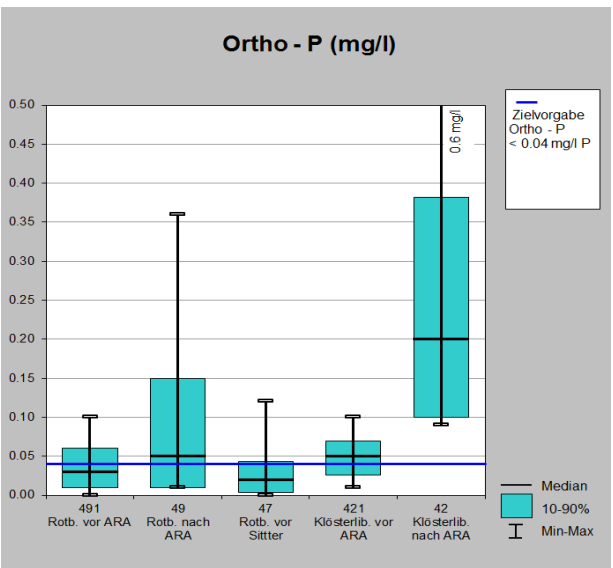
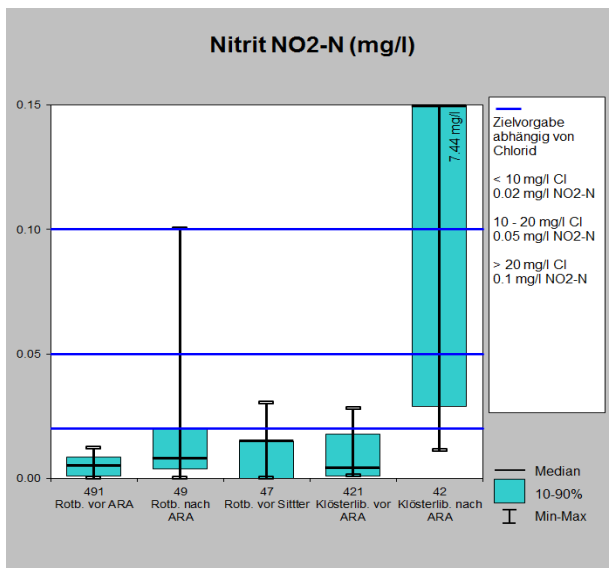
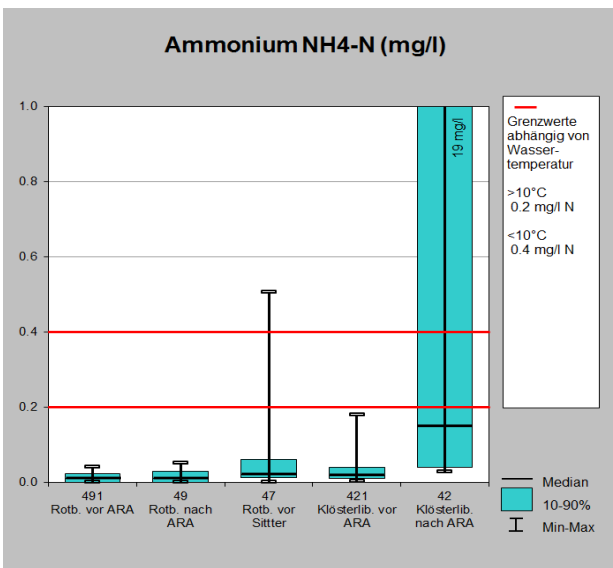


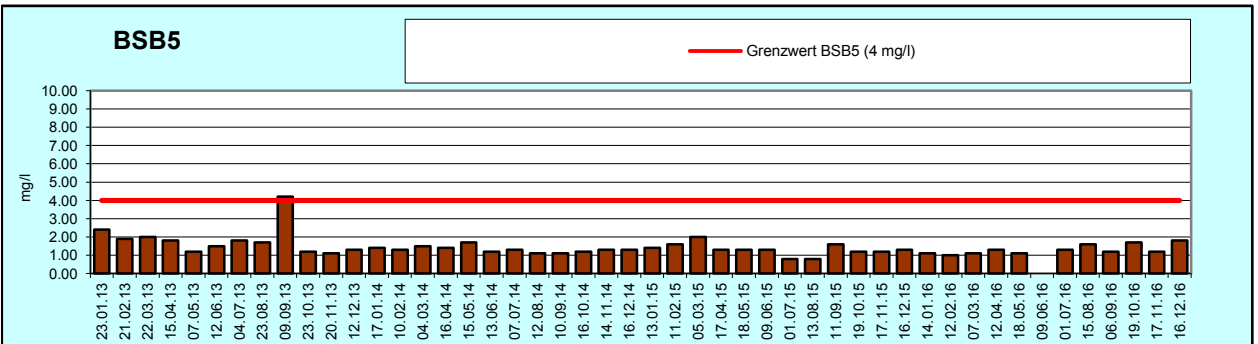
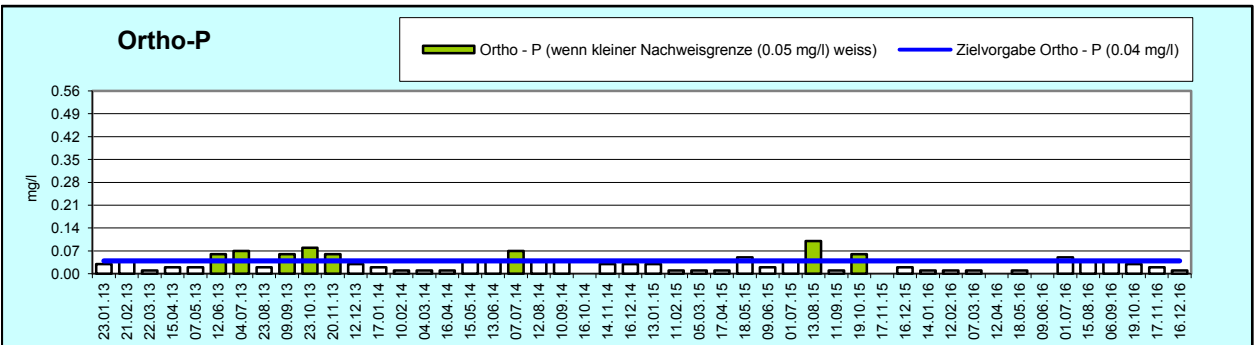
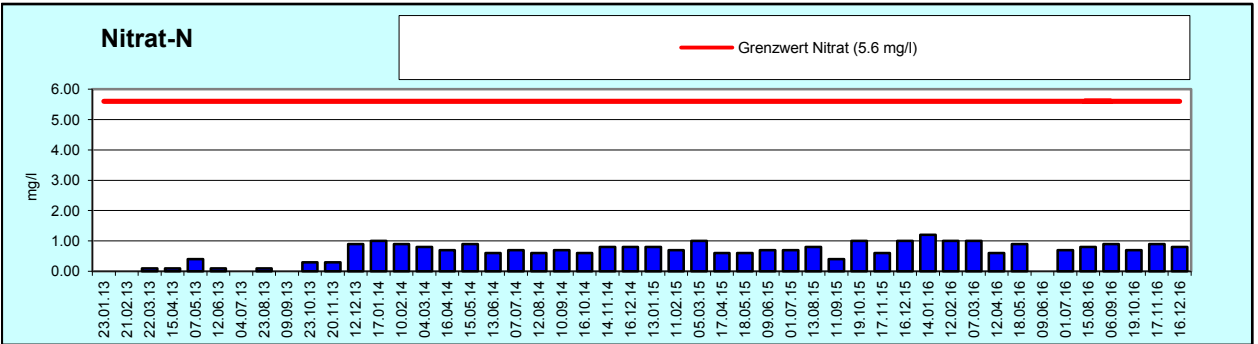
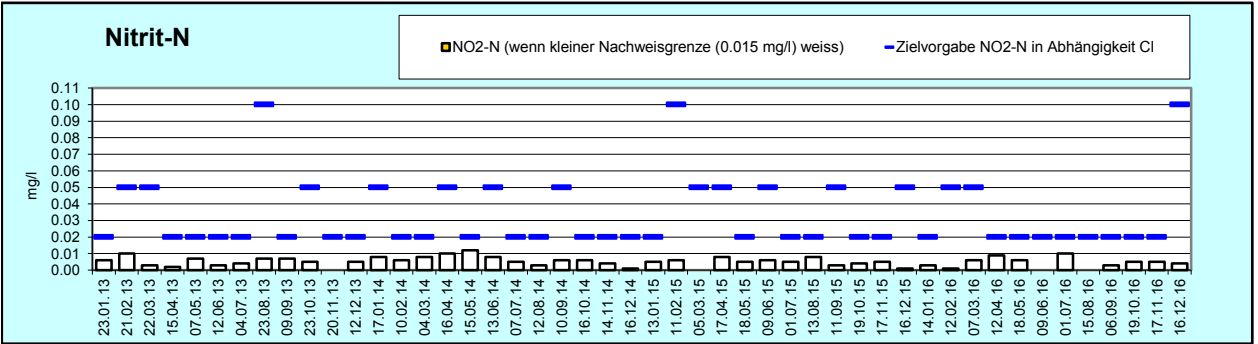
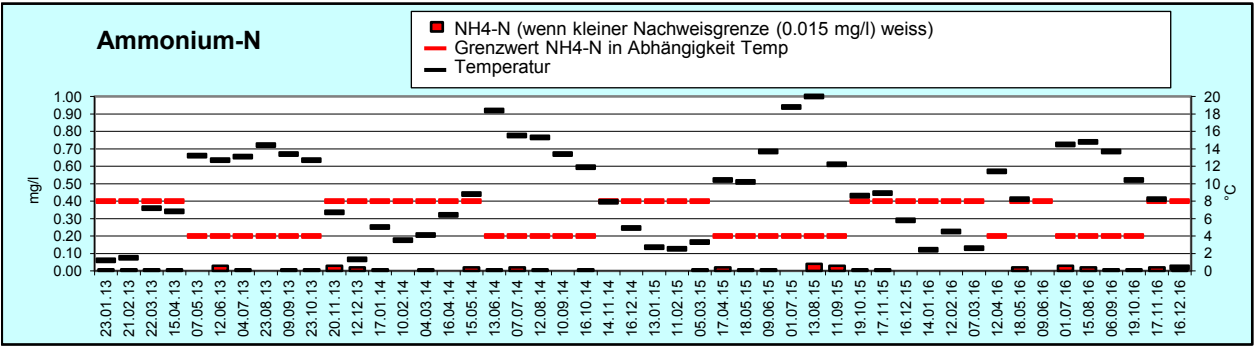


Chlorid

Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

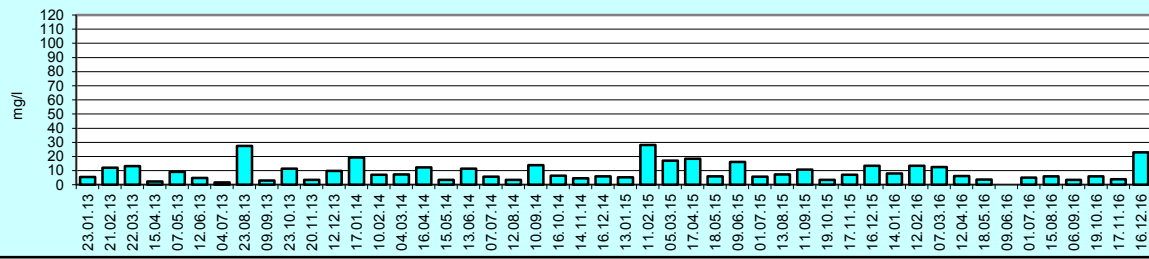


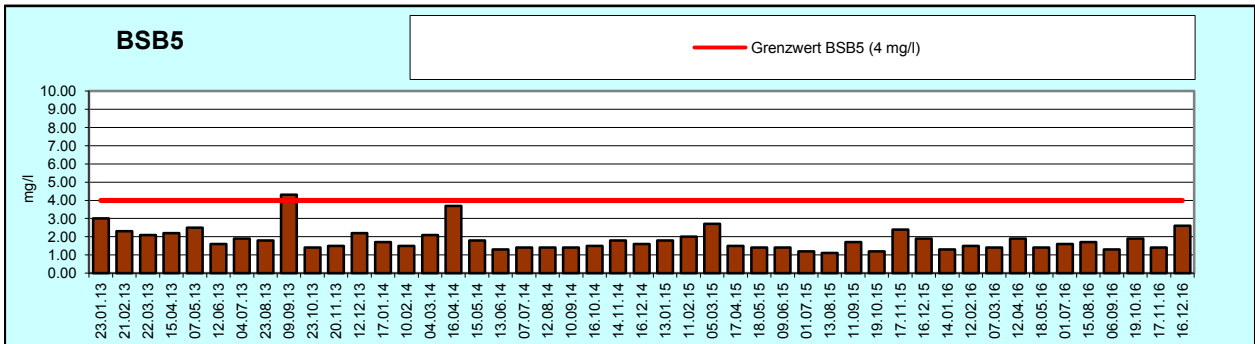
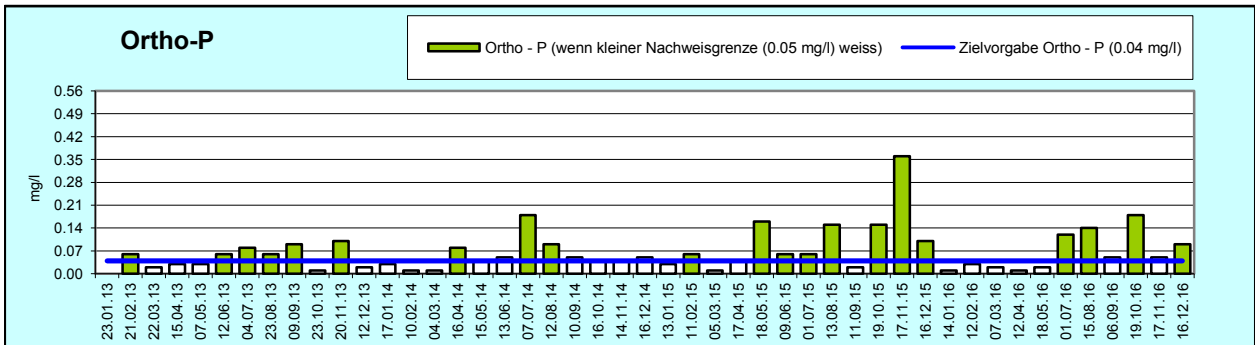
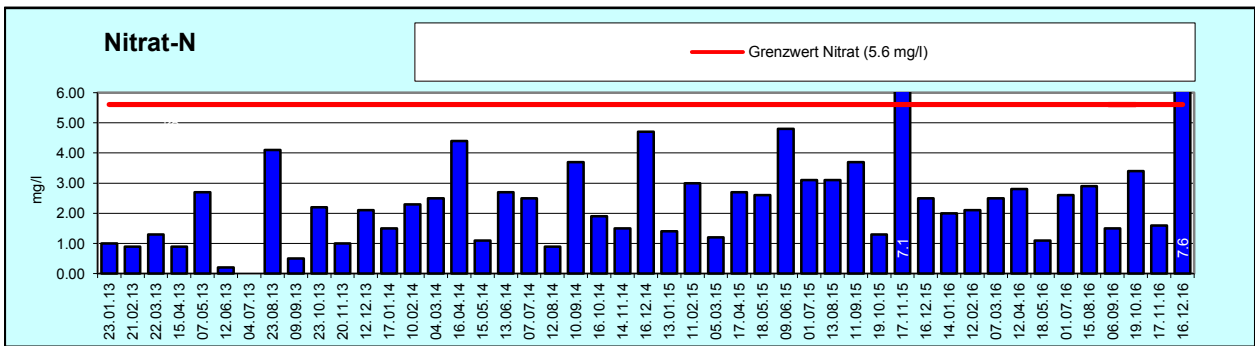
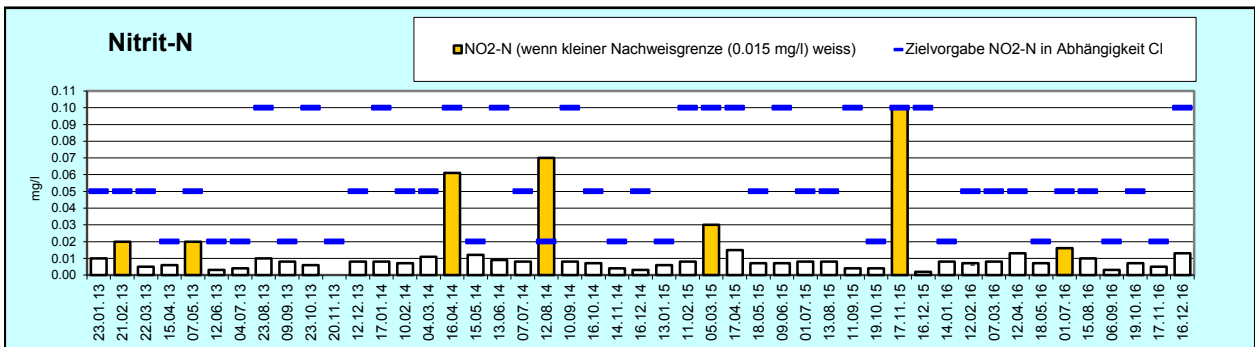
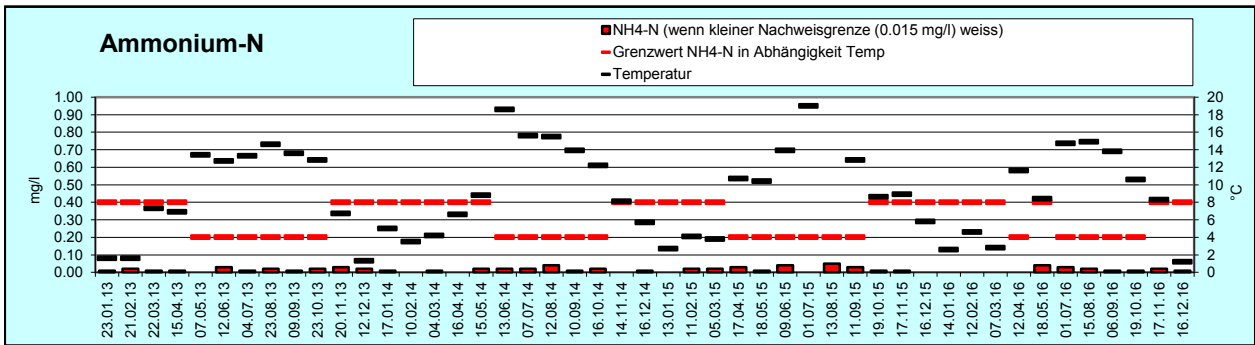




Chlorid

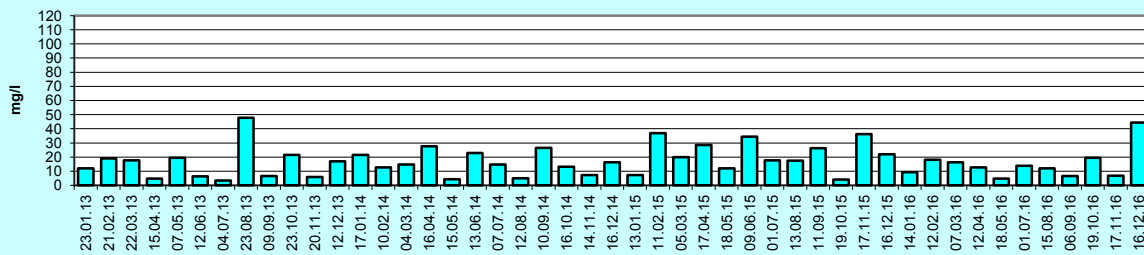
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV





Chlorid

Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV



Ammonium-N

Keine Messwerte

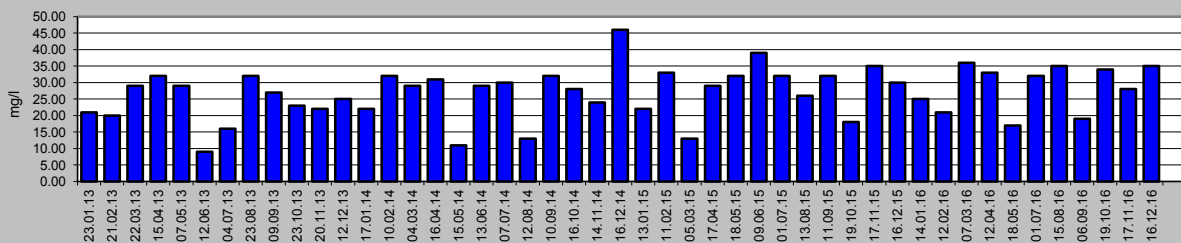
Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

Nitrit-N

Keine Messwerte

Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

Nitrat-N



Ortho-P

Keine Messwerte

Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

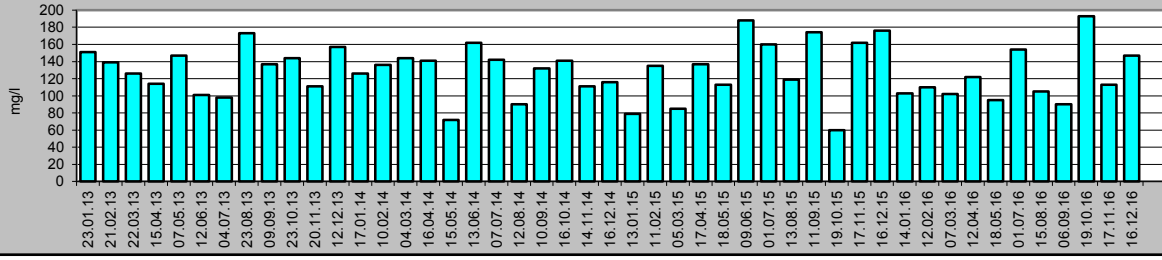
BSB5

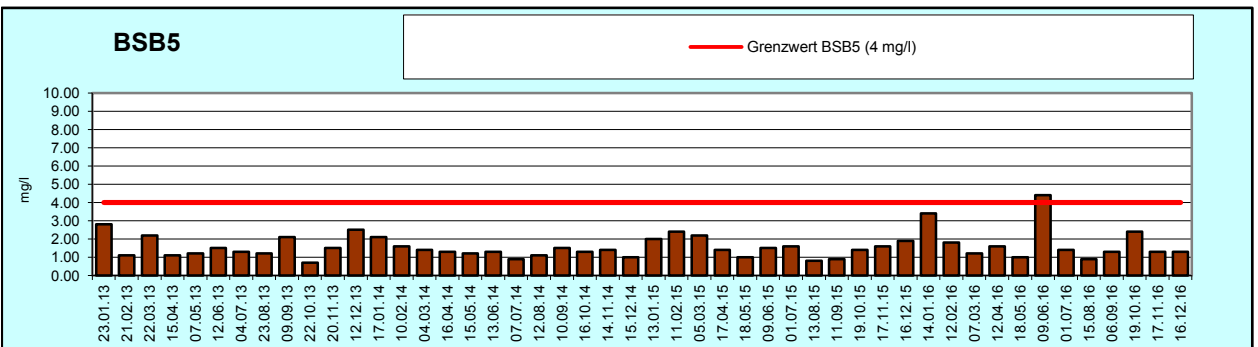
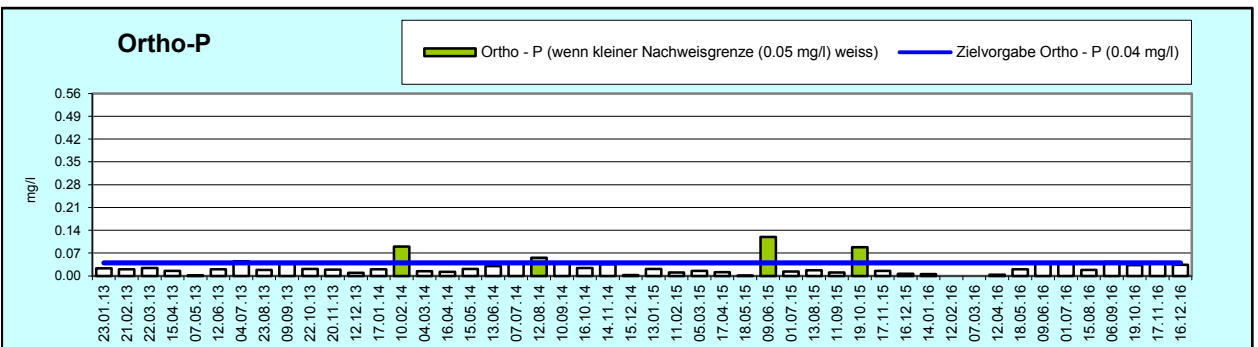
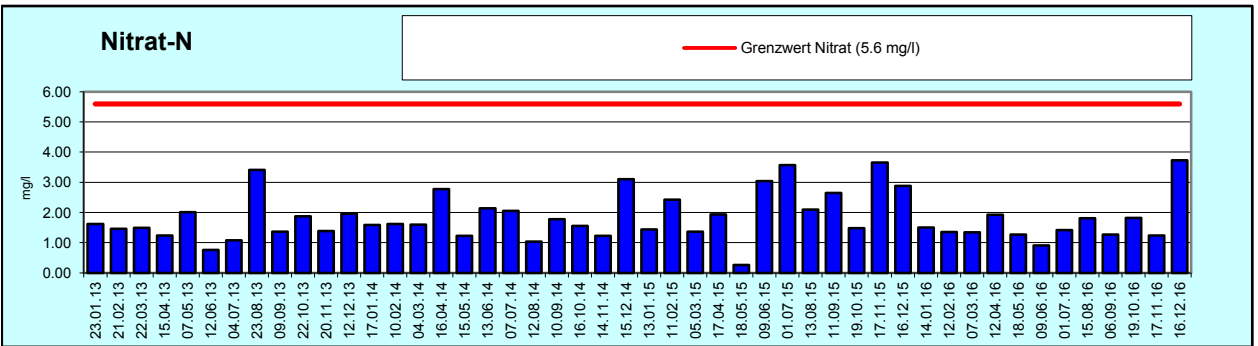
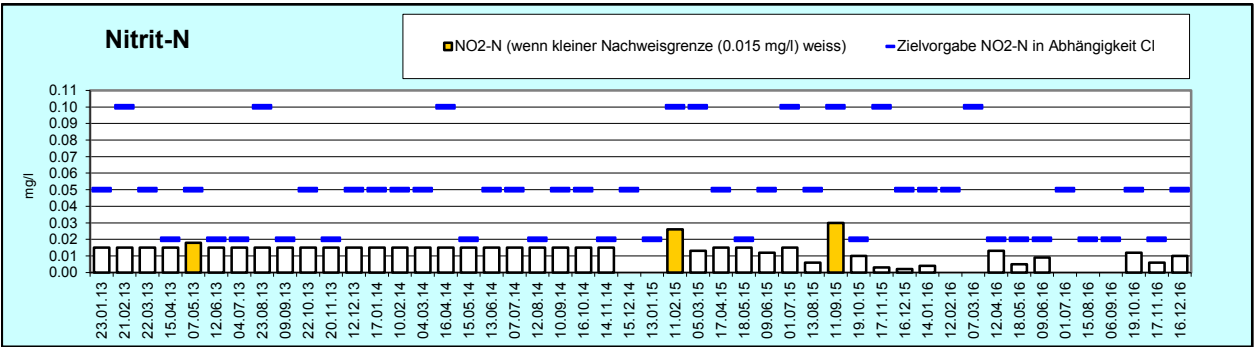
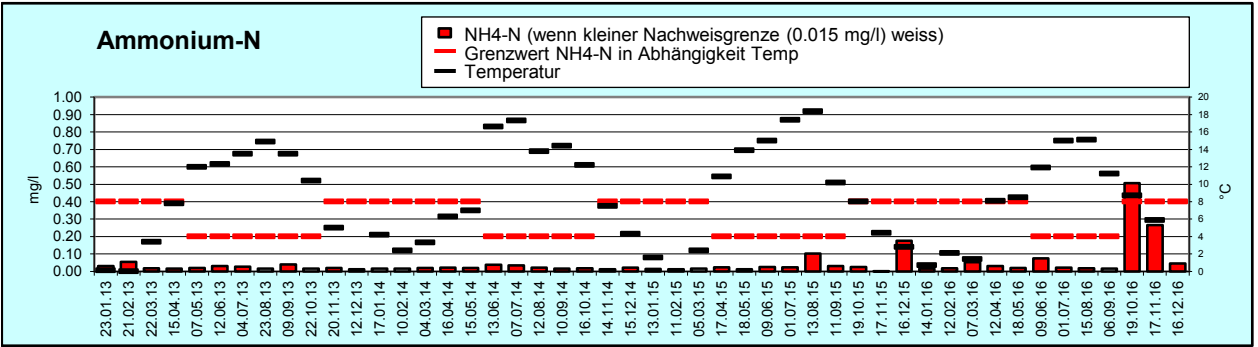
Keine Messwerte

Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

Chlorid

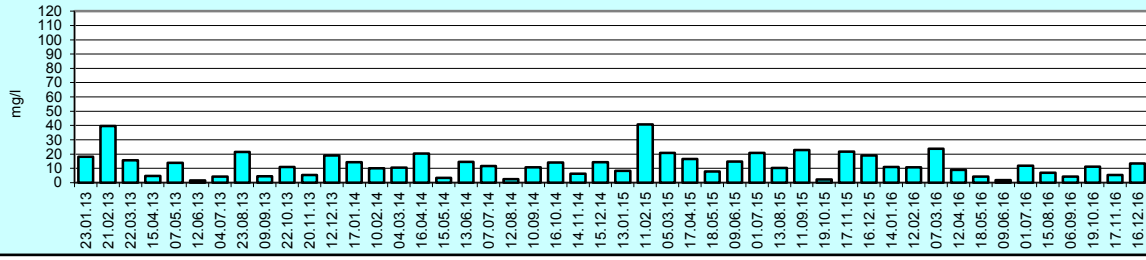
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

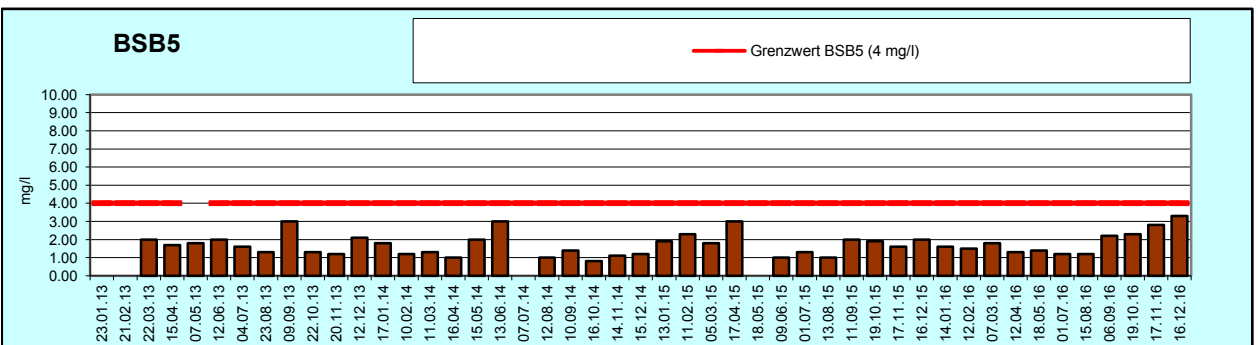
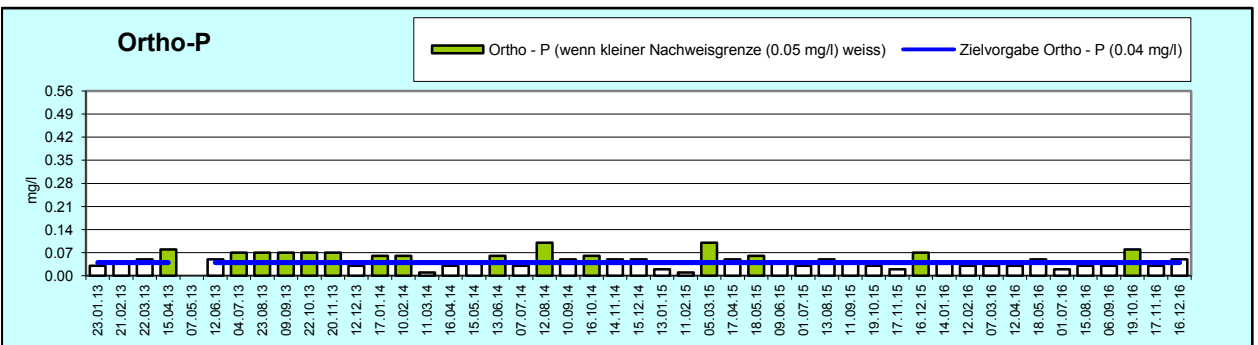
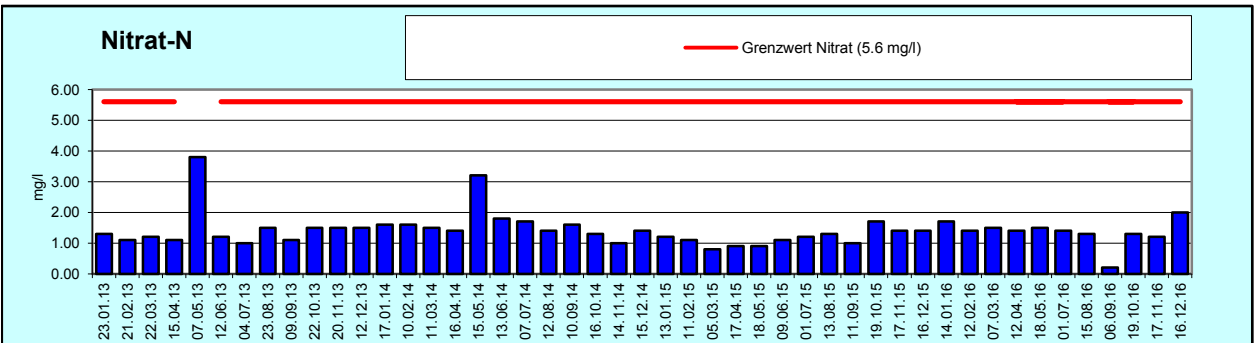
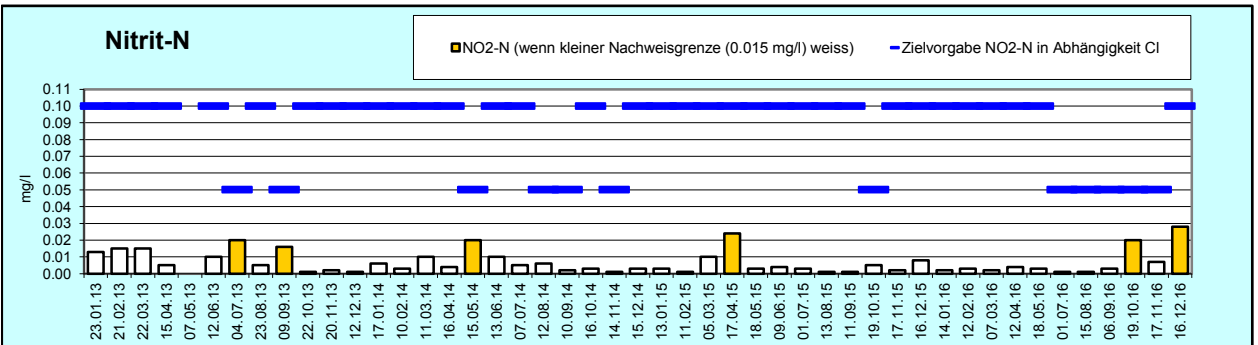
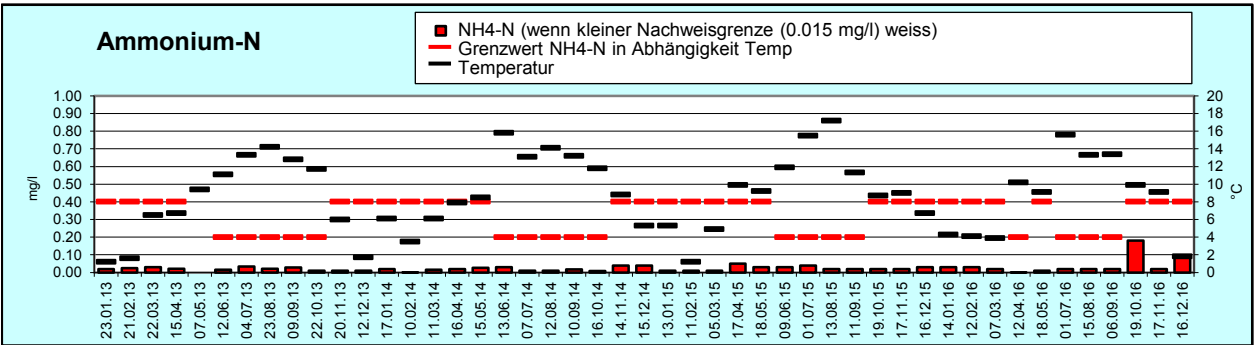




Chlorid

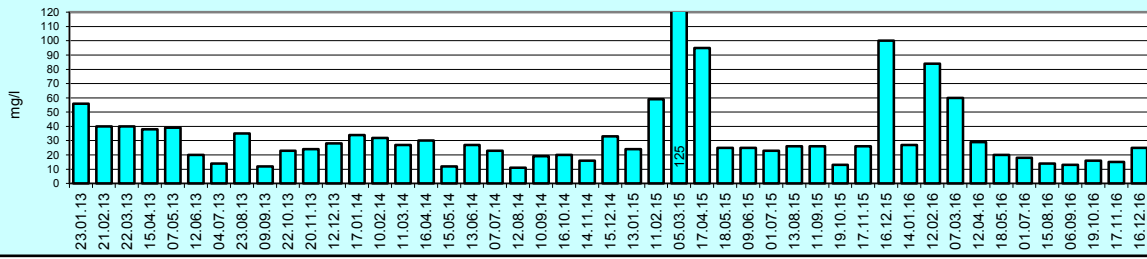
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

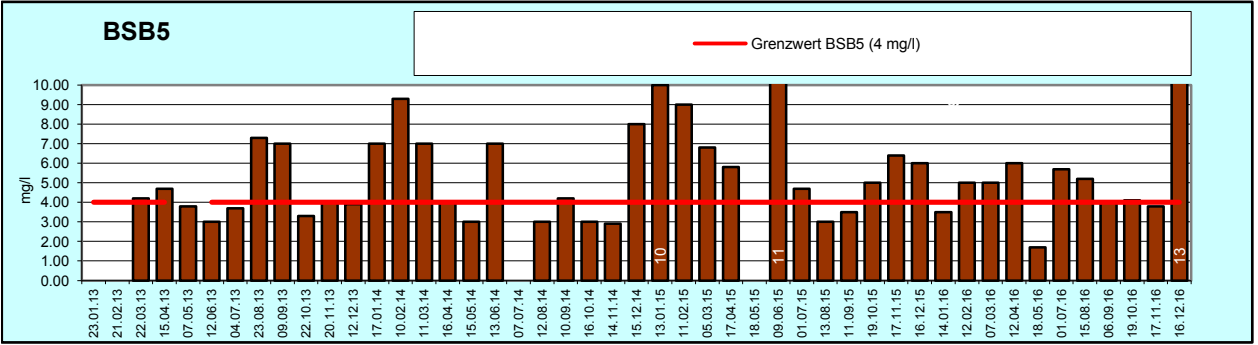
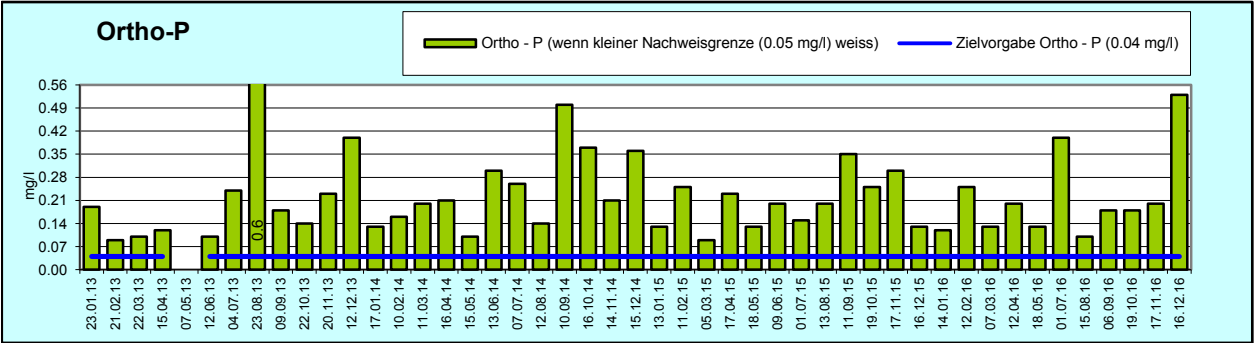
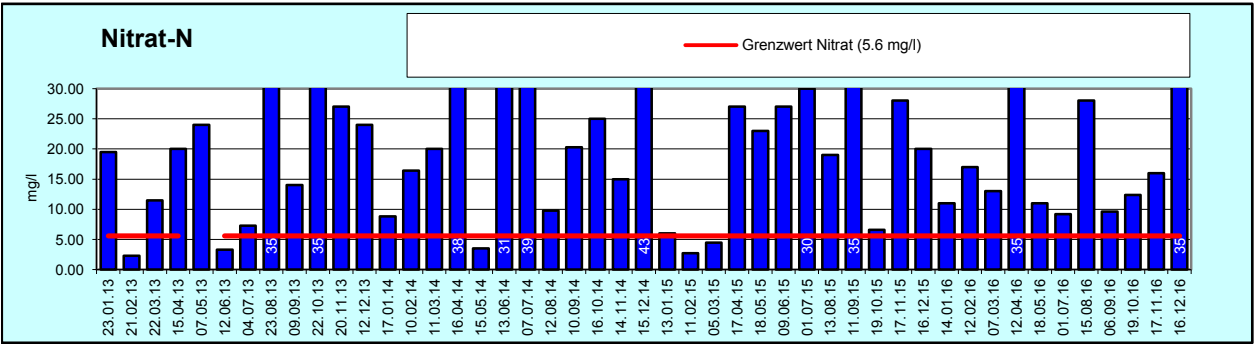
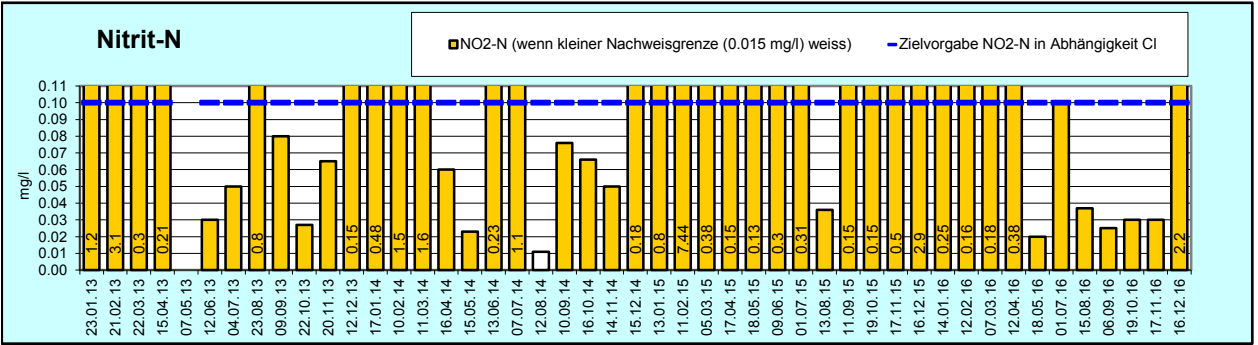
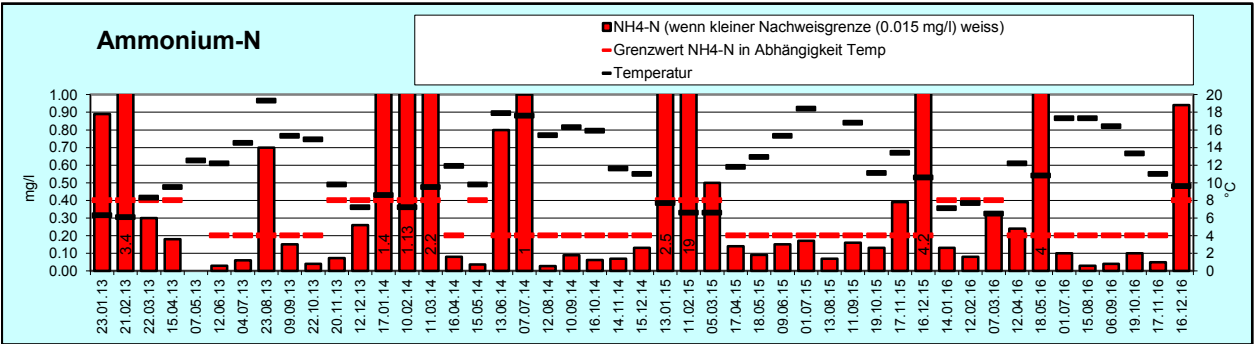




Chlorid

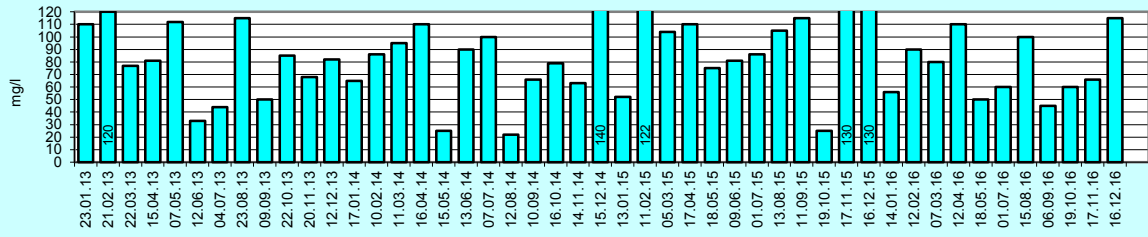
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV





Chlorid

Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV



Ammonium-N

Keine Messwerte

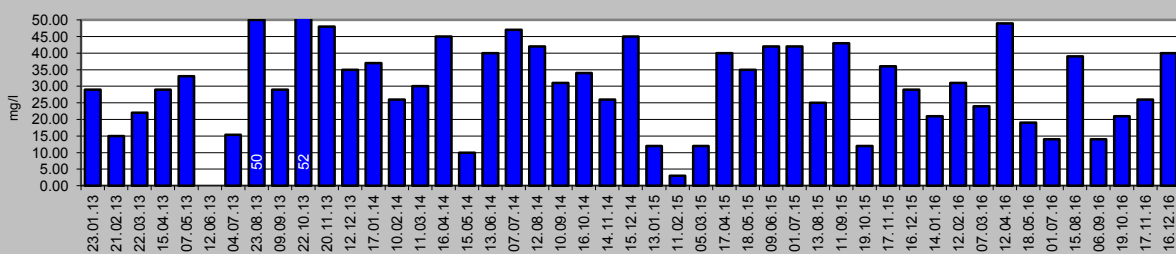
Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

Nitrit-N

Keine Messwerte

Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

Nitrat-N

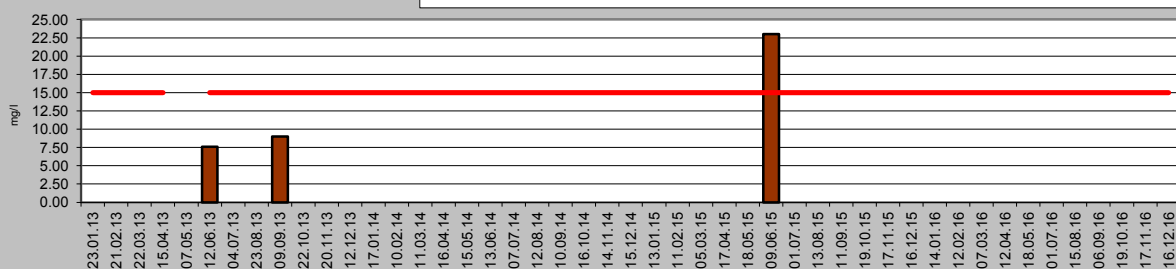


Ortho-P

Keine Messwerte

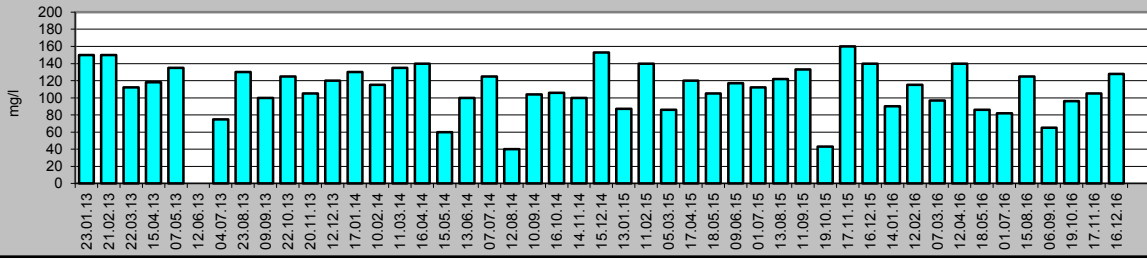
Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

BSB5

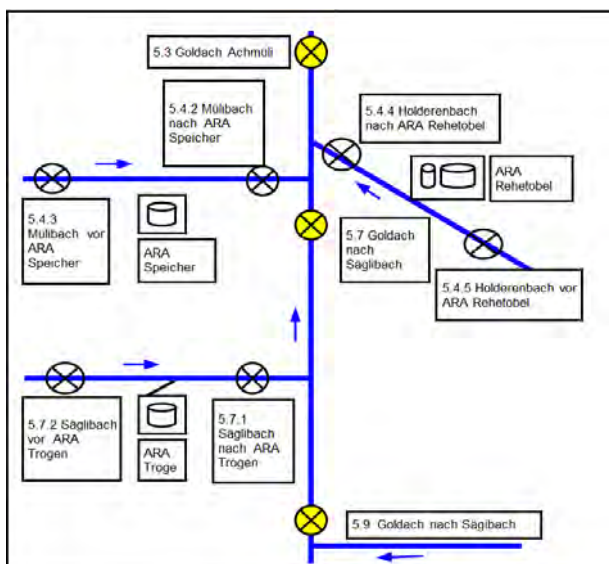
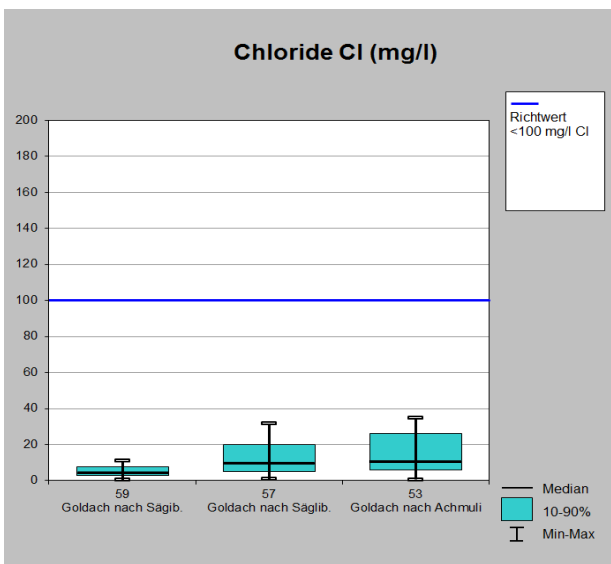
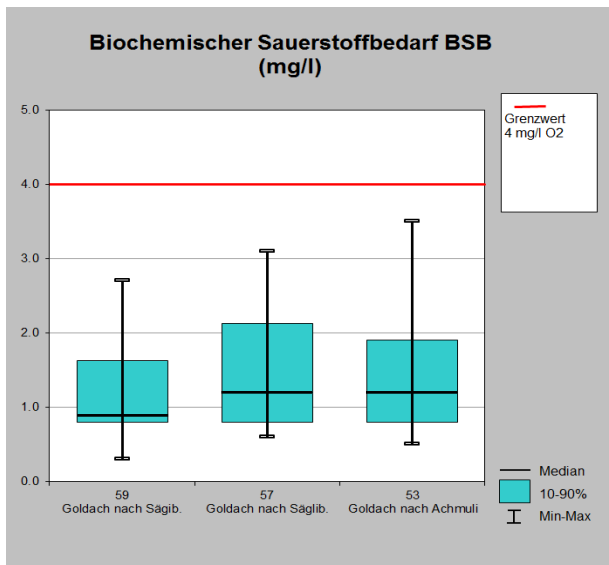
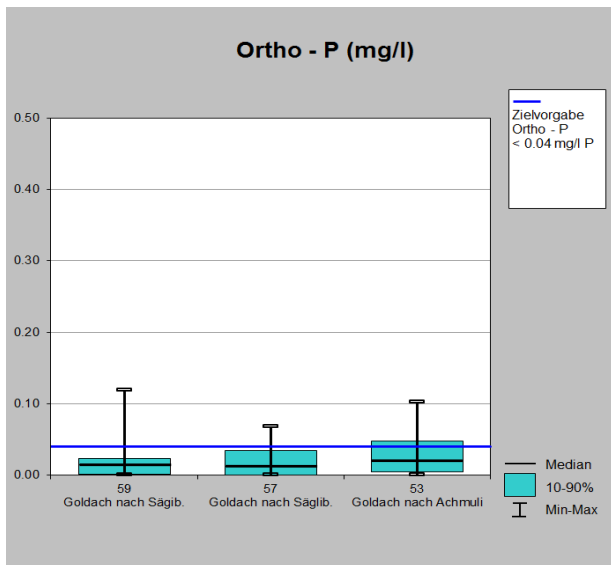
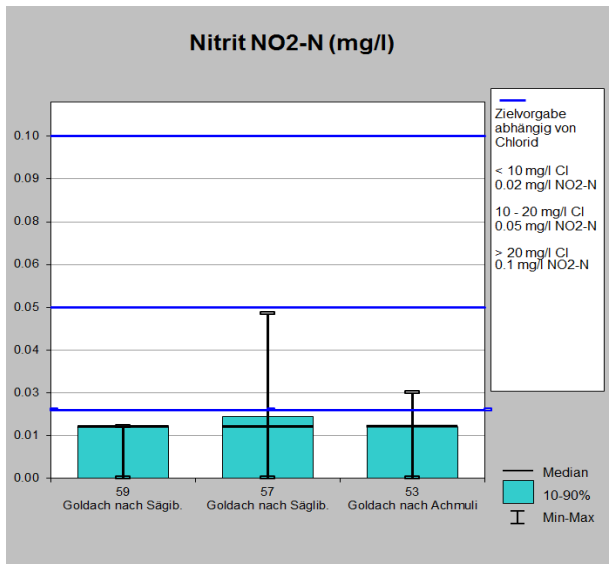
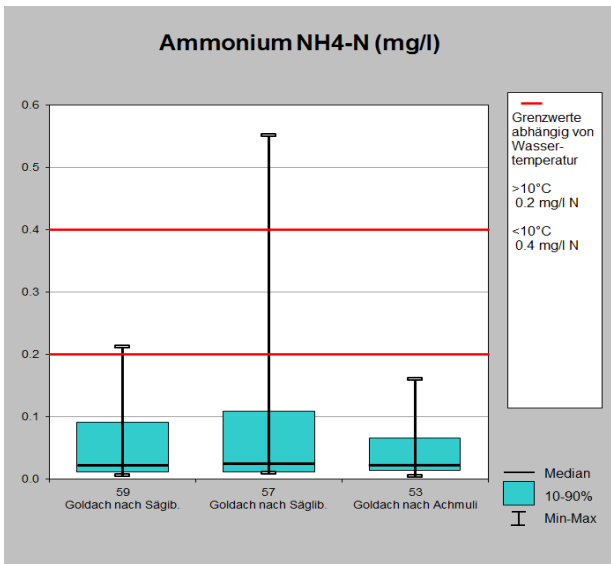


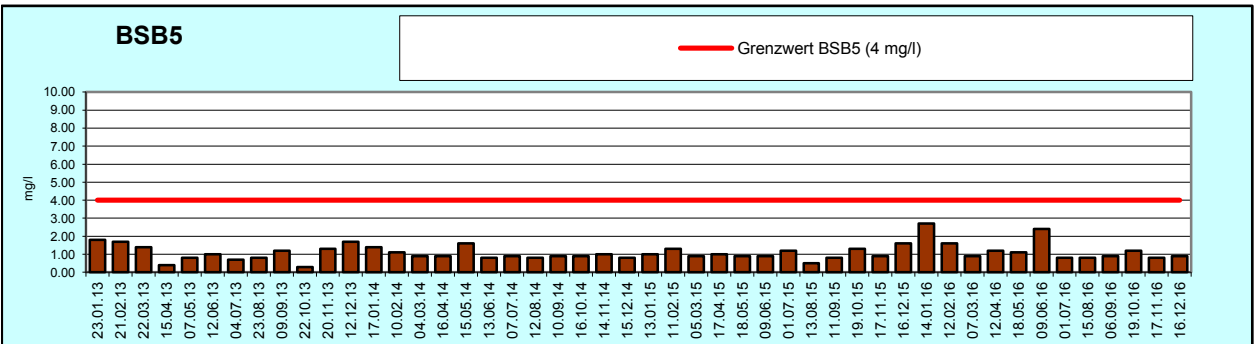
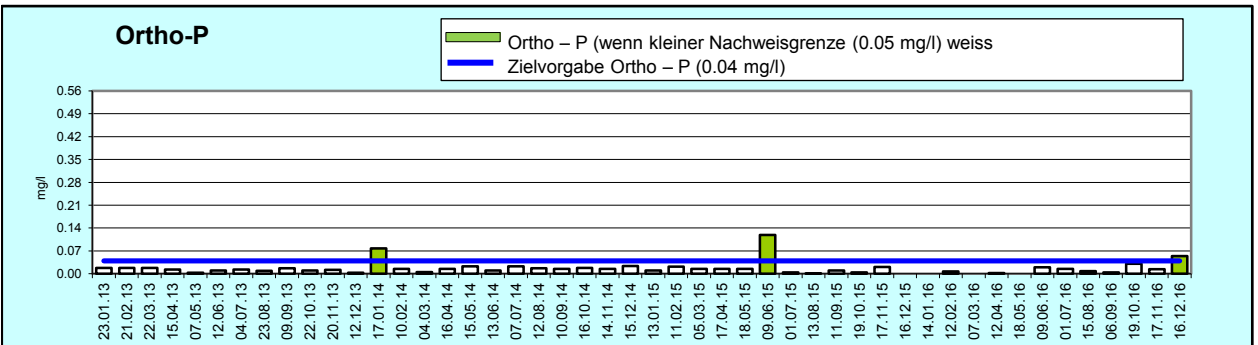
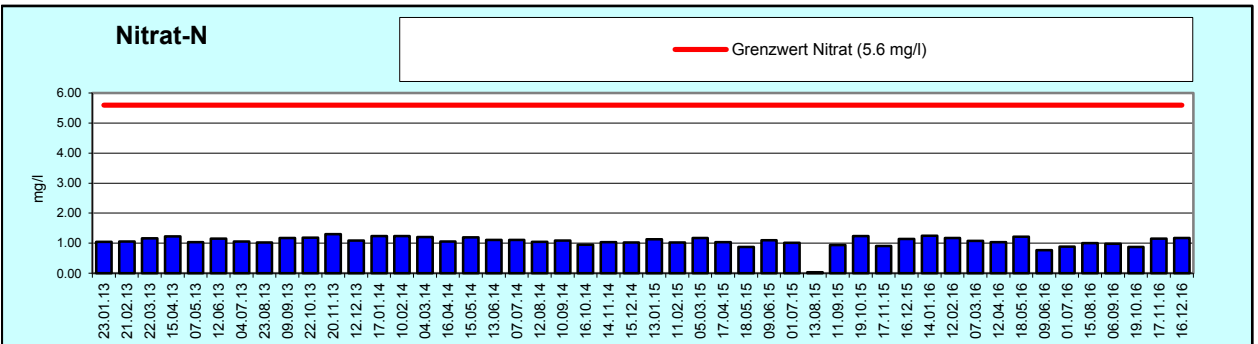
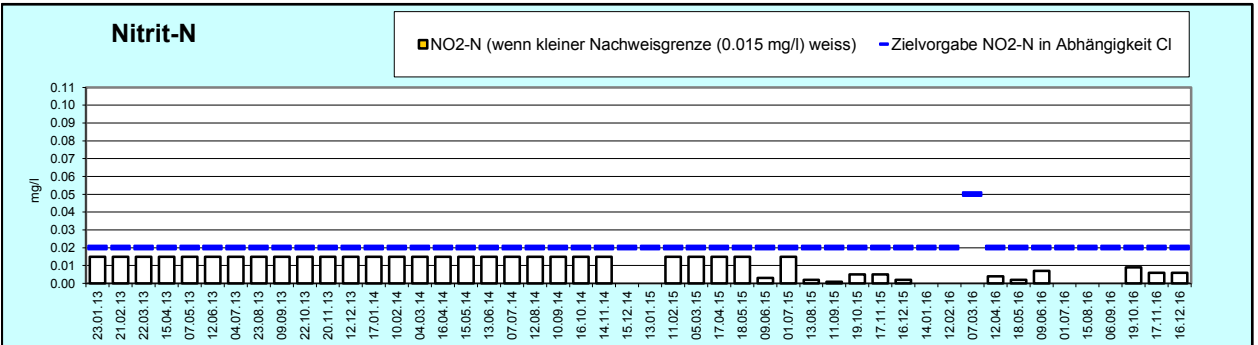
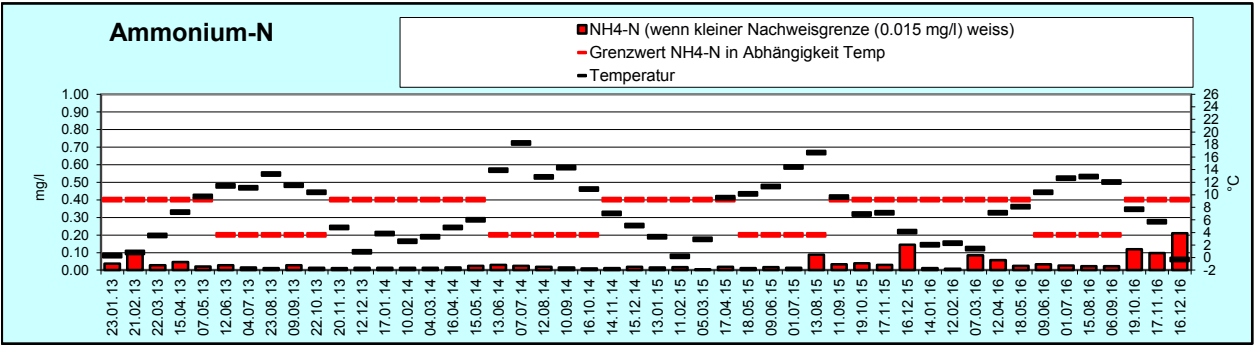
Chlorid

Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV



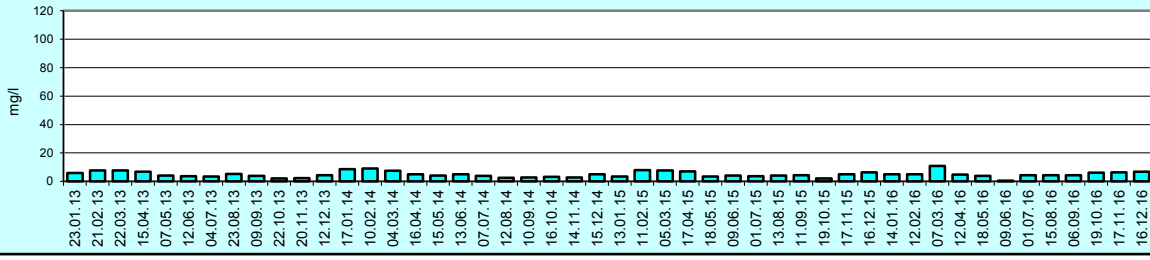
Einzugsgebiet: Goldach
Gewässer: Goldach

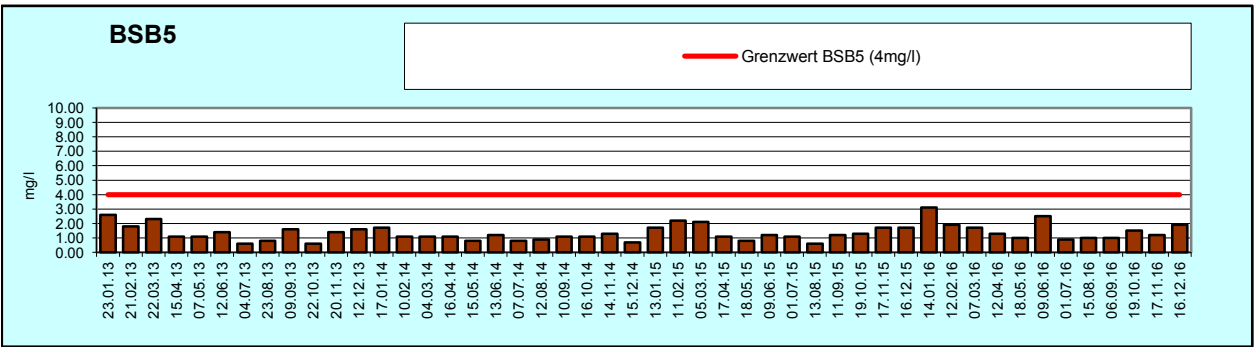
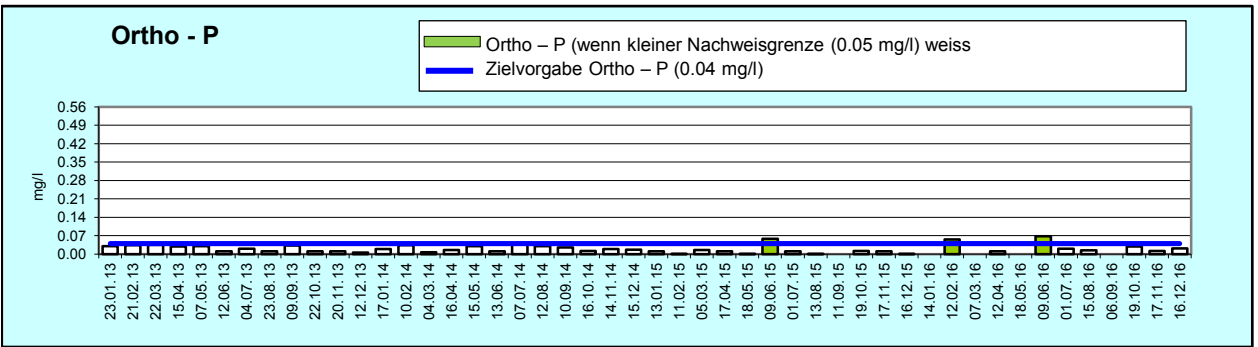
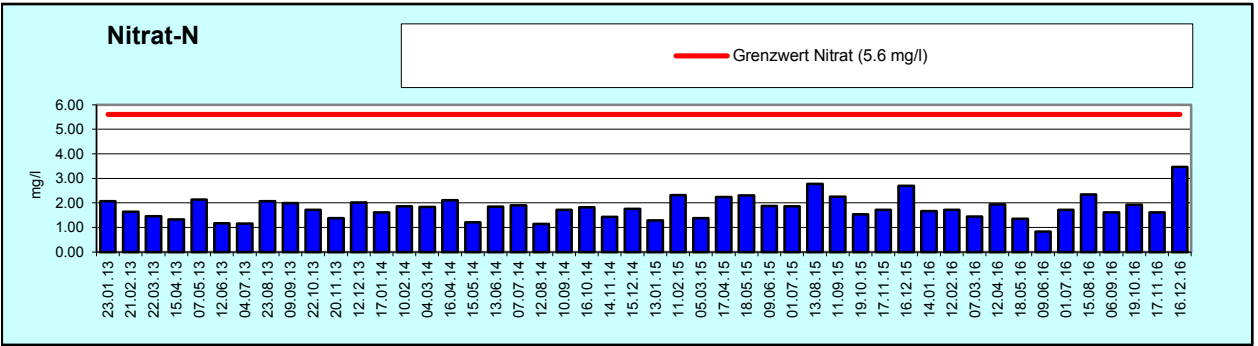
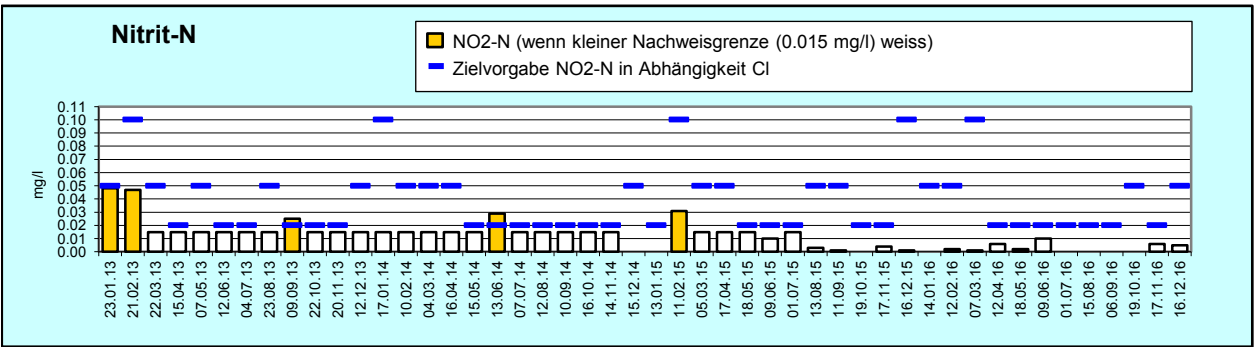
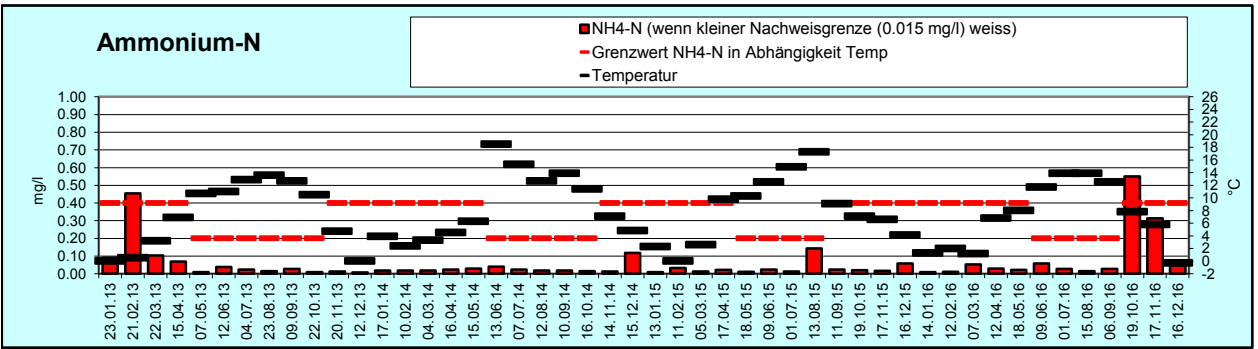




Chlorid

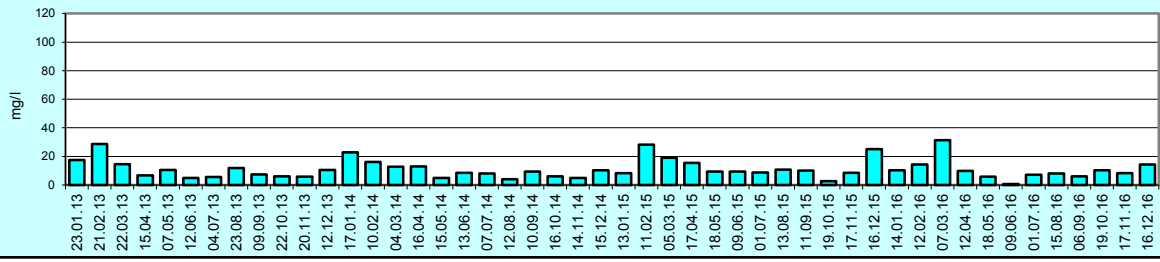
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

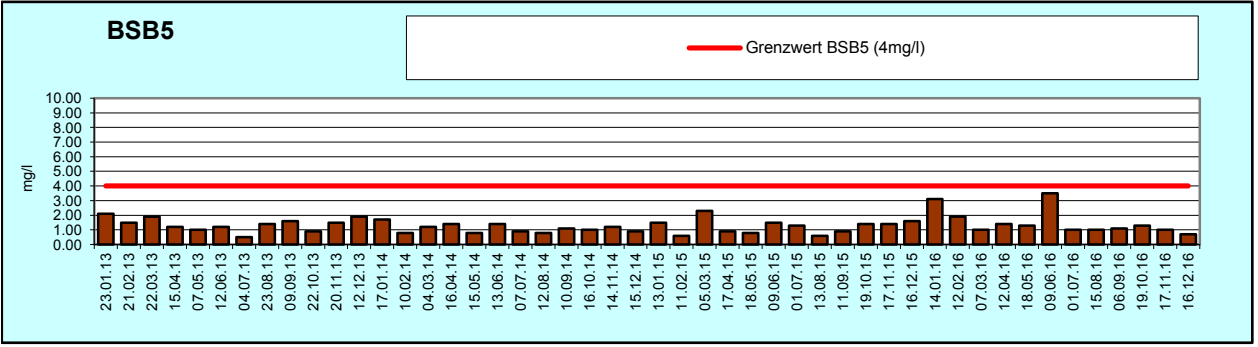
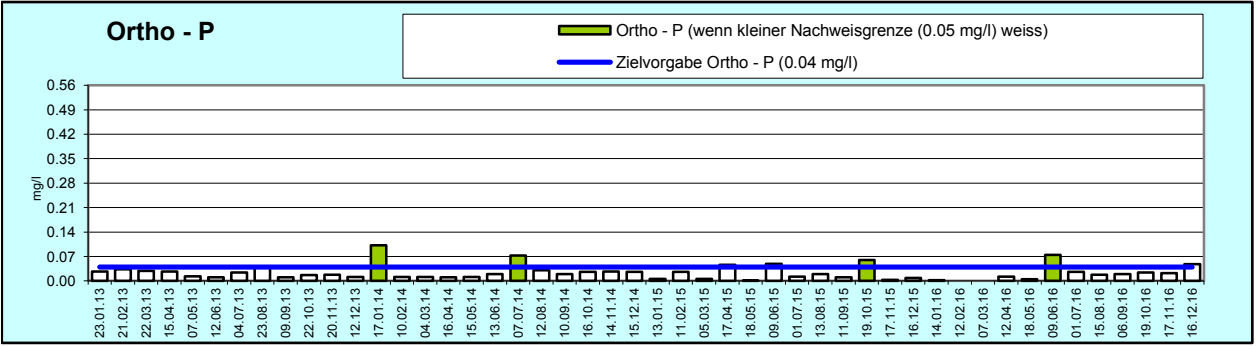
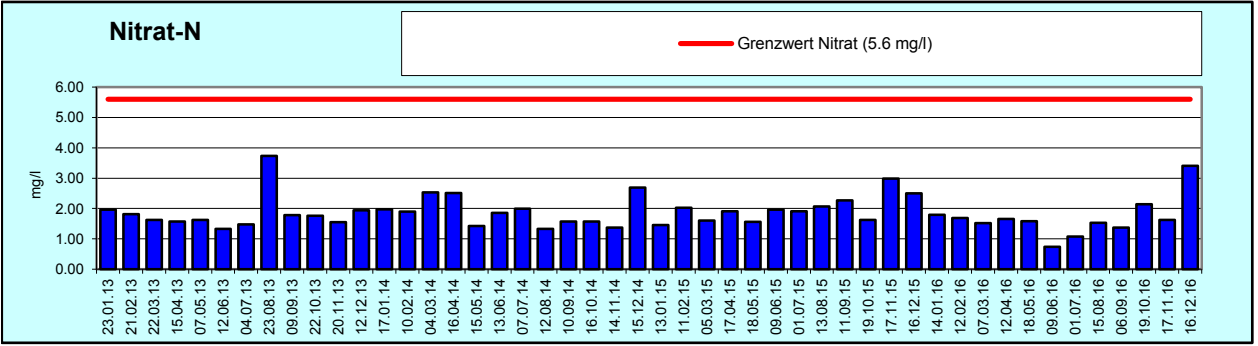
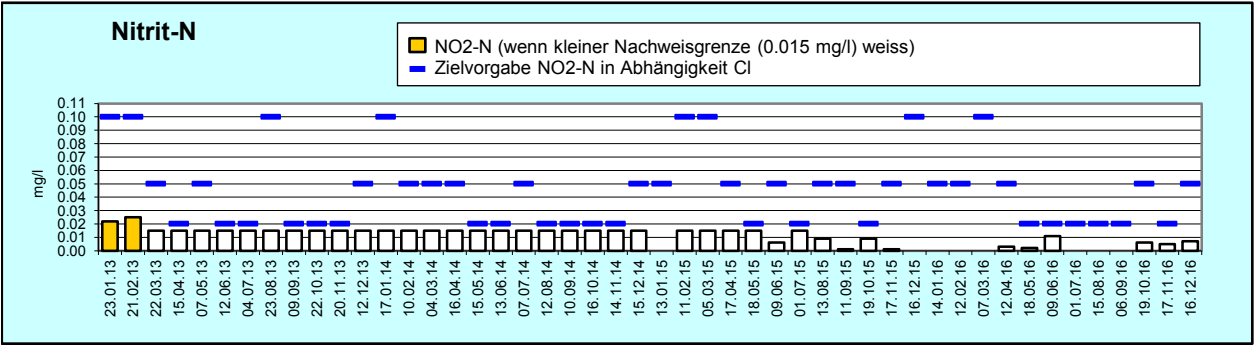
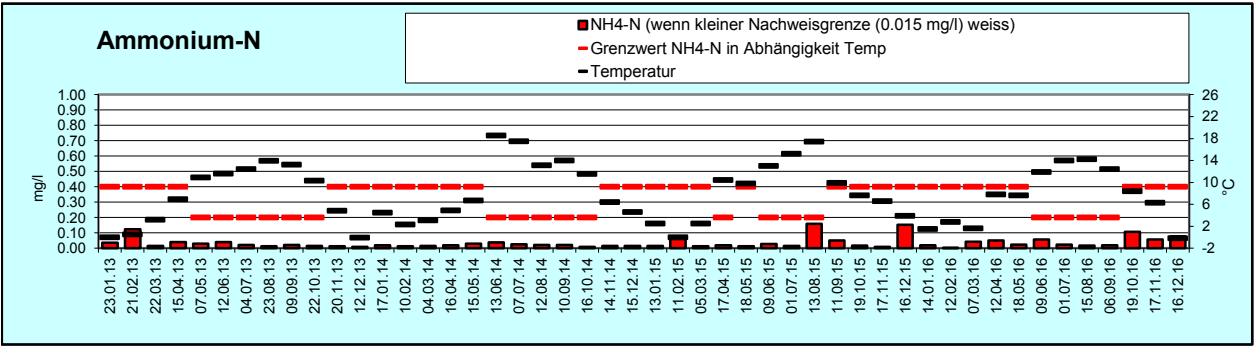




Chlorid

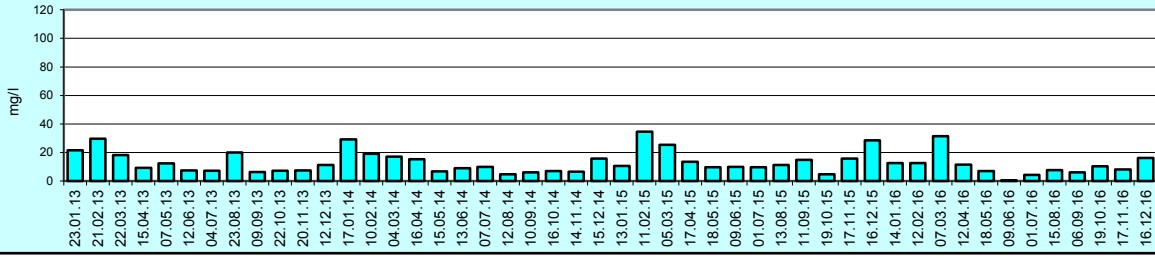
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV



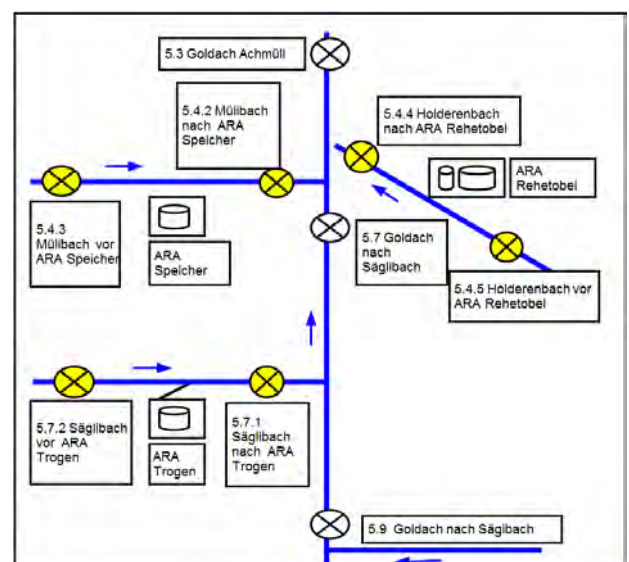
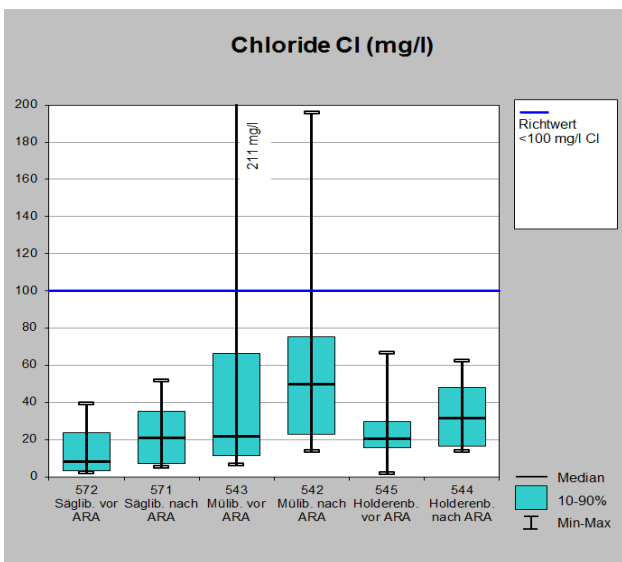
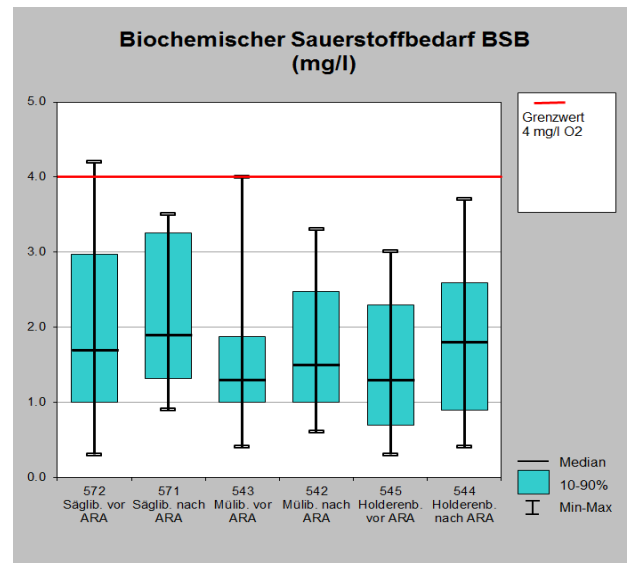
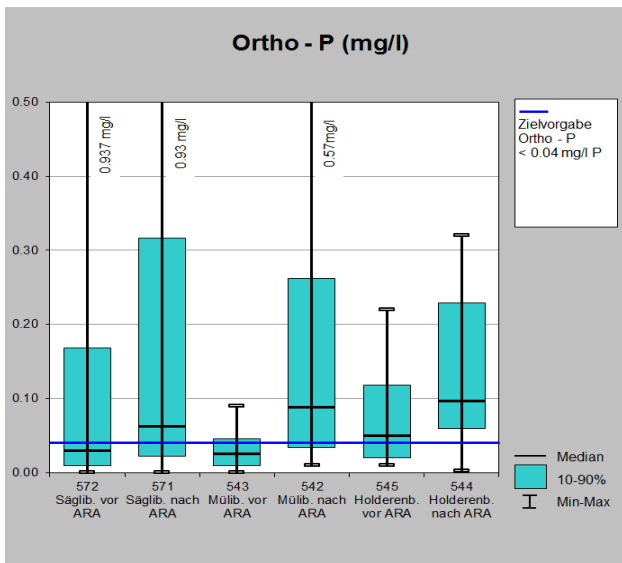
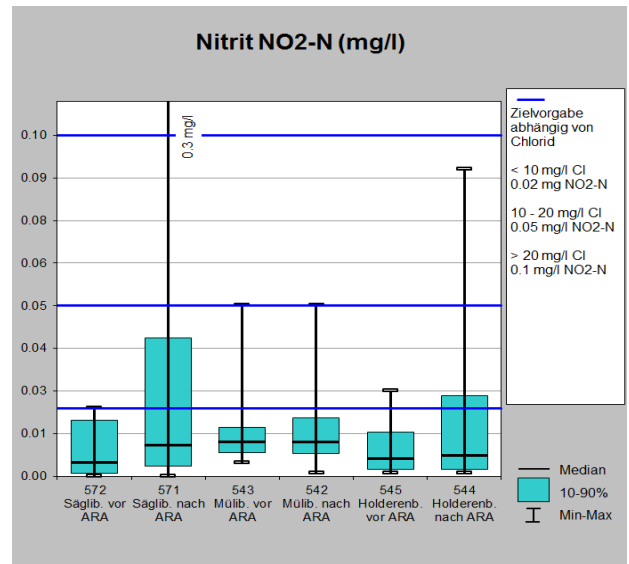
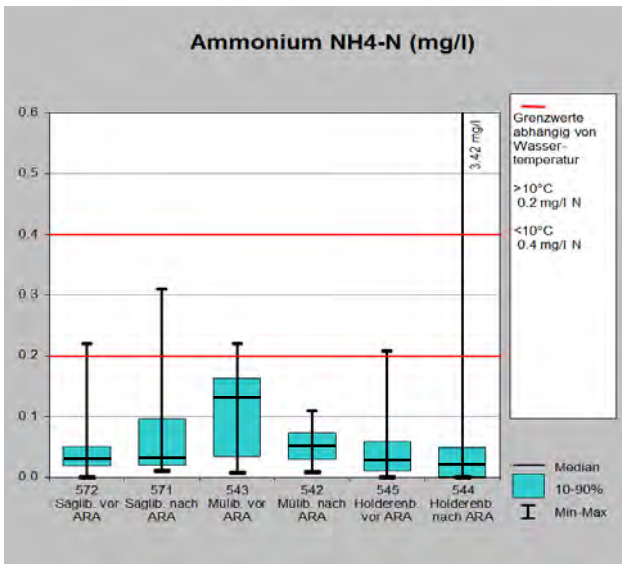


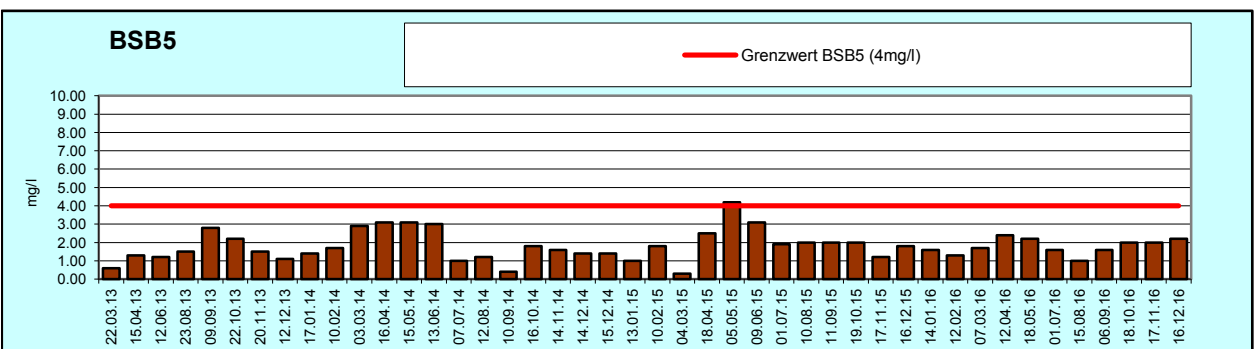
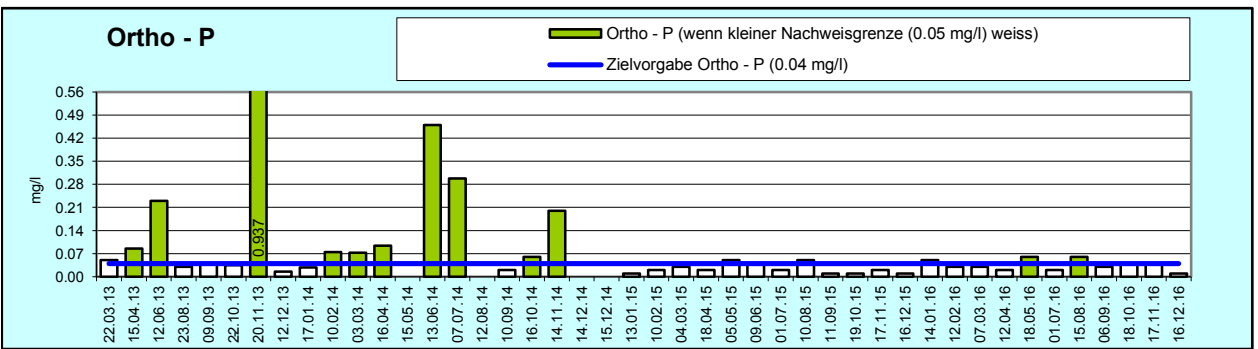
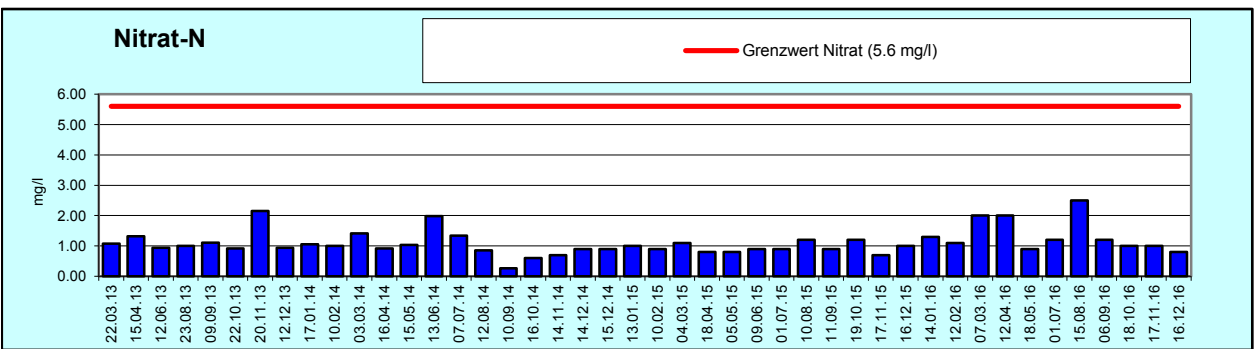
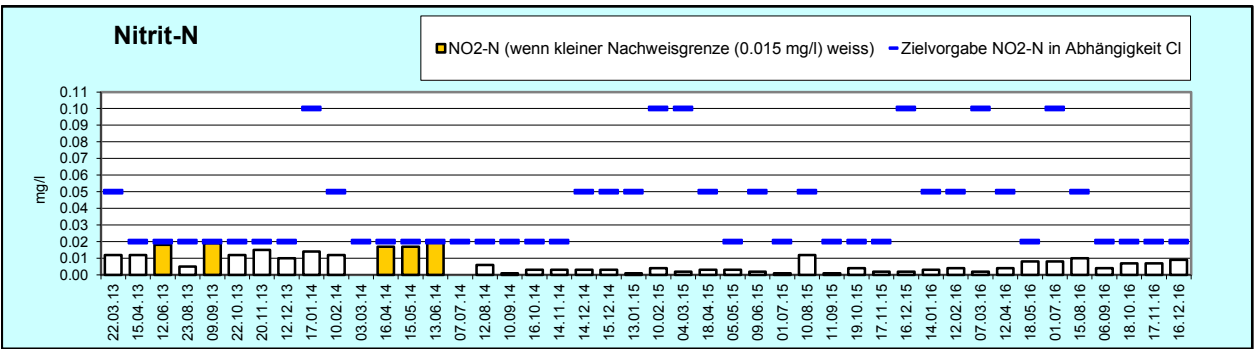
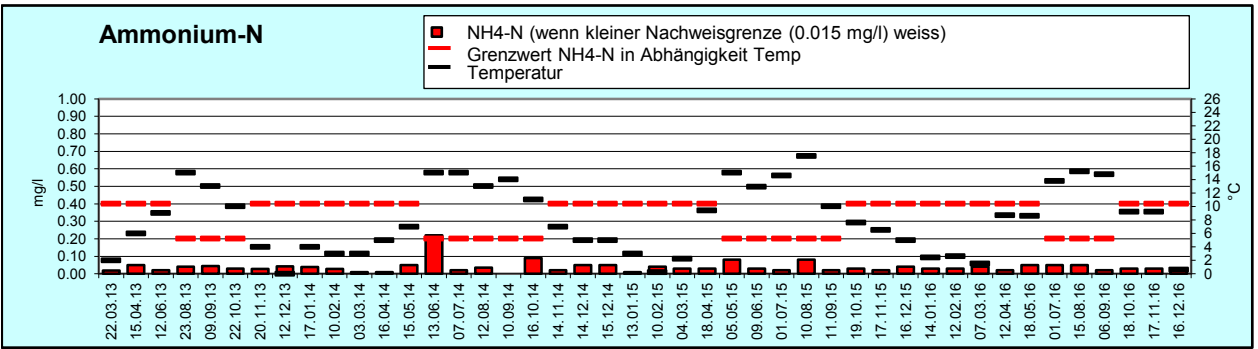
Chlorid

Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV



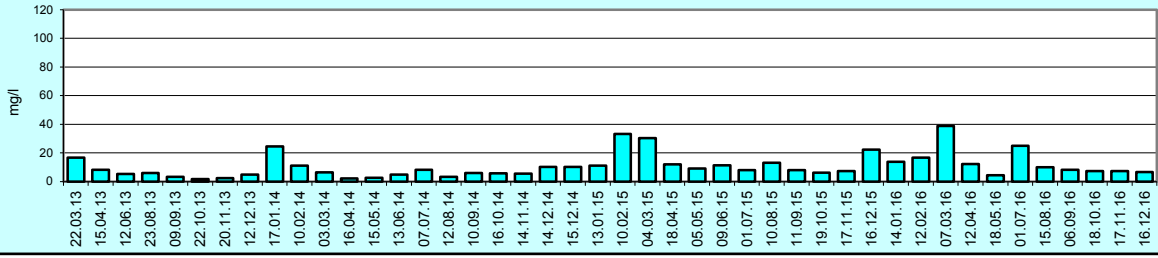
Einzugsgebiet: Goldach
Gewässer: Säglibach, Mülibach, Holderenbach

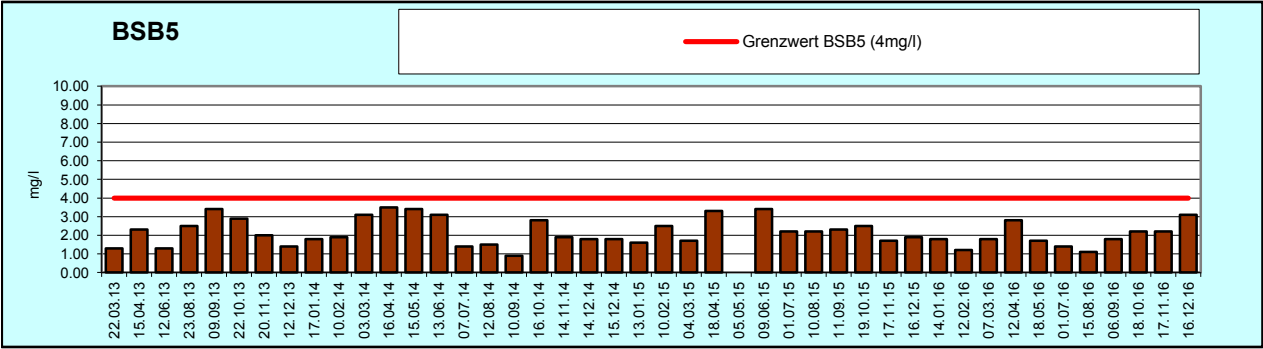
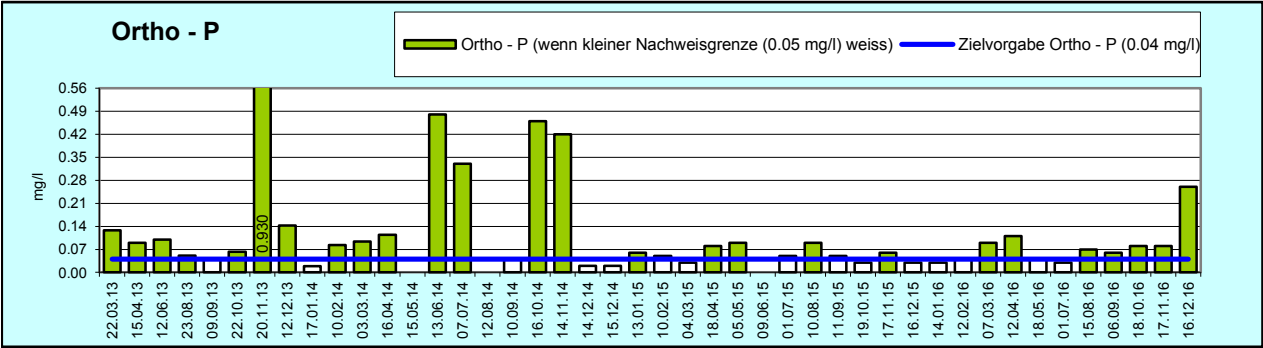
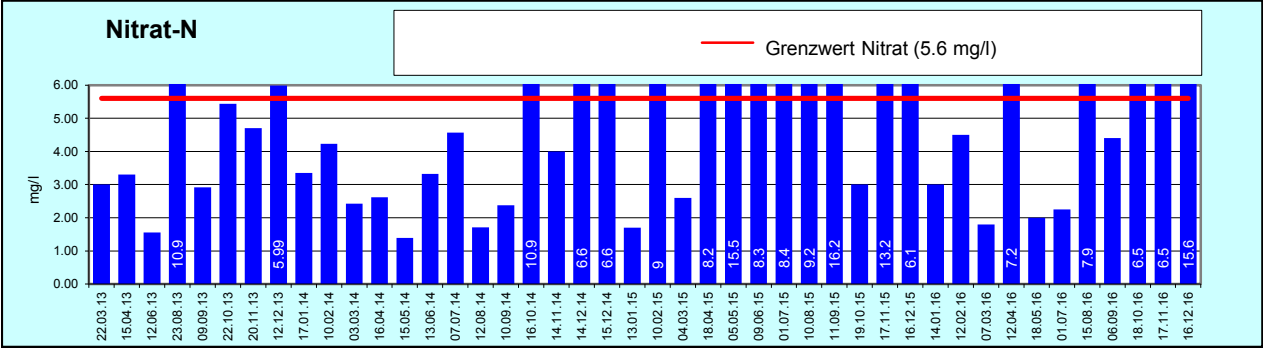
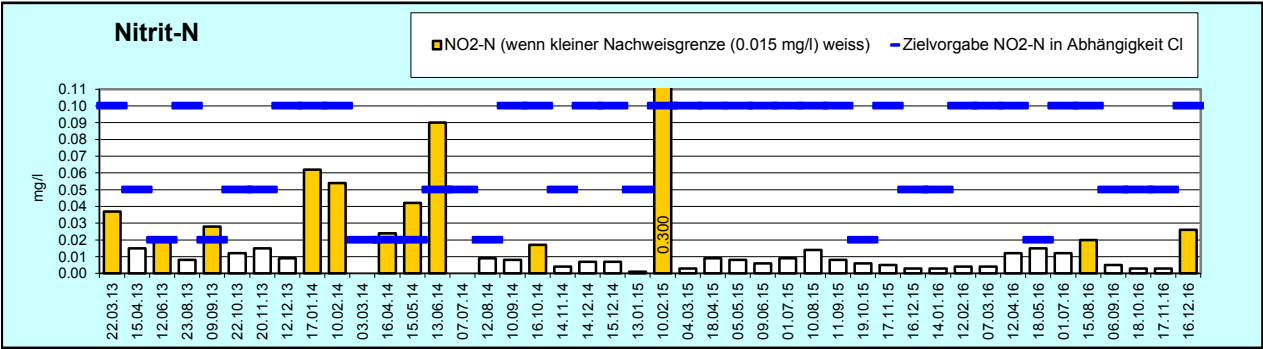
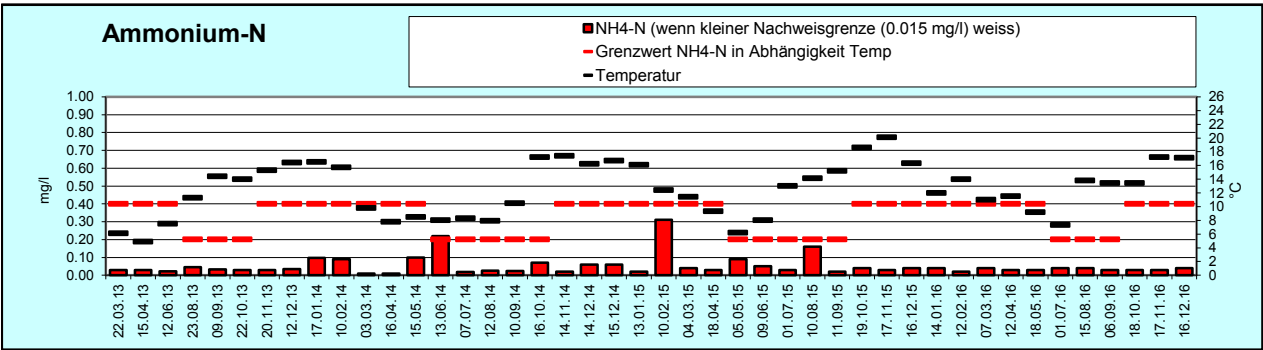




Chlorid

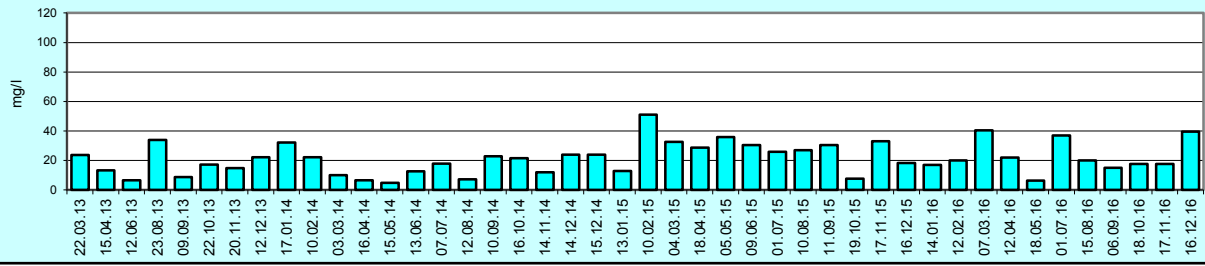
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV





Chlorid

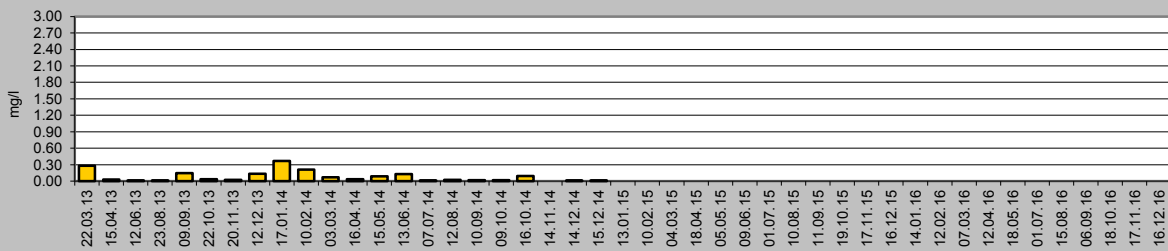
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV



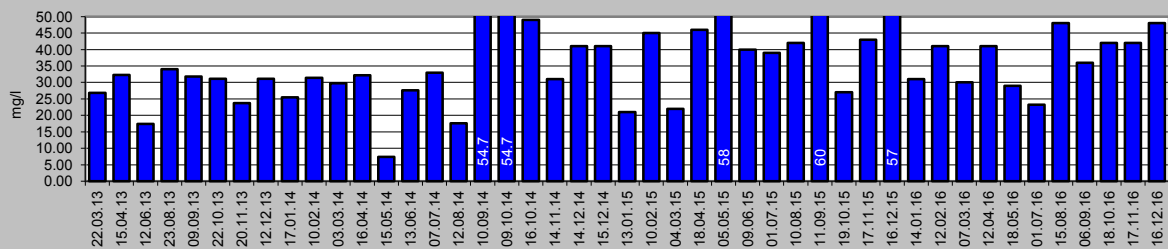
Ammonium-N

Keine Messwerte
Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

Nitrit-N



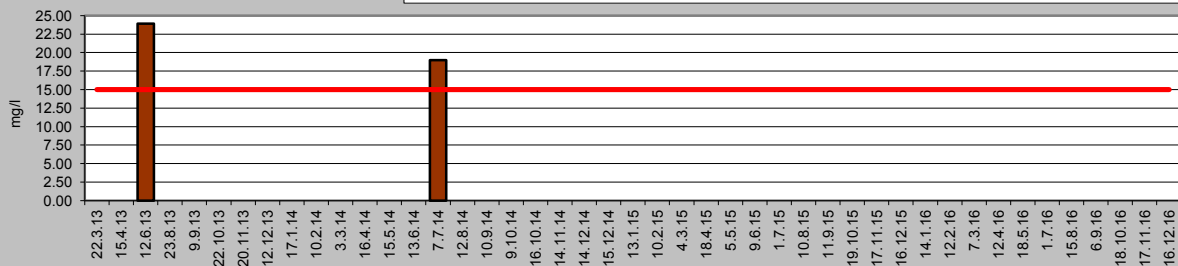
Nitrat-N



Ortho - P

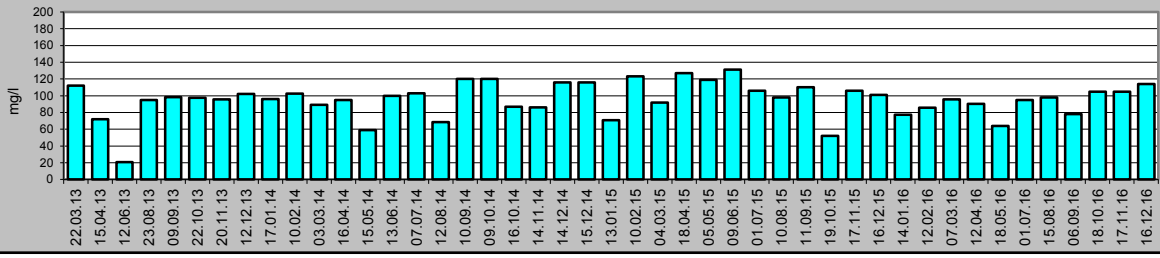
Keine Messwerte
Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

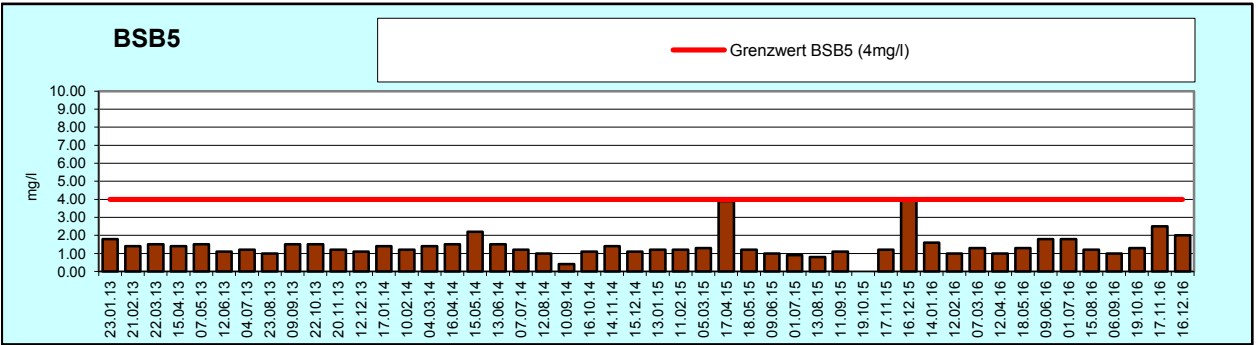
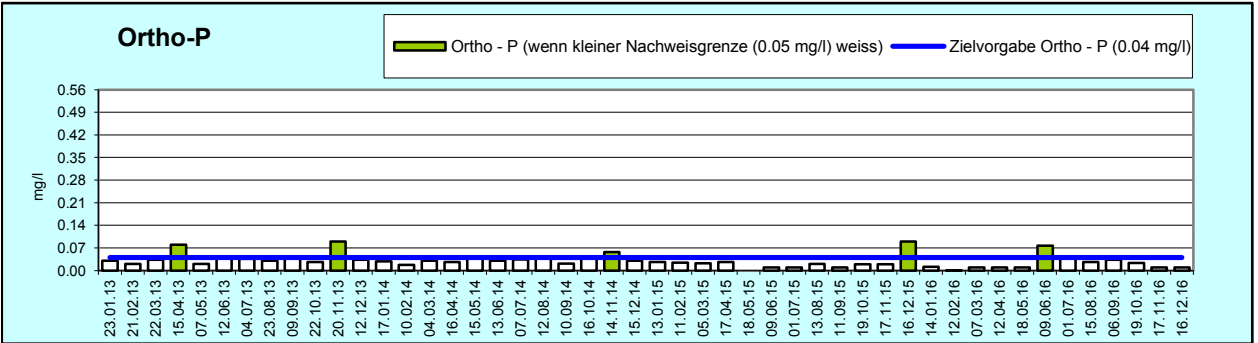
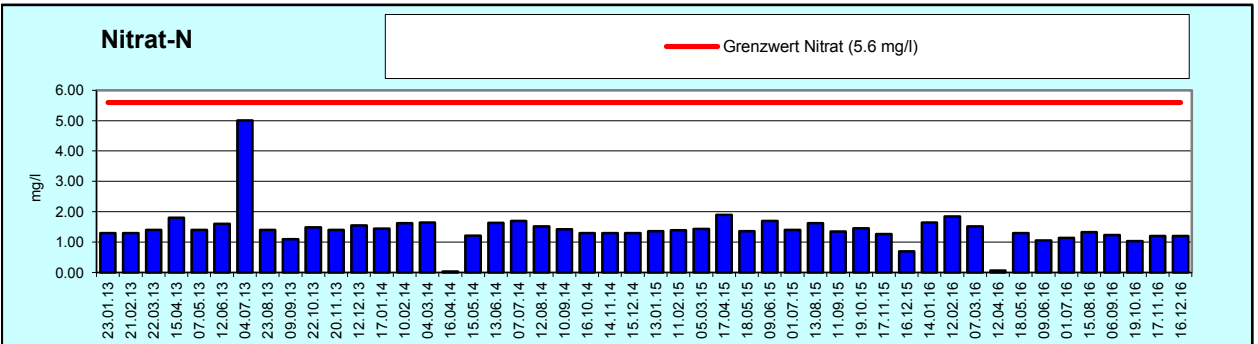
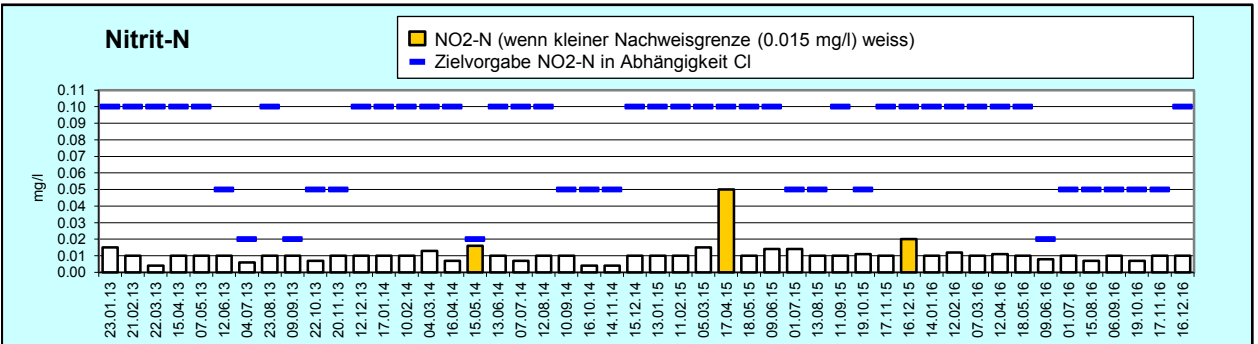
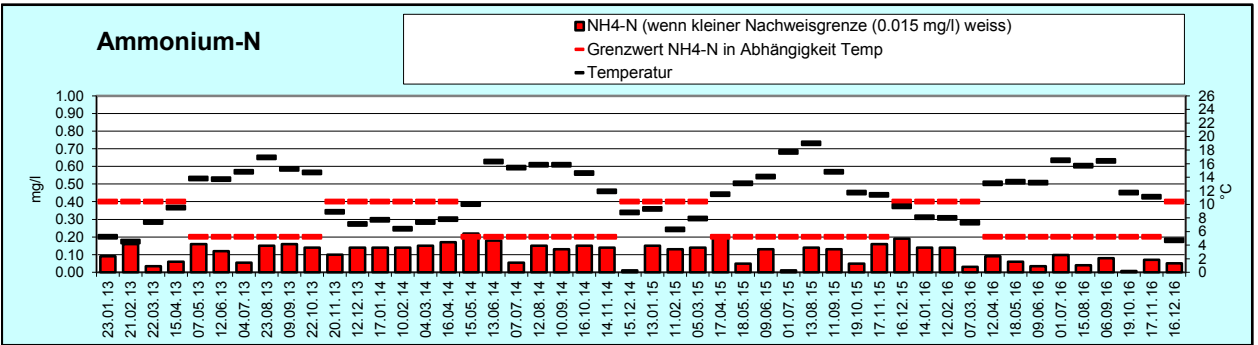
BSB5



Chlorid

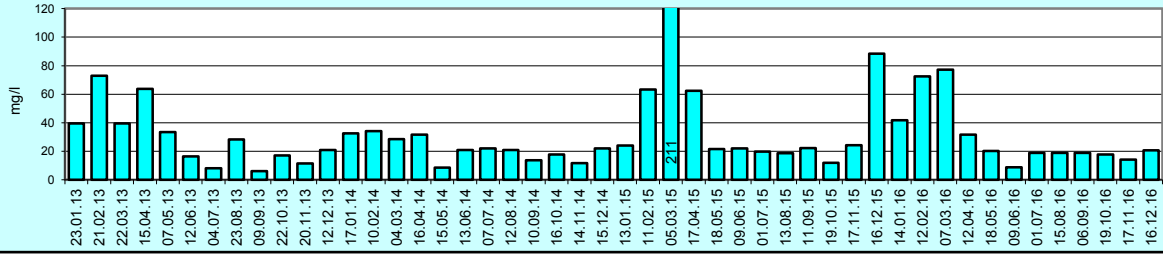
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

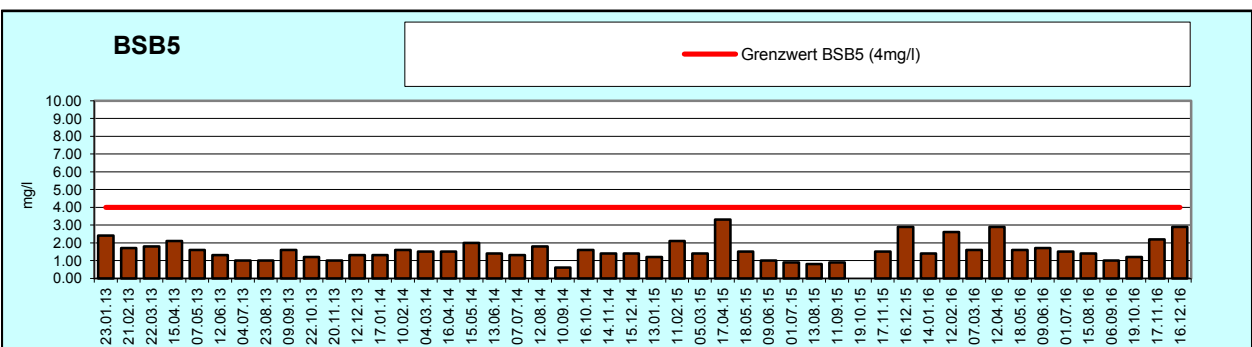
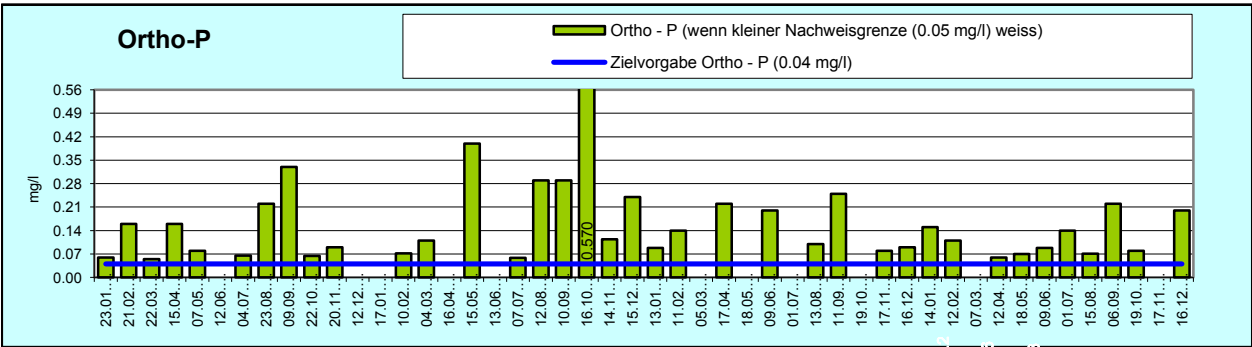
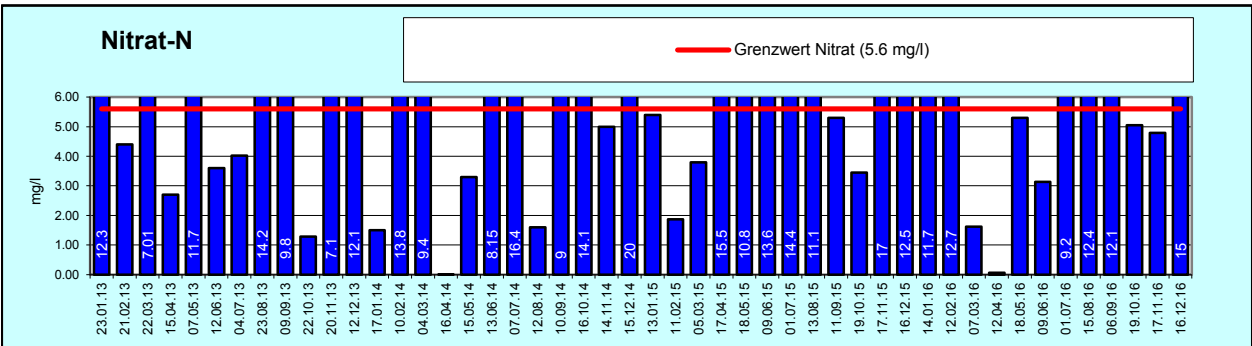
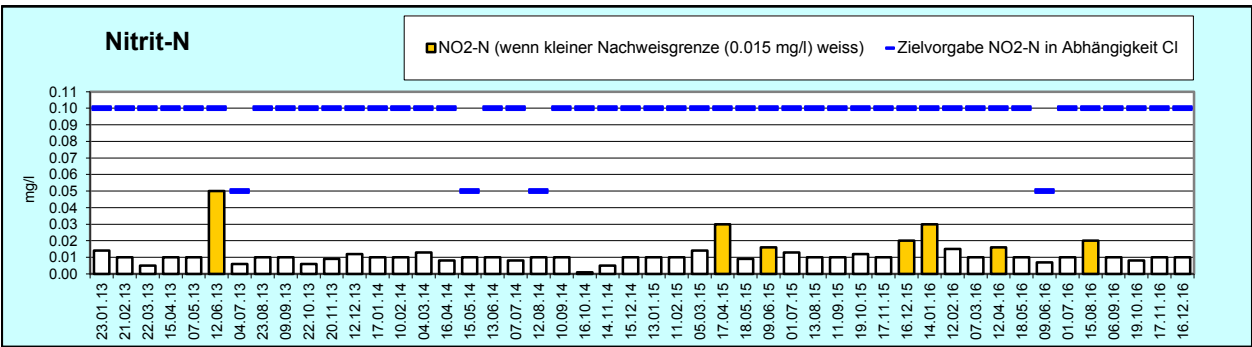
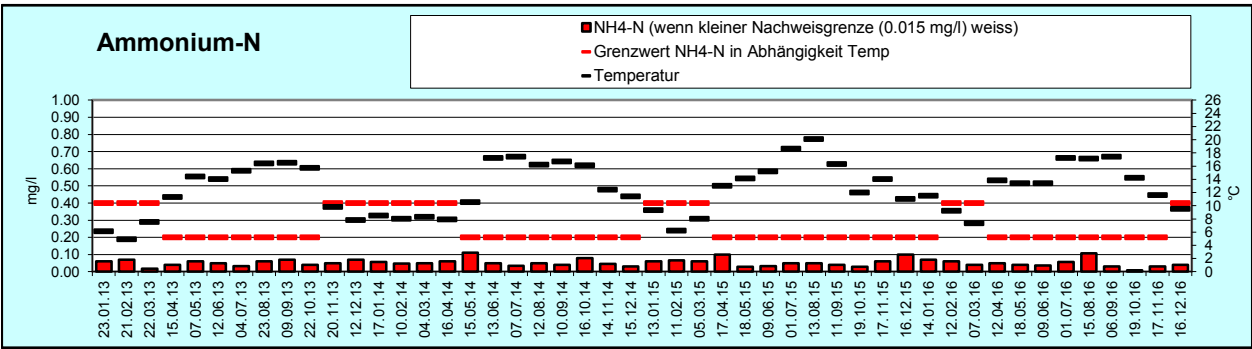




Chlorid

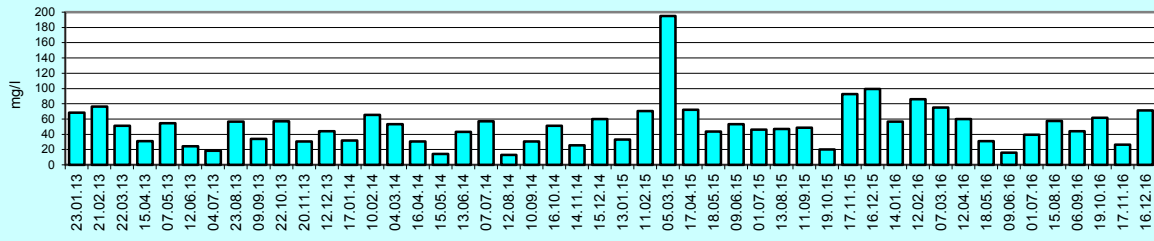
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

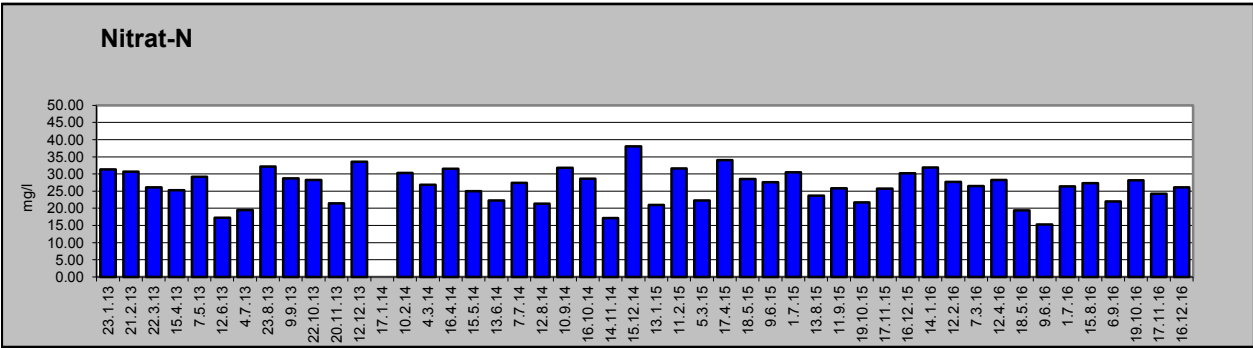
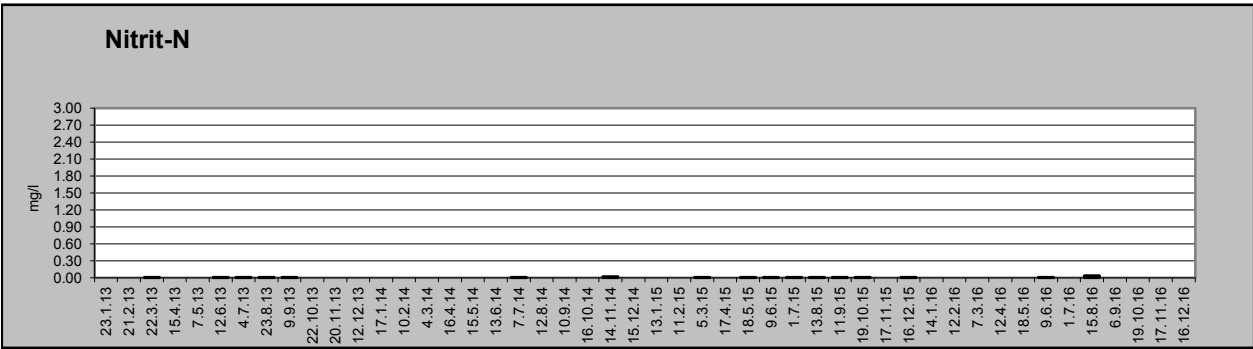
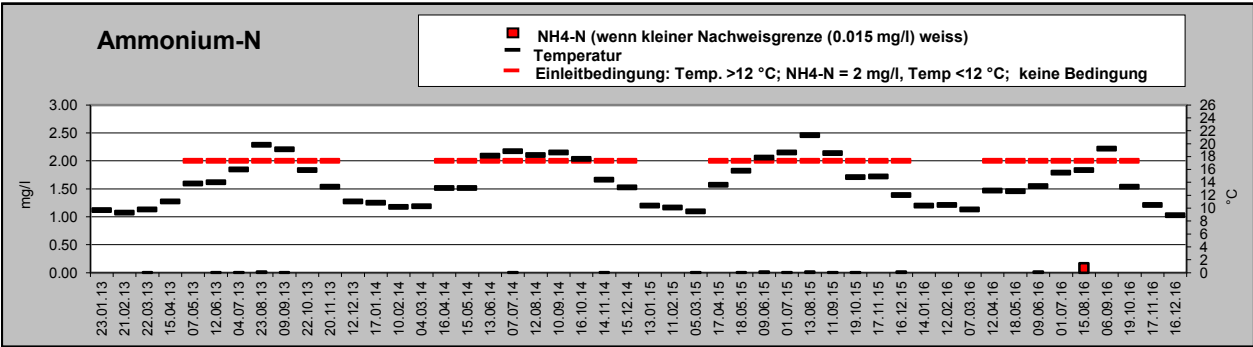




Chlorid

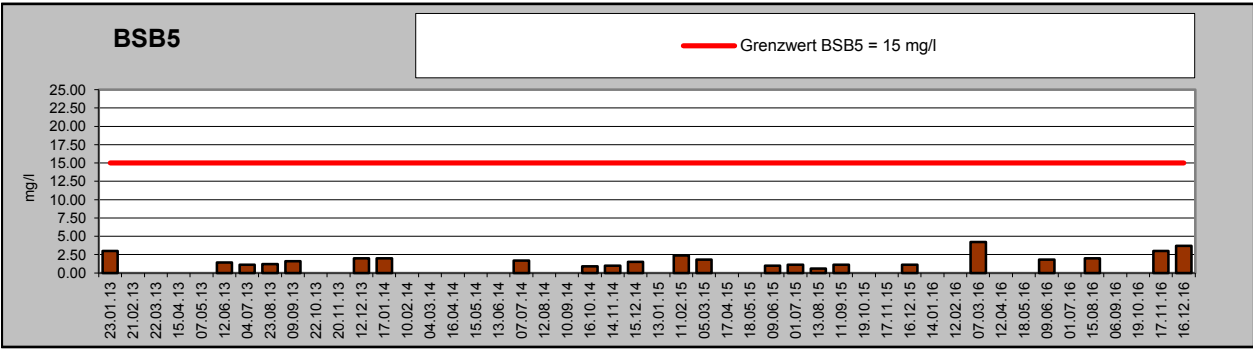
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV





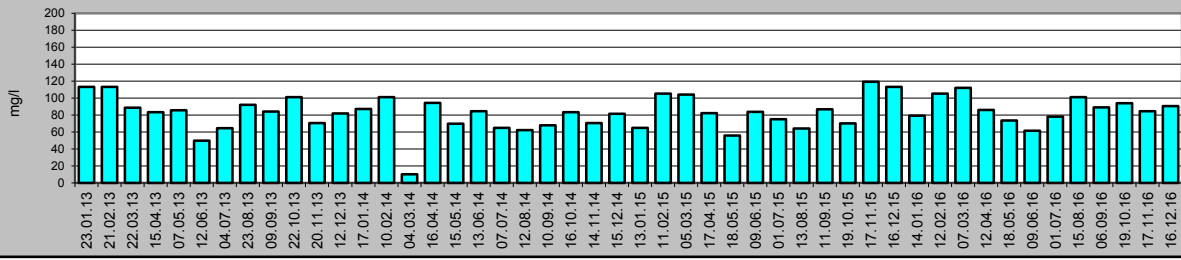
Ortho-P

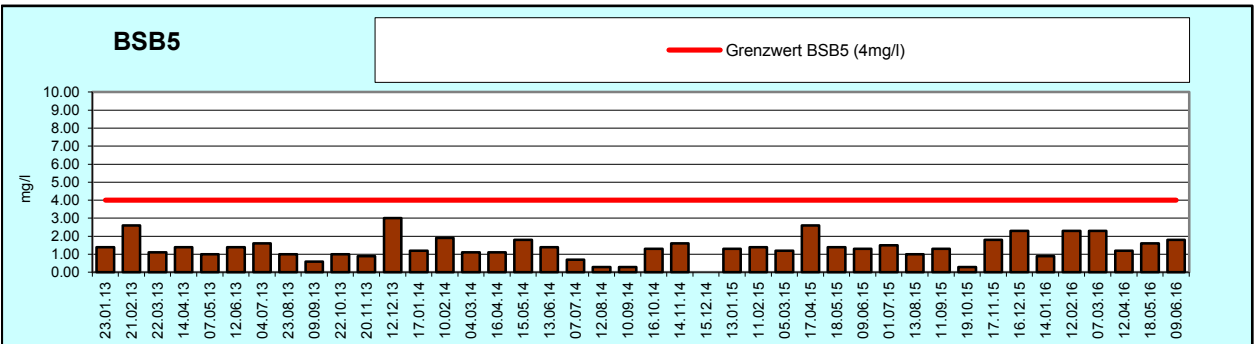
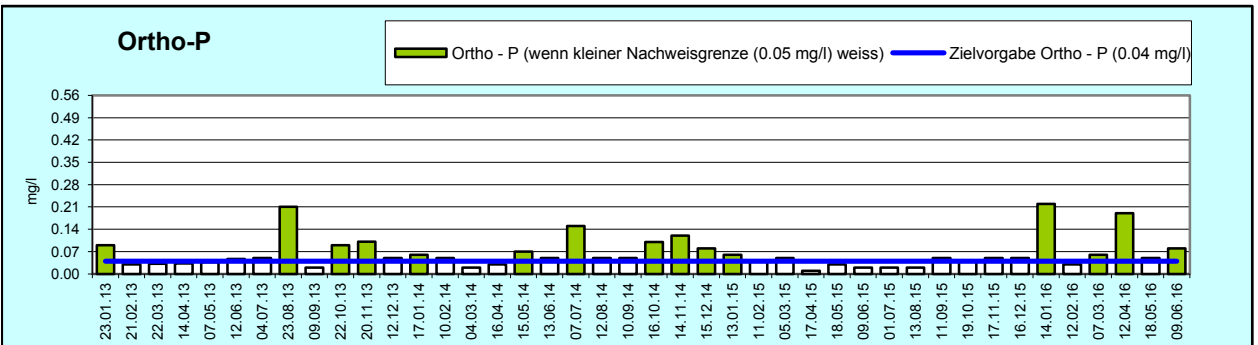
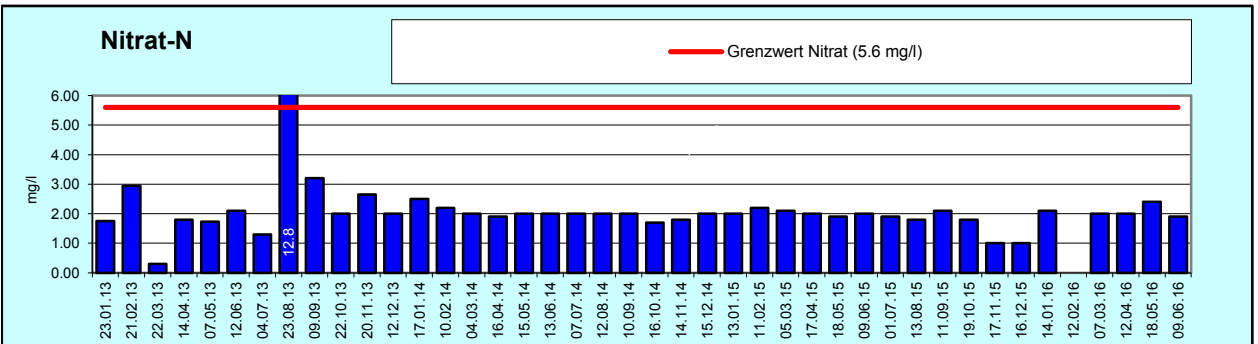
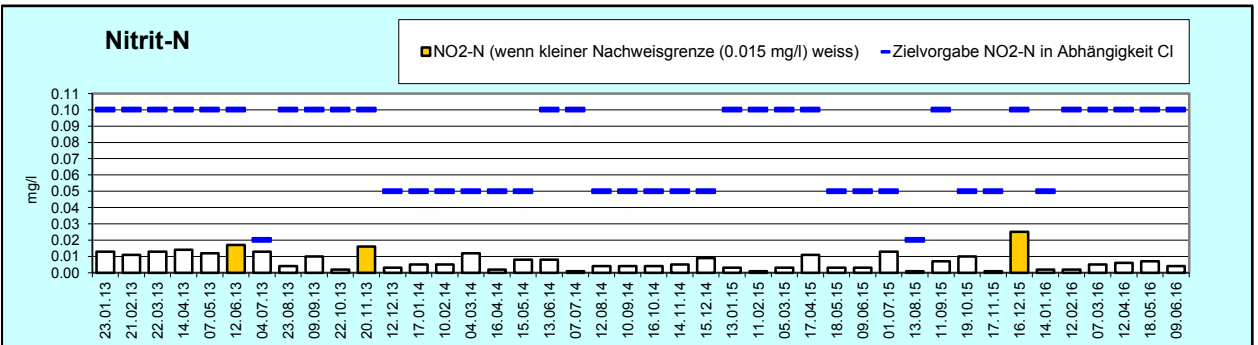
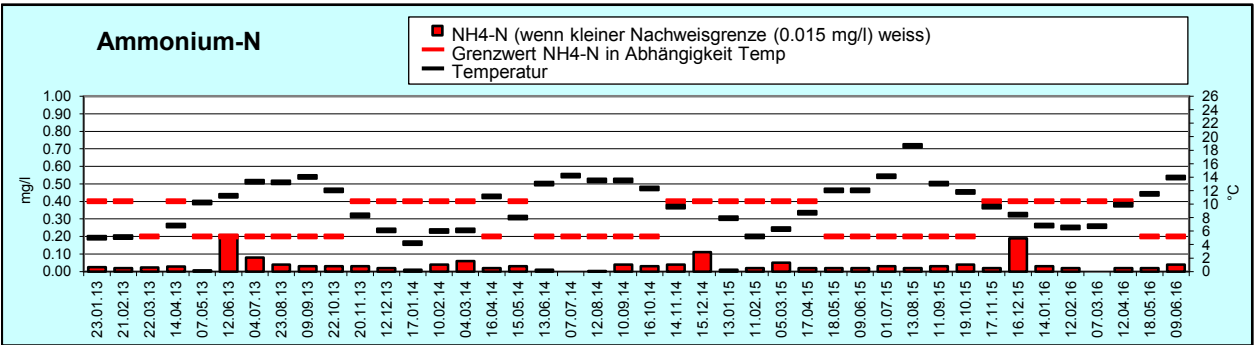
Keine Messwerte
 Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"



Chlorid

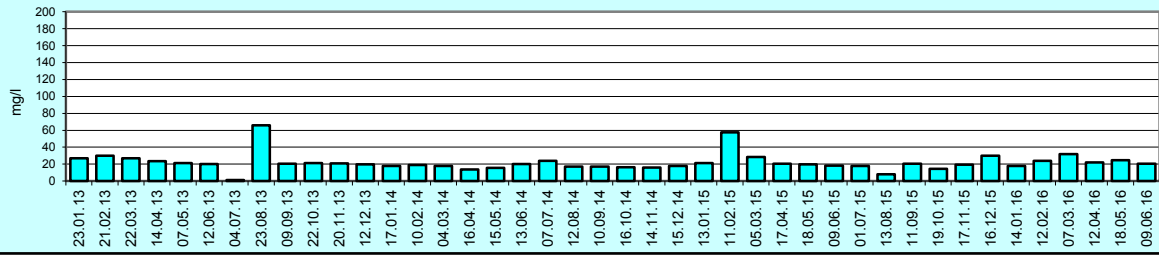
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV

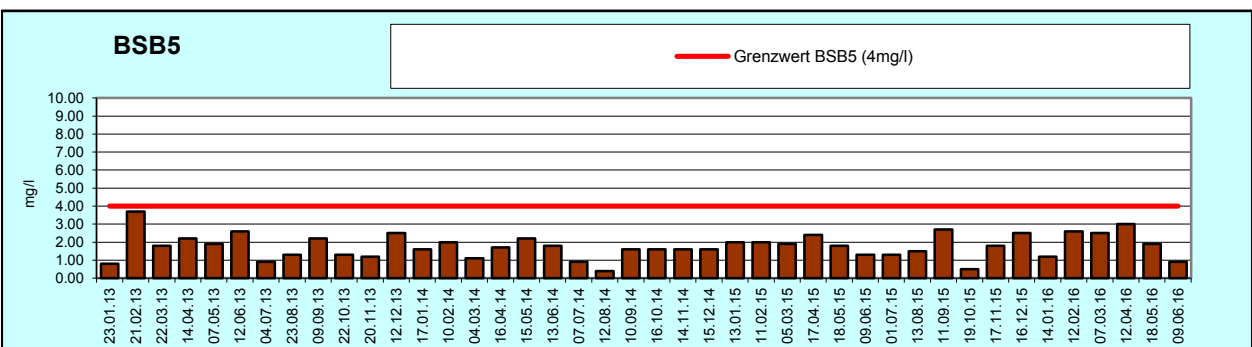
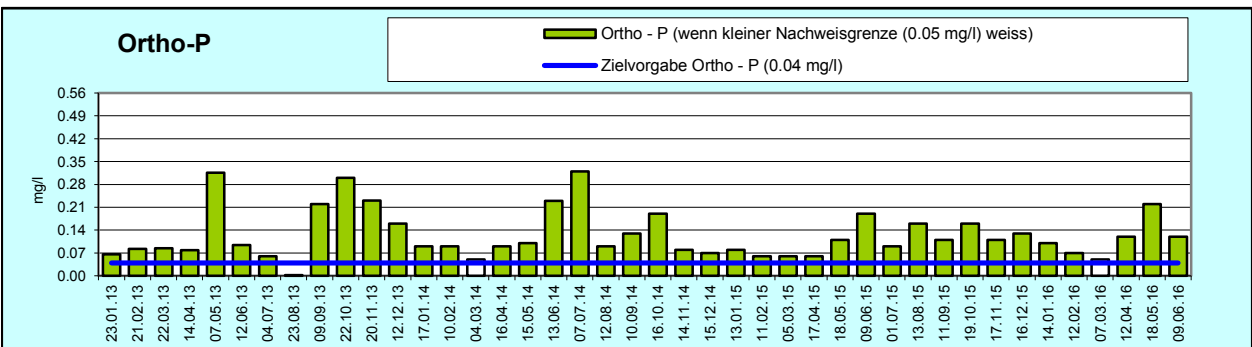
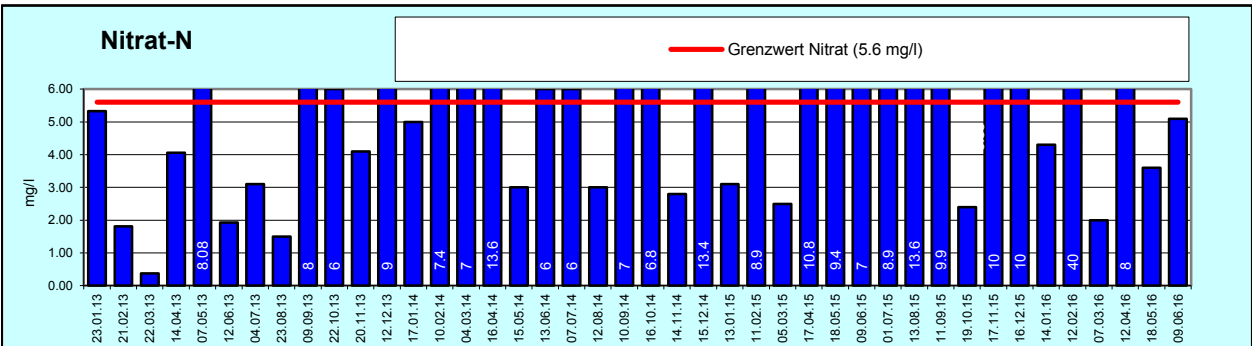
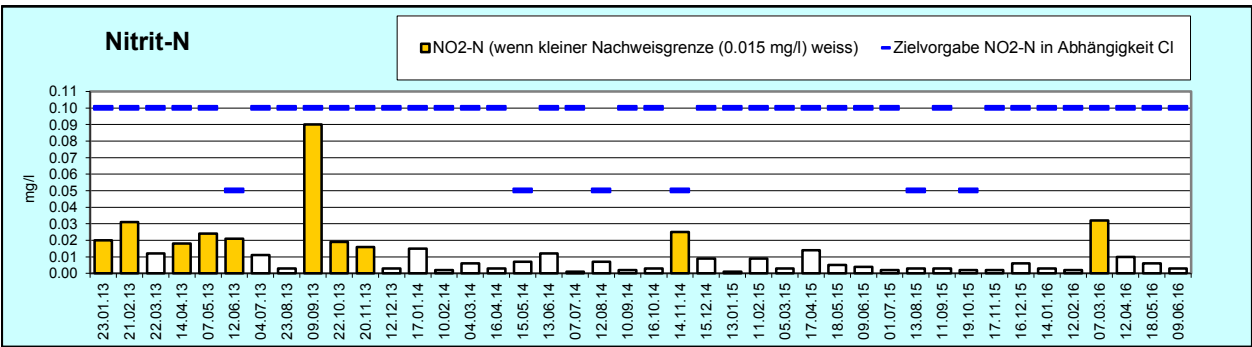
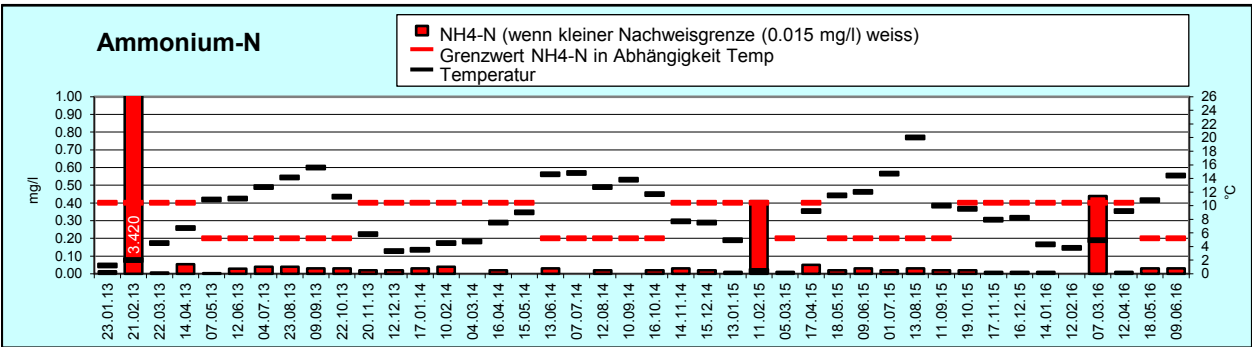




Chlorid

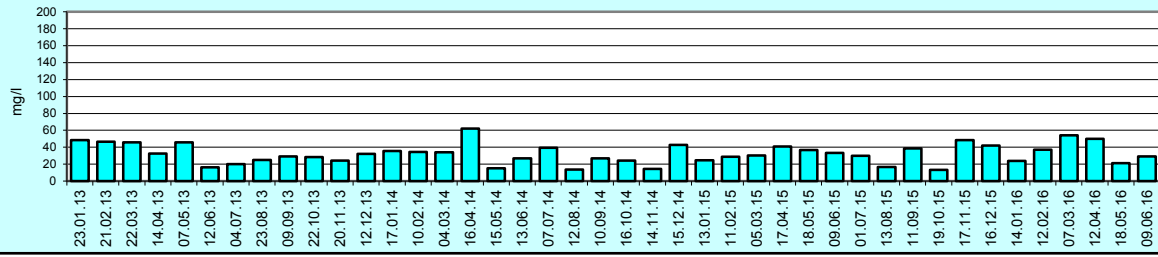
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV





Chlorid

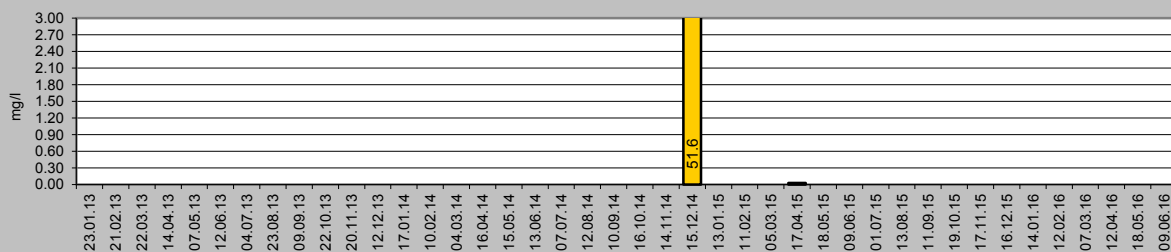
Toxische Wirkung für Pflanzen ab 200 mg/l
Keine Zielvorgabe in der GSchV



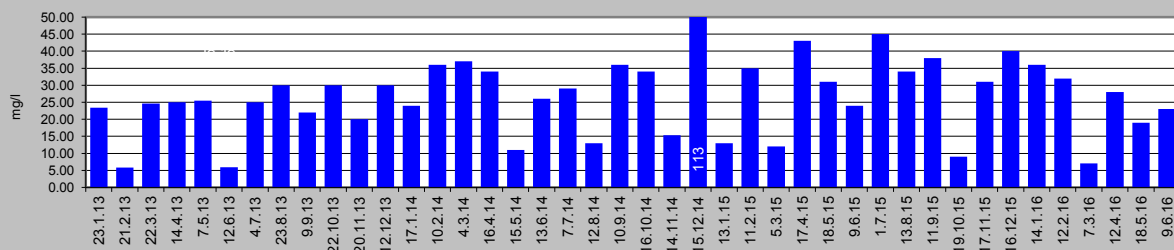
Ammonium-N

Keine Messwerte
Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

Nitrit-N



Nitrat-N



Ortho-P

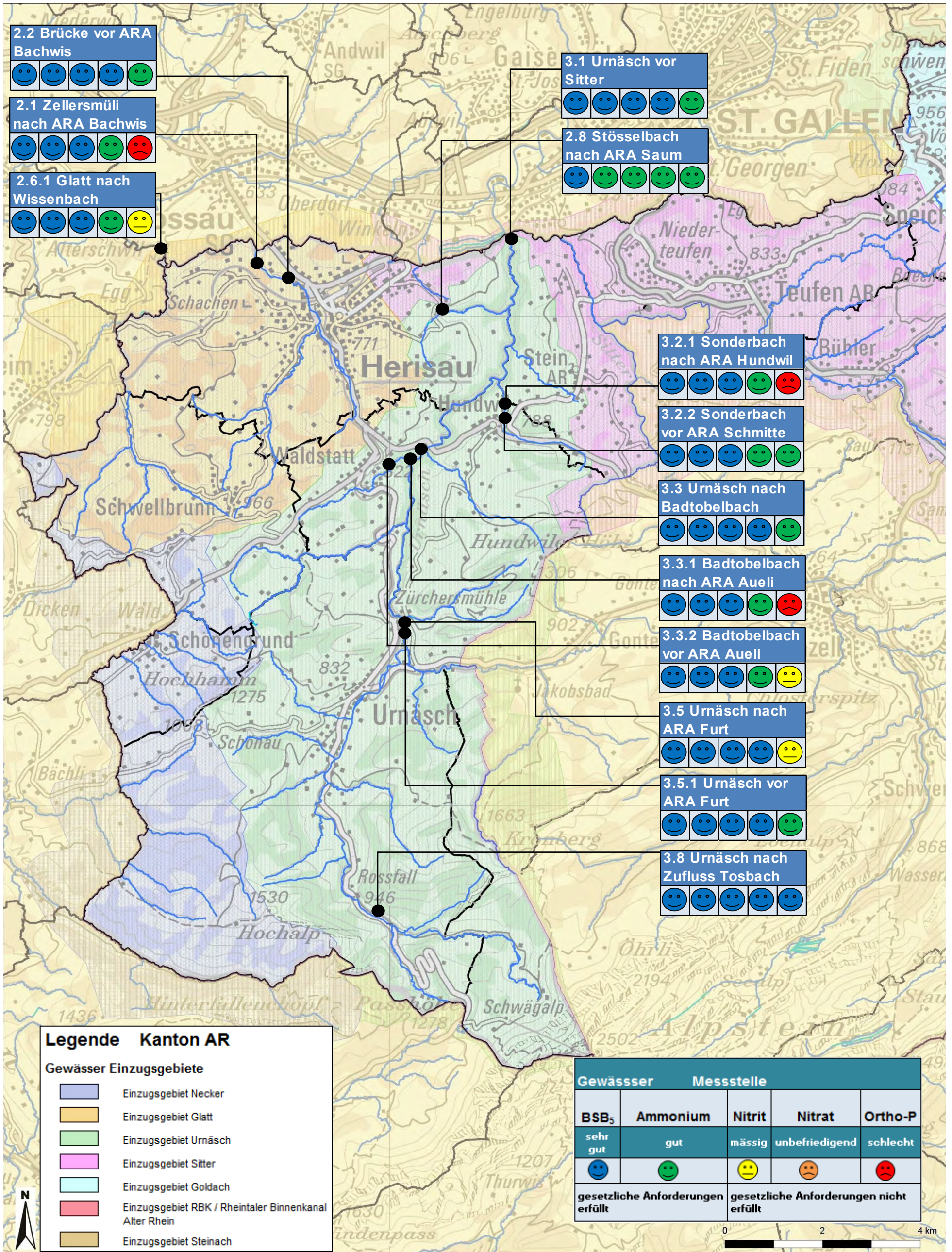
Keine Messwerte
Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

BSB5

Keine Messwerte
Siehe Unterkapitel "Datenauswertung"

Gewässer AR: Einzugsgebiete / Kt-AR

Einzugsgebiete Glatt/Urnäsch: Gewässermonitoring 2013-2016



Mittelpunkt-Koordinaten 741'745 / 243'573
 Massstab 1 : 75000

Für die Richtigkeit & Aktualität der Daten wird keine Garantie übernommen.
 Es gelten die Nutzungsbedingungen des Geoportals.
 © IGGIS 10.10.2013

Gewässer AR: Einzugsgebiete / Kt-AR

Einzugsgebiete Sitter/Goldach: Gewässermonitoring 2013-2016

