

Chemische Untersuchung der Sitter 2005 - 2008



Auswertung der Messdaten Januar 2005 bis Dezember 2008

1. Rahmenbedingungen:

1.1 Datenerhebung:

Die chemisch-physikalische Überwachung der Sitter wurde bis 1998 von den Anliegerkantonen unabhängig und in unterschiedlichem Umfang durchgeführt. Die ältesten verfügbaren Daten stammen aus den 70-er Jahren, erhoben durch das AfU TG im Unterlauf der Sitter. Systematische Erhebungen für den St. Galler Abschnitt (v.a. Einflussbereich der Kläranlagen der Stadt St. Gallen) wurden ab 1989 vorgenommen.

Seit Dezember 1998 erfolgt die Überwachung gemeinsam, koordiniert nach dem Messkonzept der Sitterkommission. Danach werden an zehn Messstationen (Messstellen 1 – 10) bei meist geringer Wasserführung zweimonatlich Proben gezogen. Die Proben werden in der Regel in Fliessrichtung erhoben, d.h. die Probenahme erfolgt von oben nach unten innerhalb von rund 3 Stunden. In früheren Jahren wurden von der ESA (Entsorgungsamt der Stadt St. Gallen) zusätzlich drei Messstellen im direkten Einflussbereich der Kläranlagen der Stadt St. Gallen untersucht. Seit der letzten Auswertung im 2004 wurden die Stellen nur noch unregelmässig beprobt und sind daher im vorliegenden Bericht nicht mehr berücksichtigt.

1.2 Messstellen (Karte siehe folgende Seite):

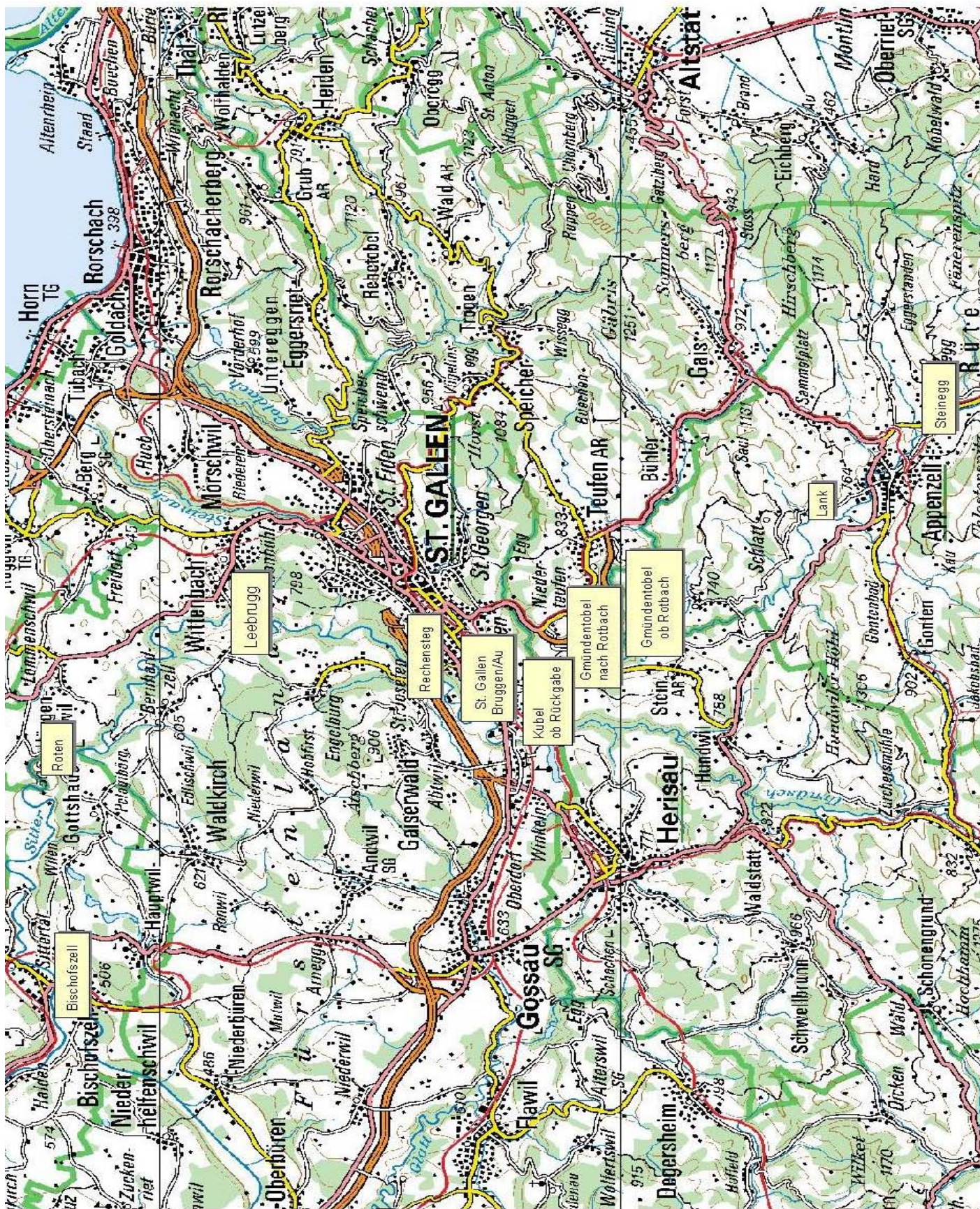
Nr.	Bezeichnung/Lage:	Koordinaten:
1	Steinegg, Sittertal	750'009 / 243'289
2	Lank	747'908 / 245'863
3	Gmündentobel, oberhalb Zufluss Rotbach	744'352 / 249'753
4	Gmündentobel, unterhalb Zufluss Rotbach	744'267 / 249'832
5	Kubel, oberhalb Rückgabe des turbinierten Wassers Gübensee	742'277 / 251'847
6	St.Gallen-Bruggen/Au, bei eidg. Pegel	742'571 / 253'235
7	Rechensteg	743'345 / 253'677
8	Leebrugg	745'483 / 258'336
9	Roten	741'725 / 262'469
10	Bischofszell	735'465 / 262'391

1.3 Auswertung und Darstellung der Messwerte:

Die Auswertung der Messwerte erfolgt anhand des Moduls „Chemie“, das im Rahmen des Modulstufenkonzepts von der EAWAG (Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz) im Auftrag des BAFU (Bundesamtes für Umwelt) zur Beurteilung von Fliessgewässern erstellt wurde.

Für die chemischen Messgrössen werden der Median, der Bereich zwischen 10%- und 90%-Wert und die Extremwerte dargestellt. Für die Beurteilung, ob die gesetzlichen Anforderungen an einzelne chemische Inhaltsstoffe im Gewässer eingehalten sind, müssen mindestens 90% der erhobenen Messwerte die Zielvorgaben einhalten.

Es ist zu beachten, dass die angegebenen statistischen Masszahlen wie Median und 90%-Wert im gewählten Probenahmekonzept mit zweimonatlichen Stichproben aufgrund der geringen Anzahl der Messwerte die Wirklichkeit nur unvollständig abbilden. So ist es beispielsweise durchaus möglich, dass höhere Konzentrationswerte auftreten können, die nicht erfasst werden. Eine diesbezügliche Verbesserung wäre nur mit einer häufigeren Probenahme resp. mit Sammelpunkten erreichbar. Dies ist aus Kapazitätsgründen sowie fehlenden finanziellen Ressourcen nicht möglich. Der 90%-Wert gilt als repräsentativer Schätzwert, wenn er aus 12 bis 23 Einzelwerten ermittelt wurde, die innerhalb von höchstens 2-3 Jahren gemessen wurden und wenn im Auswertungszeitraum kein Trend feststellbar ist.



1.4 Zielvorgaben:

Beurteilung	Orthophosphat [mg P/L]	Gesamtphosphor [mg P/L]	Nitrat [mg N/L]
sehr gut	< 0.02	< 0.035	< 1.5
gut	0.02 < 0.04	0.035 < 0.07	1.5 < 5.6
mässig	0.04 < 0.06	0.07 < 0.105	5.6 < 8.4
unbefriedigend	0.06 < 0.08	0.105 < 0.14	8.4 < 11.2
schlecht	≥ 0.08	≥ 0.08	≥ 11.2

Beurteilung	Nitrit [mg N/L] (< 10 mg Cl/L)	Nitrit [mg N/L] (10 bis 20 mg Cl/L)	Nitrit [mg N/L] (> 20 mg Cl/L)
sehr gut	< 0.01	< 0.025	< 0.05
gut	0.01 < 0.02	0.025 < 0.05	0.05 < 0.10
mässig	0.02 < 0.03	0.05 < 0.075	0.10 < 0.15
unbefriedigend	0.03 < 0.04	0.075 < 0.10	0.15 < 0.20
schlecht	≥ 0.04	≥ 0.10	≥ 0.20

Beurteilung	Ammonium [mg N/L] ($> 10^{\circ}$ C oder pH > 9)	Ammonium [mg N/L] ($< 10^{\circ}$ C)	¹⁾ gelöster organischer Kohlenstoff [mg C/L]
sehr gut	< 0.04	< 0.08	< 2.0
gut	0.04 < 0.2	0.08 < 0.4	2.0 < 4.0
mässig	0.02 < 0.3	0.4 < 0.6	4.0 < 6.0
unbefriedigend	0.3 < 0.4	0.6 < 0.8	6.0 < 8.0
schlecht	≥ 0.4	≥ 0.8	≥ 8.0

Beurteilung	²⁾ Biologischer Sauer- stoffbedarf in 5 Tagen [mg O ₂ /L]		
sehr gut	< 2.0		
gut	2.0 < 4.0		
mässig	4.0 < 6.0		
unbefriedigend	6.0 < 8.0		
schlecht	≥ 8.0		

¹⁾ Die gesetzliche Anforderung an den gelösten organischen Kohlenstoff liegt bei 1 - 4 mg C/L. Bei natürlicherweise schwach belasteten Gewässern sind die tieferen Werte festzulegen.

²⁾ Natürlicherweise wenig verschmutzte Gewässer sind strenger zu bewerten.. Die Gewässerschutzverordnung trägt dem durch einen Anforderungsbereich von 2 bis 4 mg O₂/L Rechnung.

2. Ergebnisse:

2.1 Anzahl Proben:

In den Beilagen 1 bis 7 sind die Konzentrationen wichtiger Parameter und deren Entwicklung seit 1989 dargestellt. Den einzelnen Zeitfenstern liegen folgende Anzahl Proben zugrunde:

Zeitfenster	1 / 2	3 / 4	5	6 / 7	8	9	10
1999 – 2000	10	10	10	30	10	11	29
2001 – 2002	11	11	12	15	20	12	23
2003 – 2004	12	12	18	18	23	12	17
2005 - 2006	11	10	11	13	11	11	12
2007 - 2008	12	12	13	14	14	12	24

2.2 Biologischer Sauerstoffbedarf (BSB₅):

Anforderung:

Gemäss eidg. Gewässerschutzverordnung (GSchV, SR 814.201) liegt die Anforderung an den biochemischen Sauerstoffbedarf in Fliessgewässern bei 2 bis 4 mg O₂/L, bei natürlicherweise wenig belasteten Gewässern gilt der untere Wert. Die Sitter ist natürlicherweise ein eher wenig belastetes Gewässer. Daher hat die Sitterkommission das Qualitätsziel auf 3 mg O₂/L festgelegt.

Beurteilung (vgl. Beilage 1):

Biologischer Sauerstoffbedarf										
	Stelle 1	Stelle 2	Stelle 3	Stelle 4	Stelle 5	Stelle 6	Stelle 7	Stelle 8	Stelle 9	Stelle 10
1999 - 2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2001 - 2002	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2003 - 2004	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2005 - 2006	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2007 - 2008	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ = sehr gut, ■ = gut, ■ = mässig, ■ = ungenügend, ■ = schlecht

Im Untersuchungszeitraum 2005-2006 war die BSB₅ Belastung verglichen mit den Vorjahren einiges höher. An acht Probenahmestellen zeigte der BSB₅ Gehalt eine mässige Wasserqualität. Auffällig war auch, dass die Spannweite zwischen dem 10 und 90 % Quantil deutlich grösser war. In der Periode 2007 - 2008 sank die Belastung wieder auf das „normale“ tiefere Niveau. Die Daten zeigen auch, dass die gemessenen Werte teilweise nahe an der Grenze zwischen gut resp. mässig liegen.

Im Oberlauf der Sitter ist vor allem der Einfluss der Kläranlage Bödeli, Appenzell, deutlich sichtbar. Der Zufluss des Rotbachs zeigt keinen negativen Einfluss. Eine Erhöhung des BSB₅ Gehaltes ist unterhalb des Gubsensees feststellbar. Dies ist nicht erstaunlich. Weiher und Kleinseen haben während der biologisch aktiven Zeit in den Sommermonaten natürlicherweise einen erhöhten BSB₅-Gehalt. Die Mehrbelastung der Sitter durch die ARA Au ist gering.

Im Unterlauf der Sitter sind in der Berichtsperiode keine signifikanten Veränderungen feststellbar. Dies dürfte einerseits auf die ausreichende Selbstreinigungskraft des Gewässers zurück zu führen sein. Andererseits fehlen relevante Belastungsquellen.

2.3 Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC):

Anforderung:

Die gesetzliche Anforderung an den DOC liegt bei 1 - 4 mg C/L; der tiefere Wert gilt für natürlicherweise schwach belastete Gewässer. Die Sitter ist natürlicherweise eher schwach belastet. Daher hat die Sitterkommission das Qualitätsziel auf 3 mg C/L festgelegt.

Beurteilung (vgl. Beilage 2):

Gelöster organischer Kohlenstoff										
	Stelle 1	Stelle 2	Stelle 3	Stelle 4	Stelle 5	Stelle 6	Stelle 7	Stelle 8	Stelle 9	Stelle 10
1999 - 2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2001 - 2002	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2003 - 2004	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2005 - 2006	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2007 - 2008	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ = sehr gut, ■ = gut, ■ = mässig, ■ = ungenügend, ■ = schlecht

Die 90%-Werte zeigen über die Berichtsperiode eine stabile Tendenz. Diese für die Beurteilung relevanten Werte lagen in den vergangenen 4 Jahren praktisch für den gesamten Sitterverlauf stabil bei ca. 3 mg/L, d.h. einer mässigen Belastung; die gesetzlichen Anforderungen werden nicht resp. nur teilweise eingehalten. Auffällig sind die Maximalwerte der Untersuchungsperiode 2005 - 2006. Diese zeigten entlang des gesamten Sitterlauf deutliche Ausschläge.

2.4 Ammonium-/Ammoniak-Stickstoff (NH₄⁺-N / NH₃-N):

Anforderungen:

Die gesetzliche Anforderung für Ammonium-/Ammoniak-Stickstoff liegt in Abhängigkeit der Wassertemperatur bei 0.2 mg/L (> 10°C) resp. 0.4 mg/L (< 10°C), aufgrund des mit zunehmender Temperatur höheren Anteils des fischgiftigen Ammoniaks.

Beurteilung (vgl. Beilage 3):

Ammonium										
	Stelle 1	Stelle 2	Stelle 3	Stelle 4	Stelle 5	Stelle 6	Stelle 7	Stelle 8	Stelle 9	Stelle 10
1999 - 2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2001 - 2002	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2003 - 2004	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2005 - 2006	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2007 - 2008	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ = sehr gut, ■ = gut, ■ = mässig, ■ = ungenügend, ■ = schlecht

Die Anforderungen wurden mehrheitlich im gesamten Sitterverlauf eingehalten. Im Untersuchungszeitraum 2007 - 2008 lagen alle 90%-Werte deutlich unter der Limite von 0.2 mg N/L.

Der Ausbau der Kläranlage Appenzell mit einer Nitrifikationsstufe hat die Situation an der Stelle Nr. 2 (Lank), ab Mitte 2006 massiv verbessert. Heute weist die Sitter bezüglich Ammonium eine gute Wasserqualität auf. Die in der Periode 2005 - 2006 an der Stelle 7 gemessenen leicht höheren Ammoniumkonzentrationen wurden durch die ARA Au verursacht. Vor allem in der kälteren Jahreszeit traten erhöhte Werte im Ablauf der ARA auf.

2.5 Nitrit-Stickstoff (NO₂⁻-N):

Anforderungen:

Nitrit wirkt bereits bei verhältnismässig tiefen Konzentrationen für Fische toxisch. Die Toxizität von Nitrit ist abhängig von der Chlorid-Konzentration. Die GSchV verzichtet auf eine Anforderung für Nitrit im Gewässer. Das Modul Chemie des Modulstufenkonzepts des BAFU benennt demgegenüber die folgenden Zielvorgaben für Nitrit: 0.02 mg N/L (< 10 mg/L Chlorid), 0.05 mg N/L (10 – 20 mg/L Chlorid), 0.1 mg N/L (> 20 mg/L Chlorid).

Beurteilung (vgl. Beilage 4):

Nitrit										
	Stelle 1	Stelle 2	Stelle 3	Stelle 4	Stelle 5	Stelle 6	Stelle 7	Stelle 8	Stelle 9	Stelle 10
1999 - 2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2001 - 2002	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2003 - 2004	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2005 - 2006	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2007 - 2008	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ = sehr gut, ■ = gut, ■ = mässig, ■ = ungenügend, ■ = schlecht

Bereits im letzten Bericht von 2004 wurde eine massive Verschlechterung der Situation bezüglich Nitrit unterhalb der ARA Appenzell festgestellt. Die Situation wurde zwischenzeitlich insofern besser, als dass sich die Nitritfahne nicht mehr bis nach St. Gallen ausdehnt, sondern nur noch bis zum Mündungsbereich des Rotbaches. Ursache ist die ARA Appenzell, die während zeitweiliger Teilnitrifikation hohe Nitritkonzentrationen im Ablauf aufweist. Trotz der leistungsfähigen Umwandlung des Nitrits zu Nitrat im Gewässer, zeigen die Extremwerte Effekte auf mehreren Kilometern. Hier besteht noch Handlungsbedarf, insbesondere da die Sitter in diesem Abschnitt tiefe Chloridgehalte aufweist und die Toxizität von Nitrit somit erhöht ist (höhere Chloridgehalte reduzieren die Toxizität von Nitrit deutlich).

Im Unterlauf der Sitter ist die Wasserqualität bezüglich Nitrit gut bis sehr gut. Vereinzelt wurden leicht erhöhte Werte gemessen.

2.6 Nitrat-Stickstoff (NO₃-N):

Anforderungen:

Die Anforderung der GSchV für Nitrat in Fliessgewässern, welche der Trinkwassernutzung dienen, liegt bei 5.6 mgN/L.

Beurteilung (vgl. Beilage 5):

Nitrat										
	Stelle 1	Stelle 2	Stelle 3	Stelle 4	Stelle 5	Stelle 6	Stelle 7	Stelle 8	Stelle 9	Stelle 10
1999 - 2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2001 - 2002	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2003 - 2004	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2005 - 2006	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2007 - 2008	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ = sehr gut, ■ = gut, ■ = mässig, ■ = ungenügend, ■ = schlecht

Die Anforderungen für Nitrat wurden über die Berichtsperiode entlang dem ganzen Sitterlauf eingehalten. Seit 1998 ergaben sich keine auffälligen Veränderungen der Konzentrationen. Dies zeigt, dass Belastungen (v.a. Abwasser, Landwirtschaft) der Sitter mit Stickstoff über diese Zeitspanne mehrheitlich unverändert auf einem tiefen Niveau geblieben sind.

Im Längsverlauf der Sitter fällt die Reduktion der Nitrat-Konzentrationen unterhalb der Wasserrückgabe des Kubelkraftwerks auf. Dies ist auf den Verdünnungseffekt mit Wasser aus dem Gübsensee zurückzuführen. Mit der Einleitung des gereinigten Abwassers der ARA Au steigt der Nitratgehalt wieder leicht an, bleibt aber mit 2 bis 3 mg N/L auf einem tiefen Niveau.

2.7 Ortho-Phosphat (Ortho-P):

Anforderungen:

Phosphor ist nicht toxisch – die GSchV enthält daher keine Anforderung. Phosphor ist jedoch essentieller Nährstoff für die Wasserflora; die Zufuhr aus anthropogenen Quellen (Abwasser, Landwirtschaft) ist i.d.R. bestimmend für das Ausmass des aquatischen Pflanzenwachstums. Dies ist im Einzugsgebiet von Seen wegen des vermehrten Algenwachstums von besonderer Bedeutung.

Beurteilung (vgl. Beilage 6):

Orthophosphat										
	Stelle 1	Stelle 2	Stelle 3	Stelle 4	Stelle 5	Stelle 6	Stelle 7	Stelle 8	Stelle 9	Stelle 10
1999 - 2000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2001 - 2002	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2003 - 2004	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2005 - 2006	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2007 - 2008	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ = sehr gut, ■ = gut, ■ = mässig, ■ = ungenügend, ■ = schlecht

Die Belastung der Sitter mit Phosphor hat sich im Berichtszeitraum deutlich verbessert. Die sehr hohen Gehalte im Oberlauf der Sitter stammten aus der ARA Appenzell. Die Vorgabe von 0.04 mg P/L wird dabei bis um das Doppelte überschritten. Mit dem Ausbau der ARA Appenzell im Verlauf des Jahres 2006 hat sich die Situation deutlich entschärft. Es ist noch zu prüfen, ob durch eine Anpassung der Fällmitteldosierung der Phosphoreintrag aus der ARA Appenzell noch weiter reduziert werden kann. Massnahmen an der ARA Au haben ebenfalls zu einer besseren Phosphorfällung geführt. Die Optimierung beider ARA's haben wesentlich dazu beigetragen, dass die Sitter bezüglich Phosphor ab Höhe Urnäsch eine gute Wasserqualität aufweist.

2.8 Chlorid (Cl⁻):

Anforderungen:

Erhöhte Chloridgehalte in Gewässern deuten auf Siedlungseinfluss hin (Abwasser, Winterdienst, Industrie mit Wasserenthärtung). In einer ARA wird der Chloridgehalt des Abwassers nicht verändert. Das frühere Qualitätsziel für Fliessgewässer von max. 100 mg Cl/L wurde im Zug der Revision der GSchV 1998 gestrichen. Für Grundwasser, welches als Trinkwasser genutzt wird, gilt eine Anforderung von 40 mg Cl/L. Da das Thurgrundwasser intensiv für die Trinkwassergewinnung genutzt wird, hat diese Limite auch für die Sitter Bedeutung.

Beurteilung (vgl. Beilage 7):

Im letzten Bericht von 2004, der die Untersuchungsperiode von 1989 bis 2004 auswertete, wurde eine Zunahme der Chloridgehalte registriert. Diese Tendenz hat sich im Untersuchungszeitraum 2005 - 2006 fortgesetzt. Im Unterlauf, lag der 90%-Wert bei 35 bis 40 mg/L Chlorid. Die aktuellen Untersuchungen zwischen 2007 - 2008 zeigen eine deutliche Verbesserung, die 90 % Gehalte haben sich halbiert und lagen zwischen 17 und 19 mg/L Chlorid. Ein deutlicher Anstieg der Chloridgehalte ist unterhalb der ARA Appenzell und ARA Au festzustellen, durch diese Einleiter werden die Chloridgehalte der Sitter in der Regel verdoppelt.

3. Zusammenfassung:

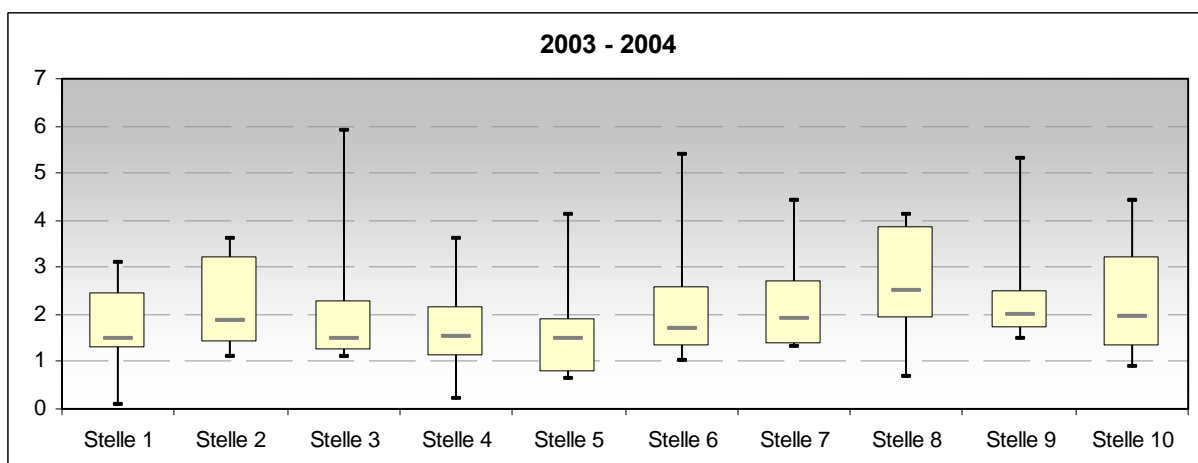
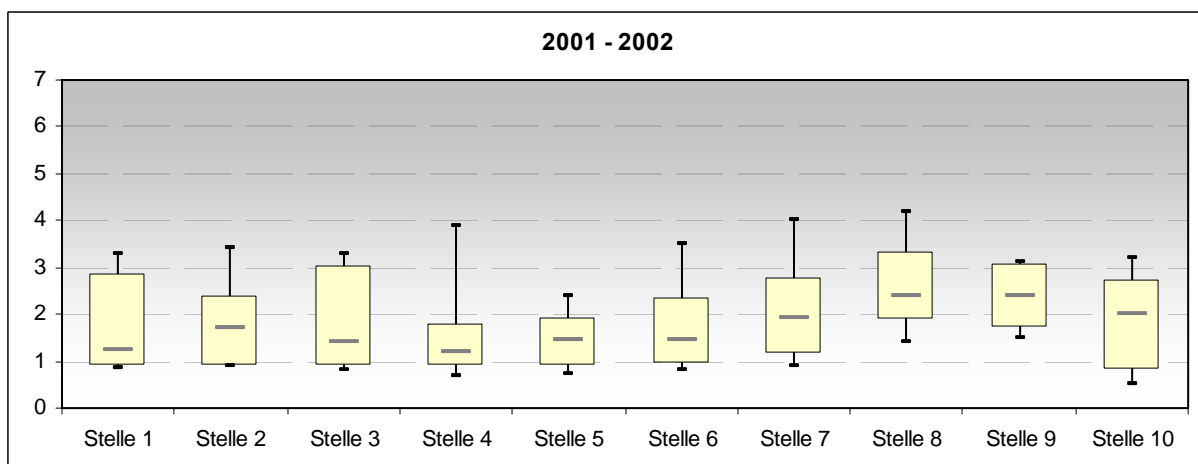
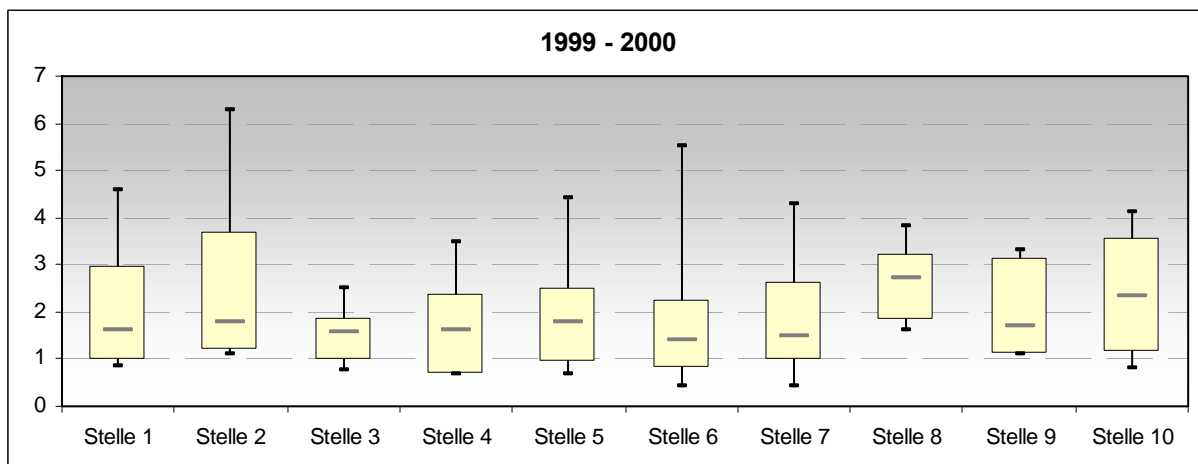
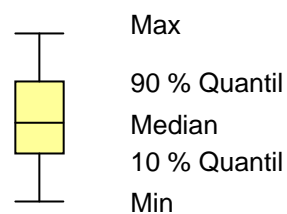
Die Auswertung der Messergebnisse der Wasserchemie der Sitter zwischen 2005 bis 2008 zeigt, dass

- die Sitter generell im gesamten Verlauf, mit Ausnahme unterhalb der ARA Bödeli, eine gute bis sehr gute Wasserqualität aufweist, wobei nach wie vor zeitweilige Überschreitungen der Qualitätsanforderungen auftreten.
- in der Sitter die Werte für die Restbelastung mit organischen Schmutzstoffen (DOC resp. BSB₅) ab Appenzell bis zur Mündung in die Thur leicht erhöht sind – ein Hinweis auf die Grundbelastung des Flusses mit gereinigtem Abwasser.
- mit der Sanierung der ARA Bödeli, Appenzell, im Jahr 2006 sich die Wasserqualität bezüglich Ammonium und Orthophosphat im Oberlauf der Sitter deutlich verbessert hat. Unbefriedigend ist die Situation bezüglich des für Fische toxischen Nitrits. Hier werden unterhalb der ARA nach wie vor hohe Konzentrationen festgestellt. Zur Zeit laufen Untersuchungen um geeignete Massnahmen treffen zu können.
- im mittleren Abschnitt der Sitter - beeinflusst durch die Entwässerung der Stadt St. Gallen - die Anforderungen an die Wasserqualität eingehalten werden konnten. Dazu beigetragen hat, dass auf der ARA Au Optimierungsmassnahmen durchgeführt wurden. Im Untersuchungszeitraum 2007 - 2008 wies die Sitter ab Zufluss der Urnäsch eine gute Wasserqualität auf.
- sich die im letzten Bericht von 2004 festgestellte Erhöhung der Chloridgehalte nicht eindeutig fortgesetzt hat. In Zeitraum 2005/06 sind die Chloridgehalte noch einmal deutlich angestiegen. Im Jahr 2007/08 hat sich der 90% Wert jedoch fast halbiert. Inwiefern es sich dabei um witterungsbedingte Schwankungen handelt oder ob ein direkter Zusammenhang mit Veränderungen im Winterdienst besteht, ist offen.
- die 90% Werte teilweise nahe an der Grenze zwischen guter resp. mässiger Wasserqualität liegen und die natürlich auftretenden klimatischen Schwankungen die Beurteilung beeinflussen.

Beilage 1

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

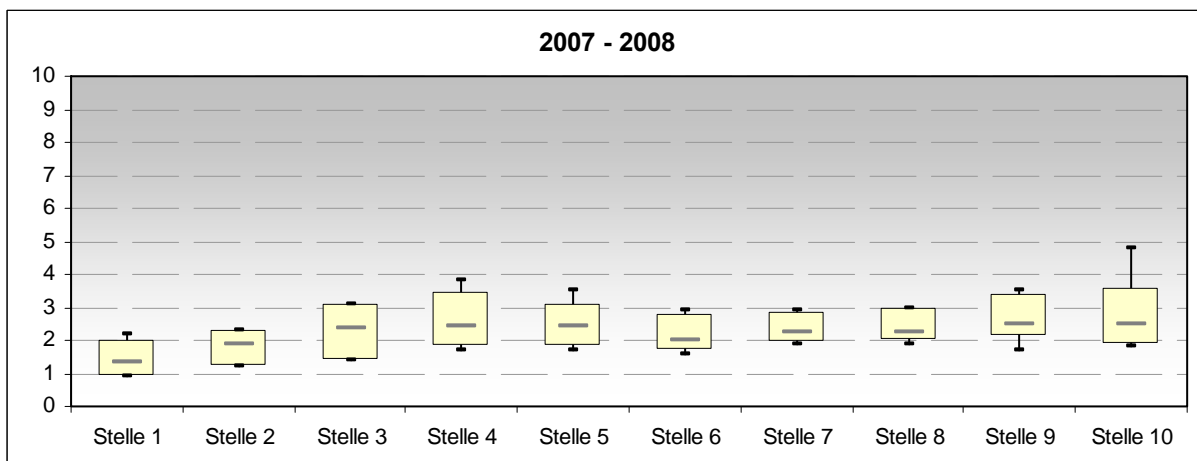
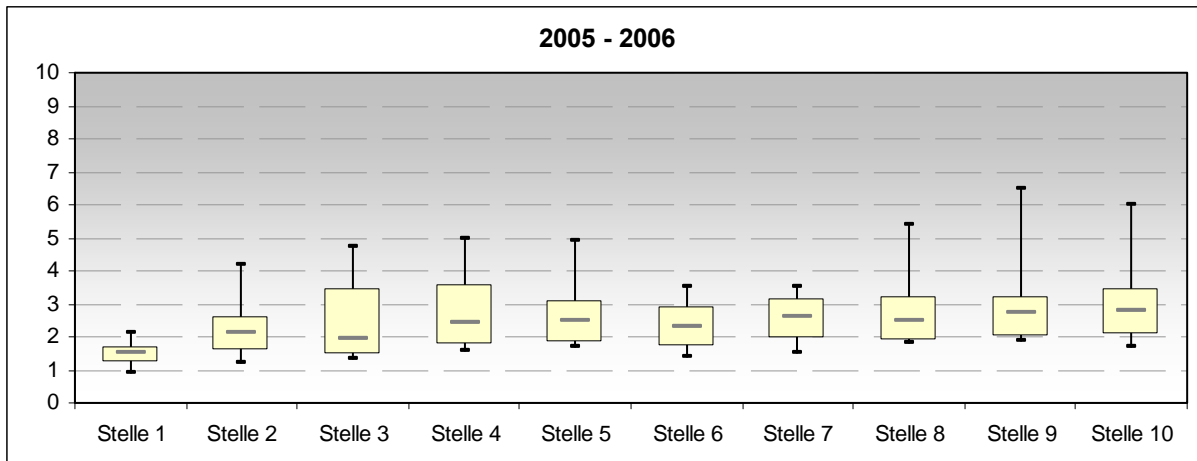
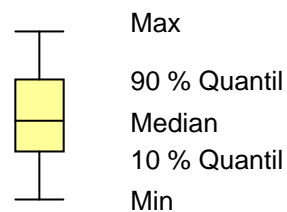
Biologischer Sauerstoffbedarf - BSB5 [mg/L O₂]



Beilage 1

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

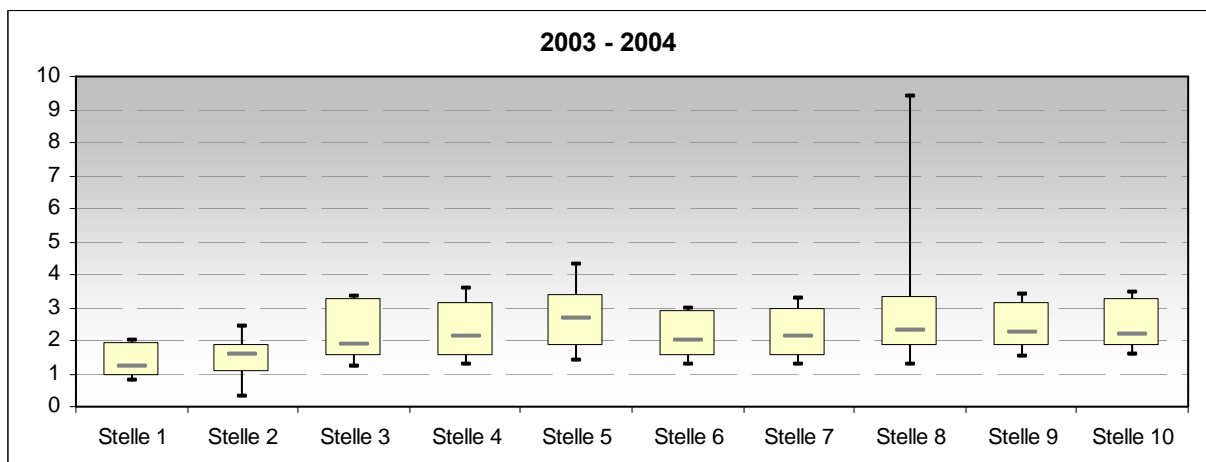
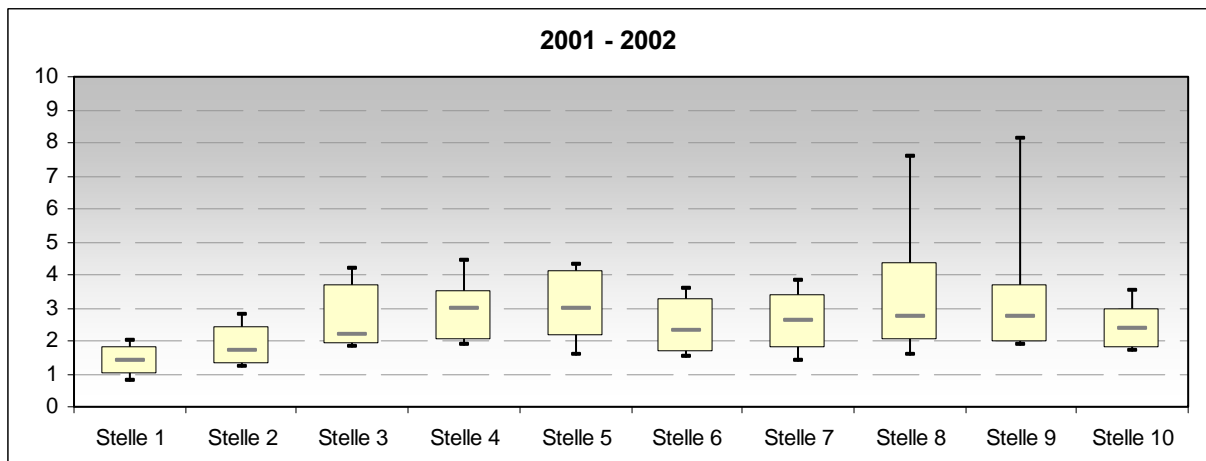
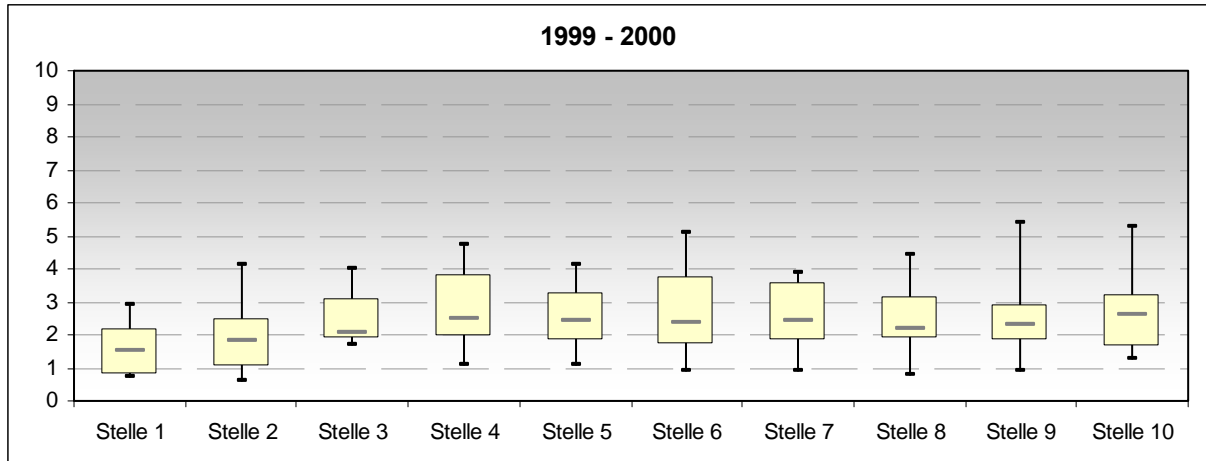
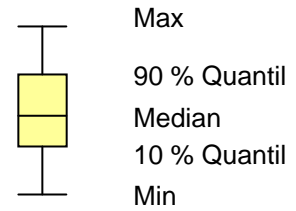
Biologischer Sauerstoffbedarf - BSB5 [mg/L O₂]



Beilage 2

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

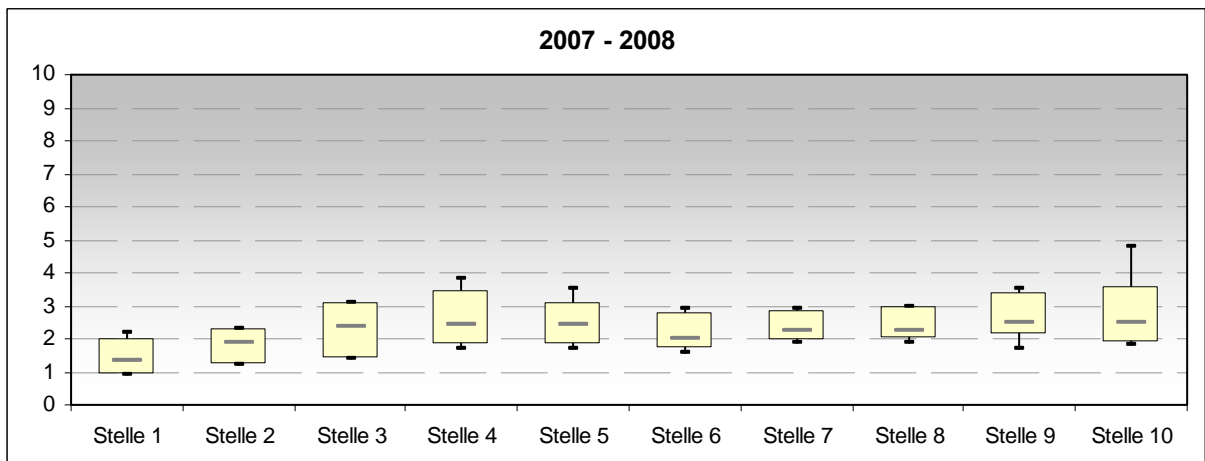
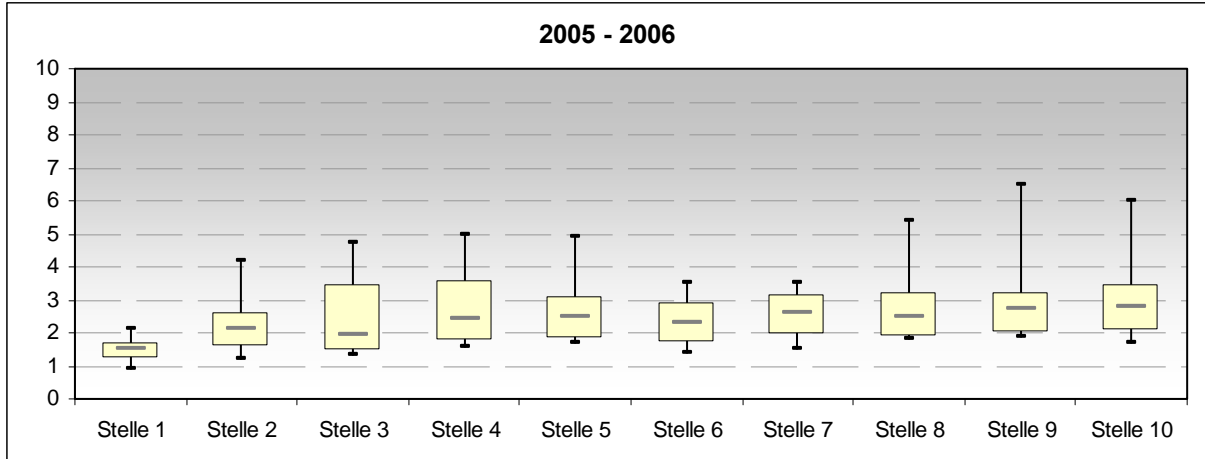
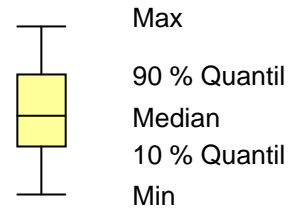
Gelöster organischer Kohlenstoff - DOC [mg/L C]



Beilage 2

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

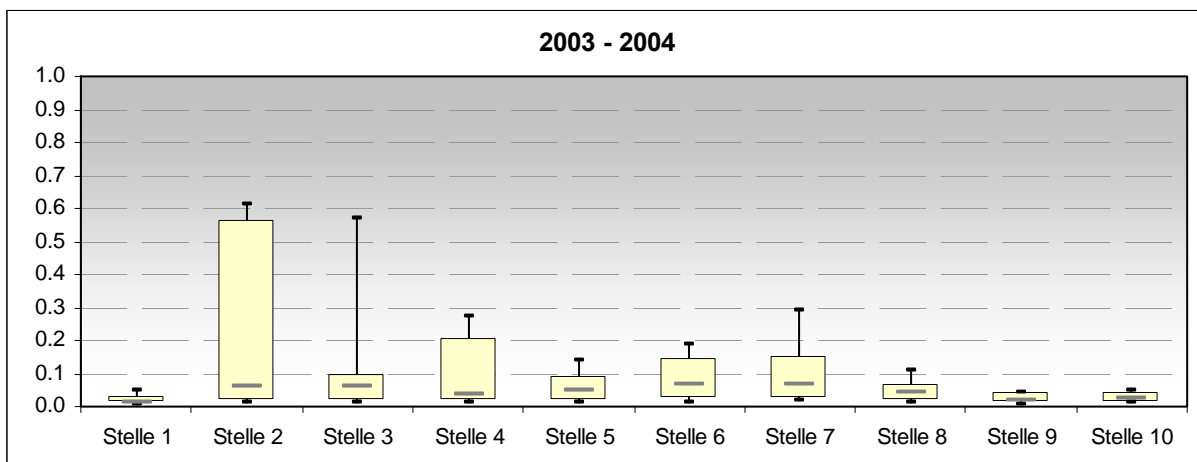
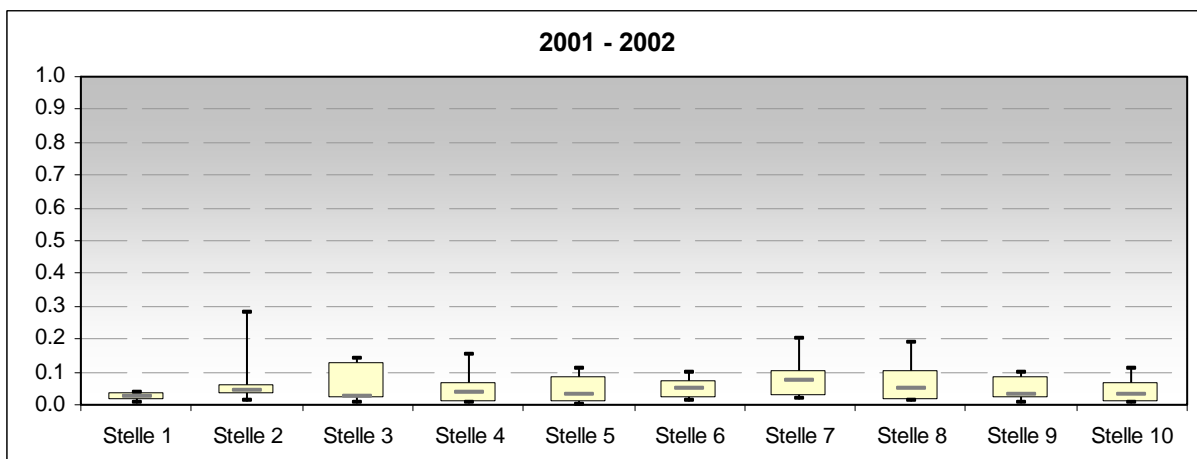
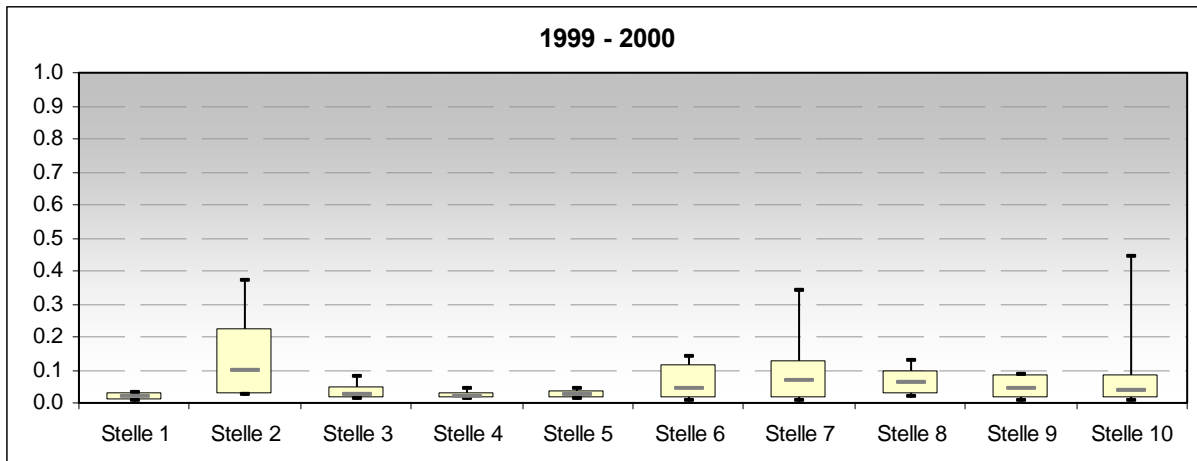
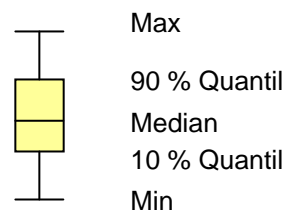
Gelöster organischer Kohlenstoff - DOC [mg/L C]



Beilage 3

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

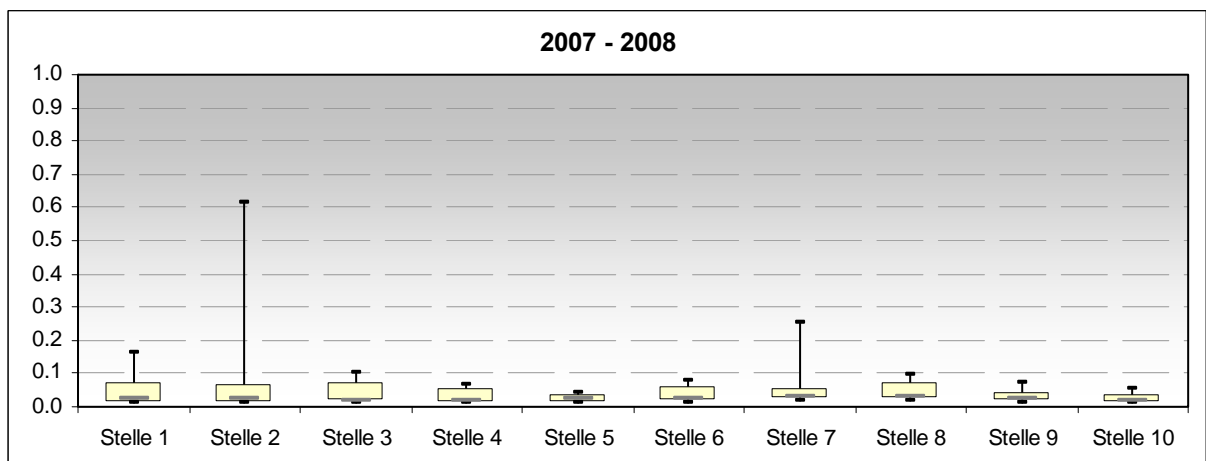
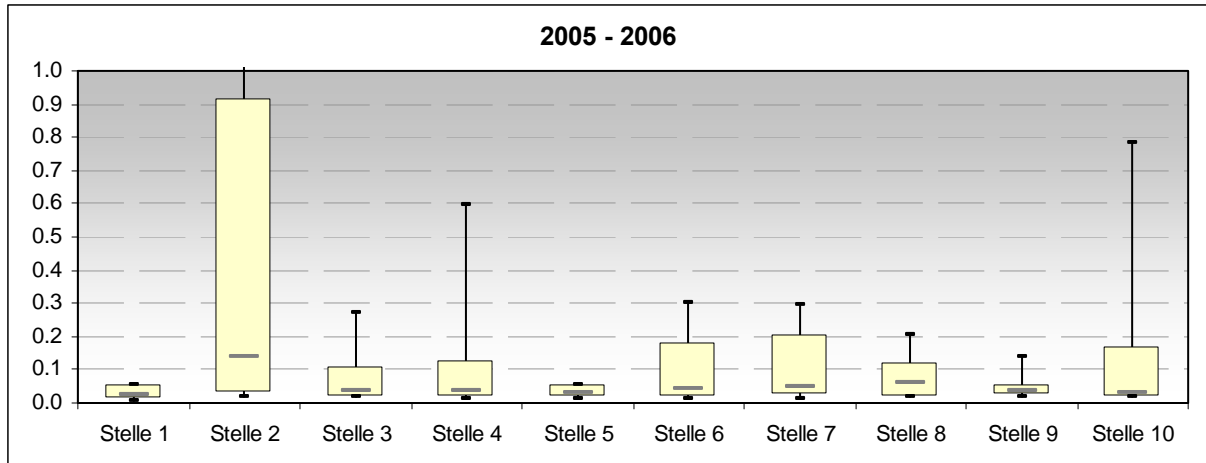
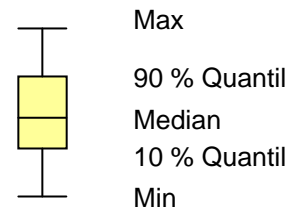
Ammonium - NH₄-N [mg/L N]



Beilage 3

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

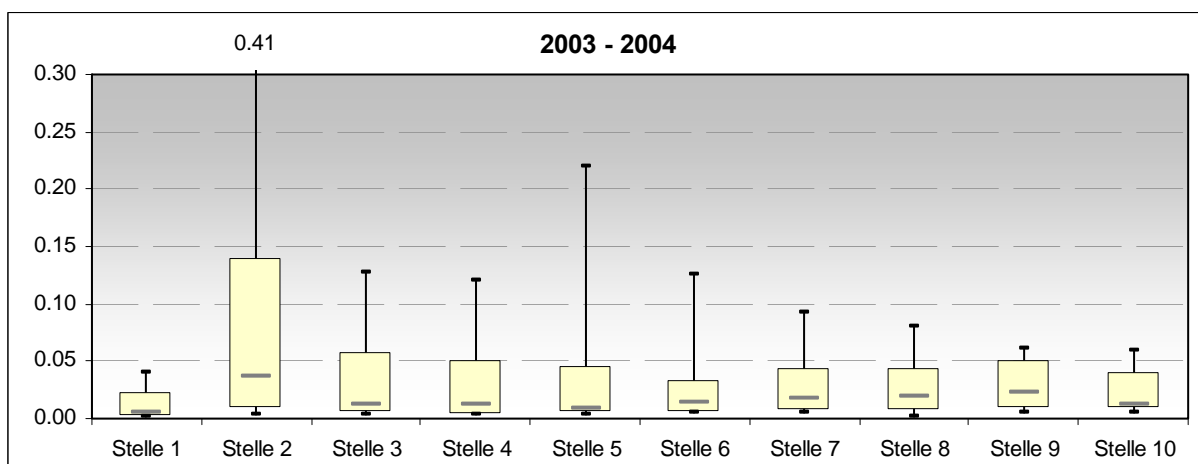
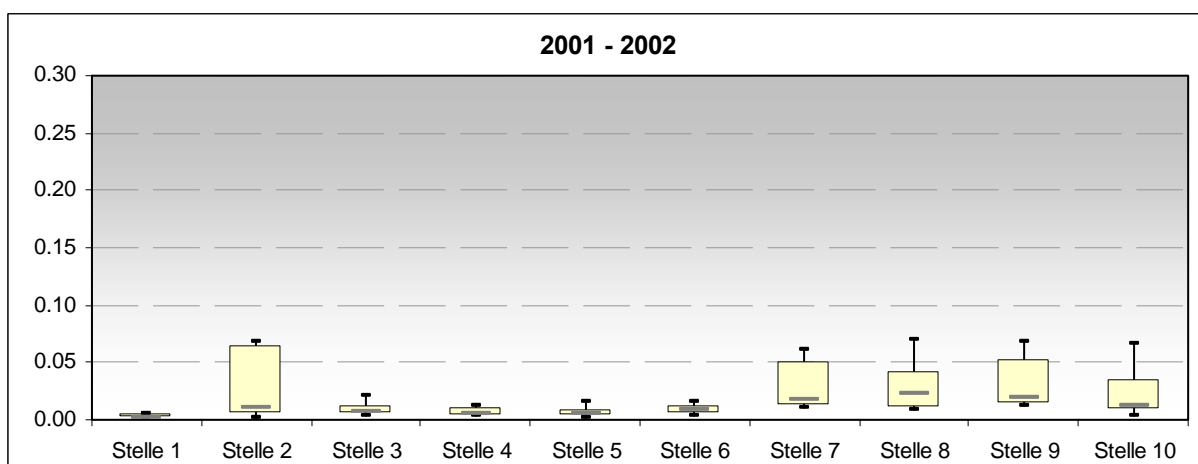
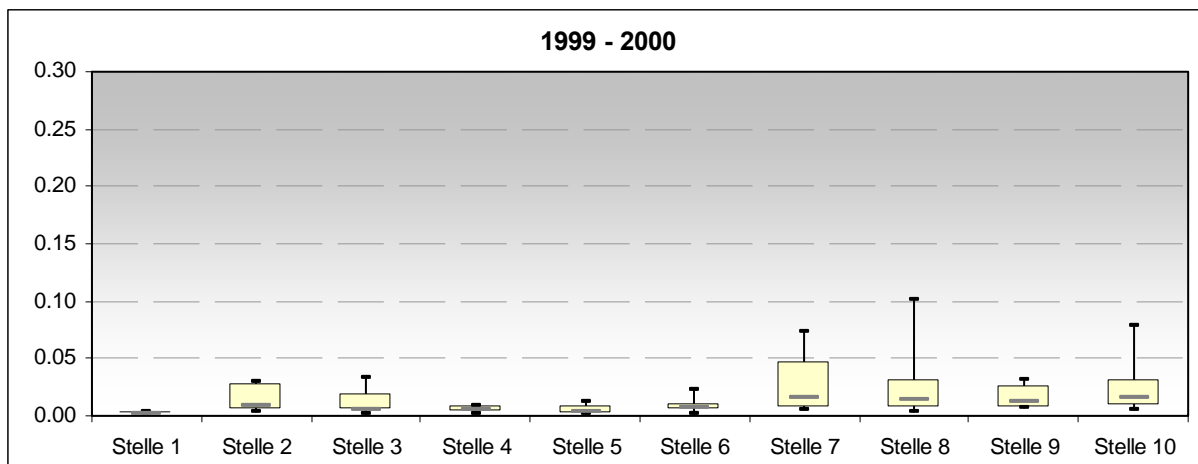
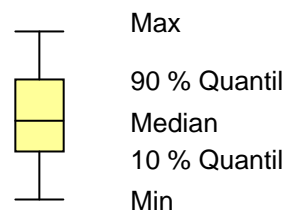
Ammonium - NH₄-N [mg/L N]



Beilage 4

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

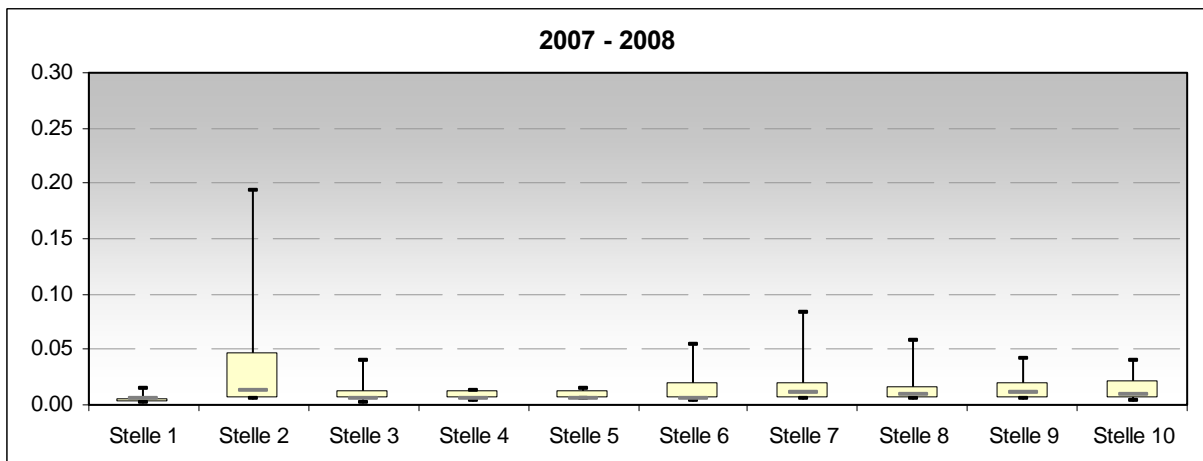
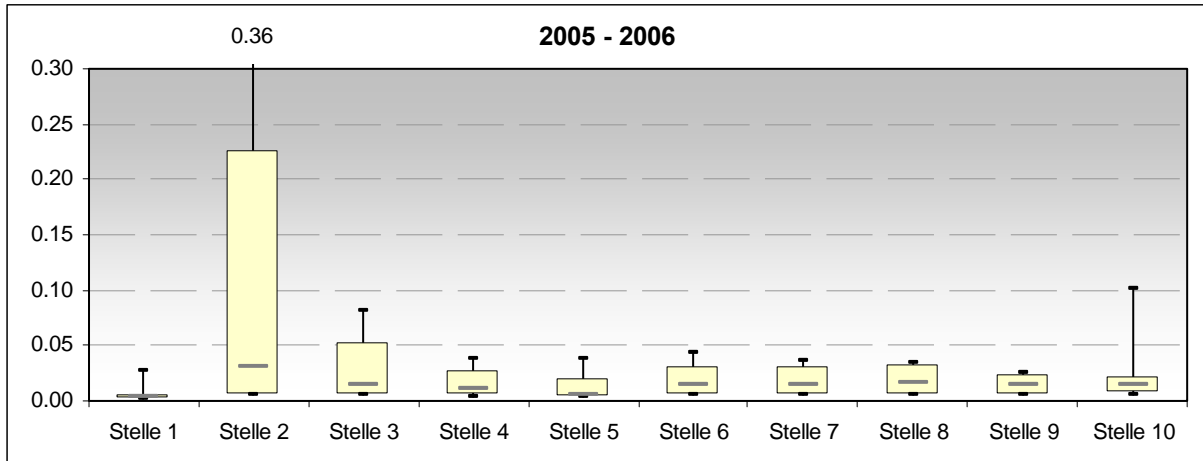
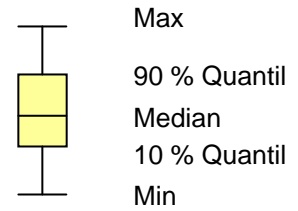
Nitrit - NO₂-N [mg/L N]



Beilage 4

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

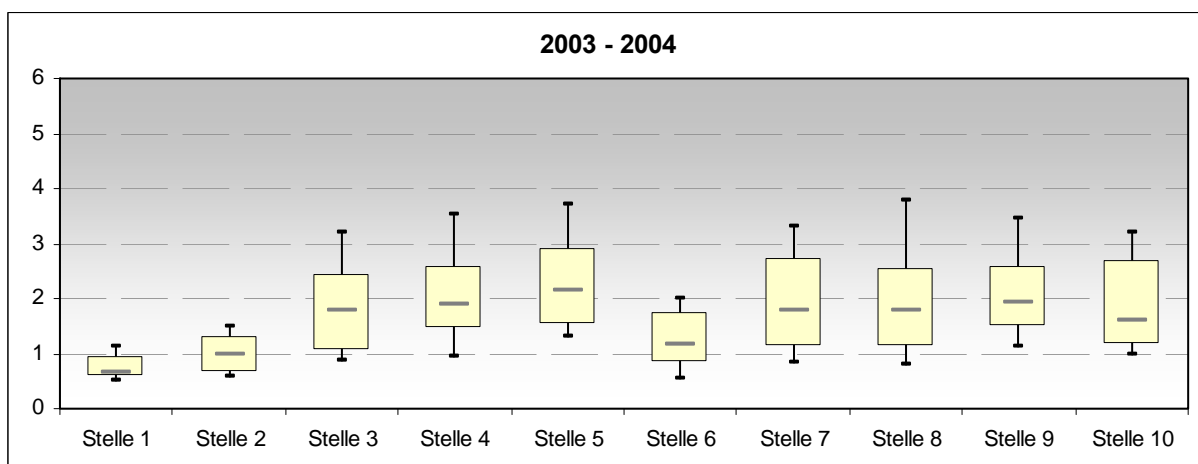
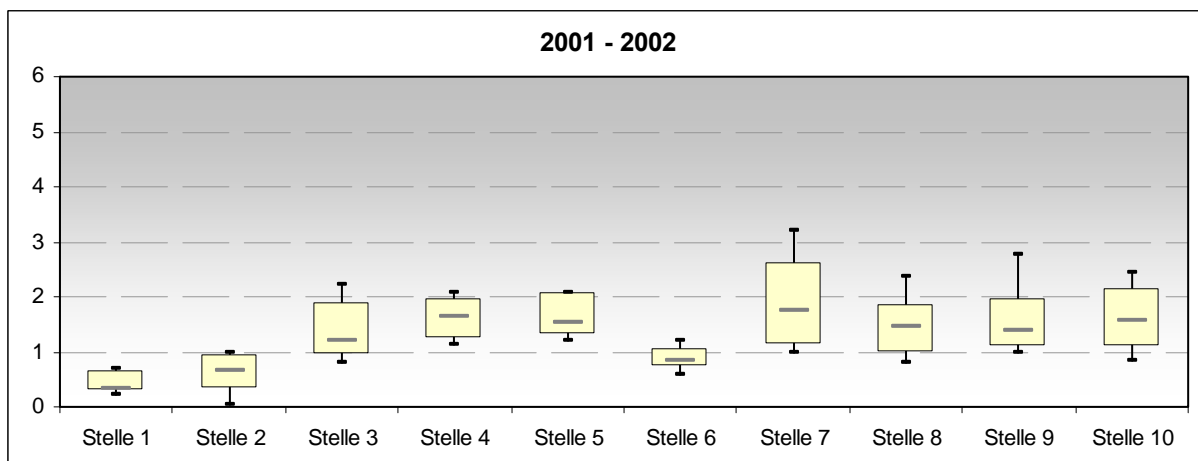
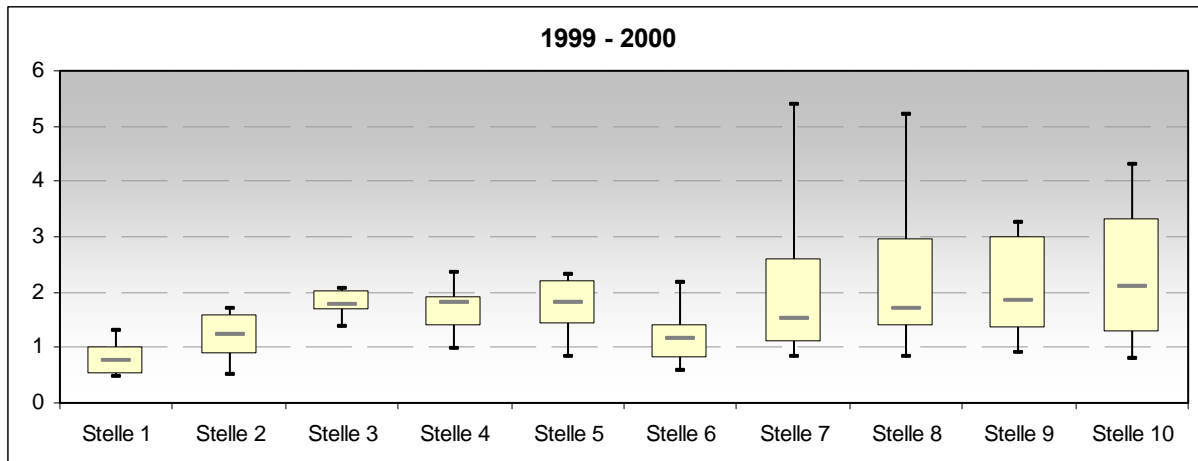
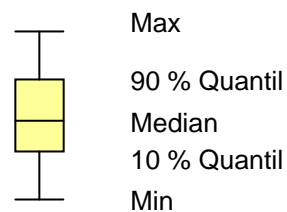
Nitrit - NO₂-N [mg/L N]



Beilage 5

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

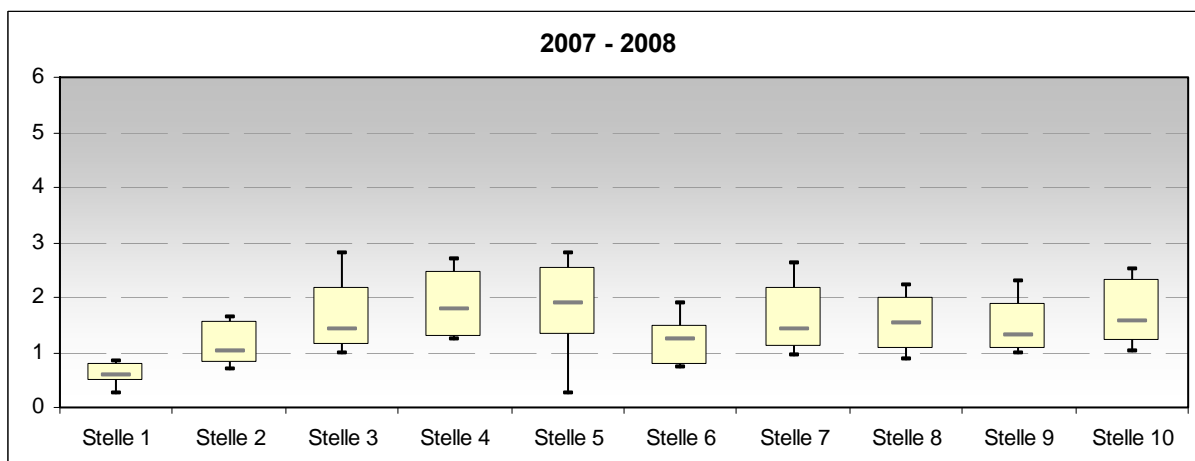
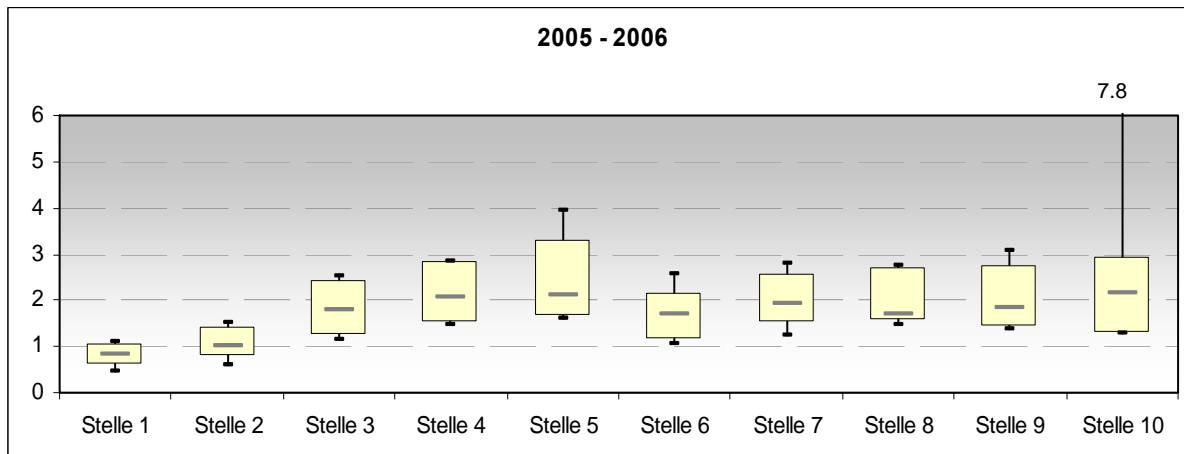
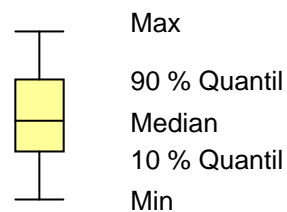
Nitrat - NO₃-N [mg/L N]



Beilage 5

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

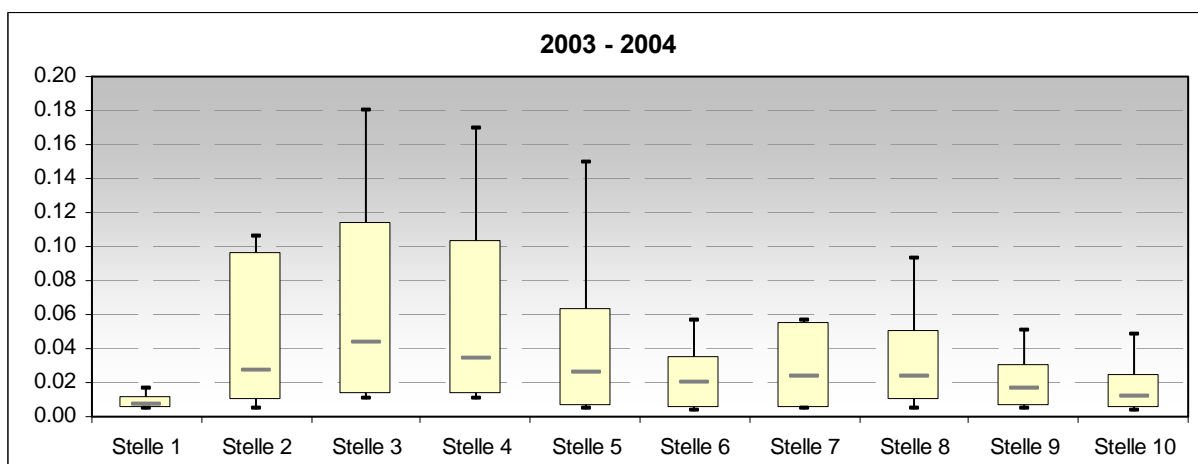
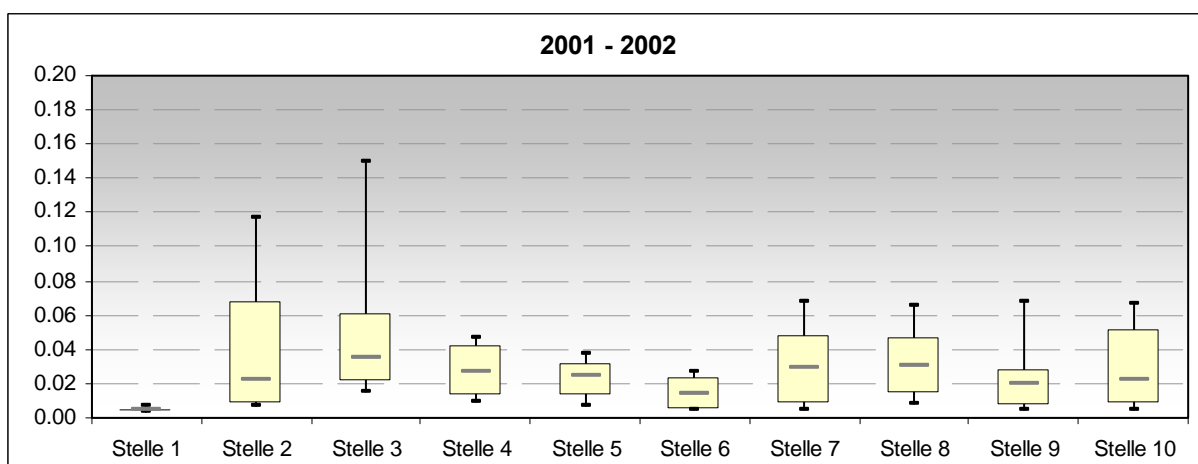
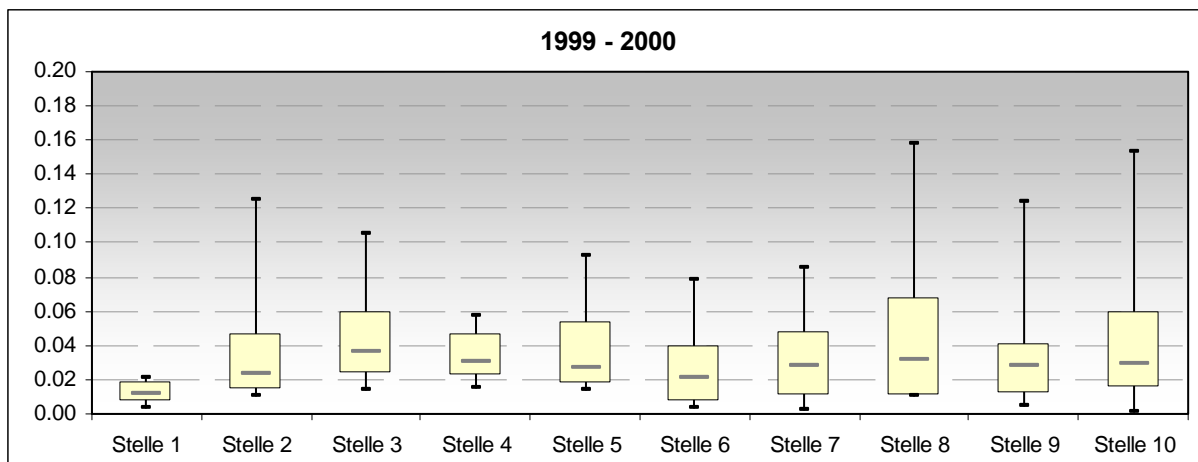
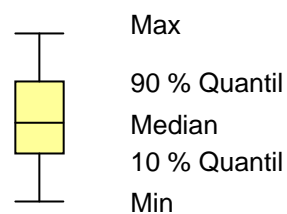
Nitrat - NO₃-N [mg/L N]



Beilage 6

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

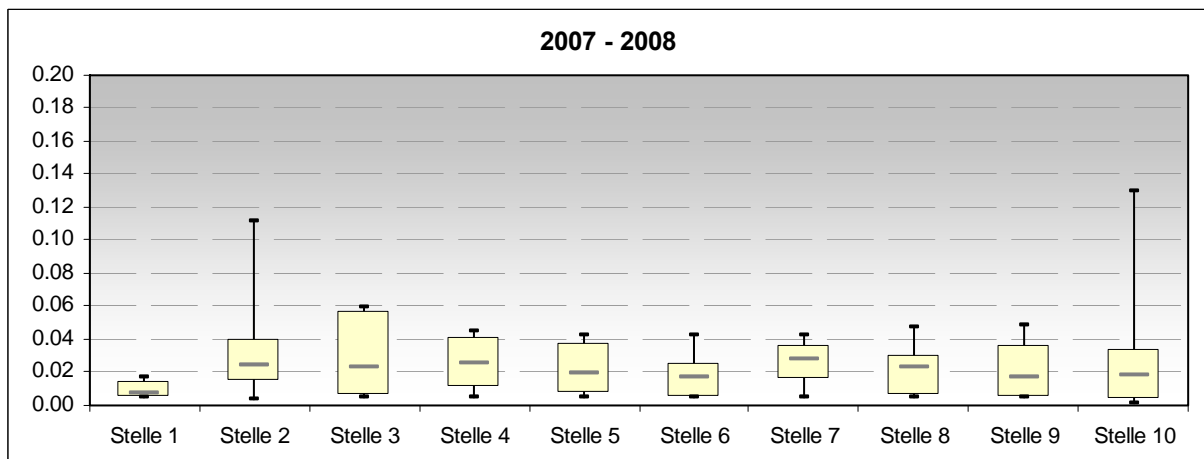
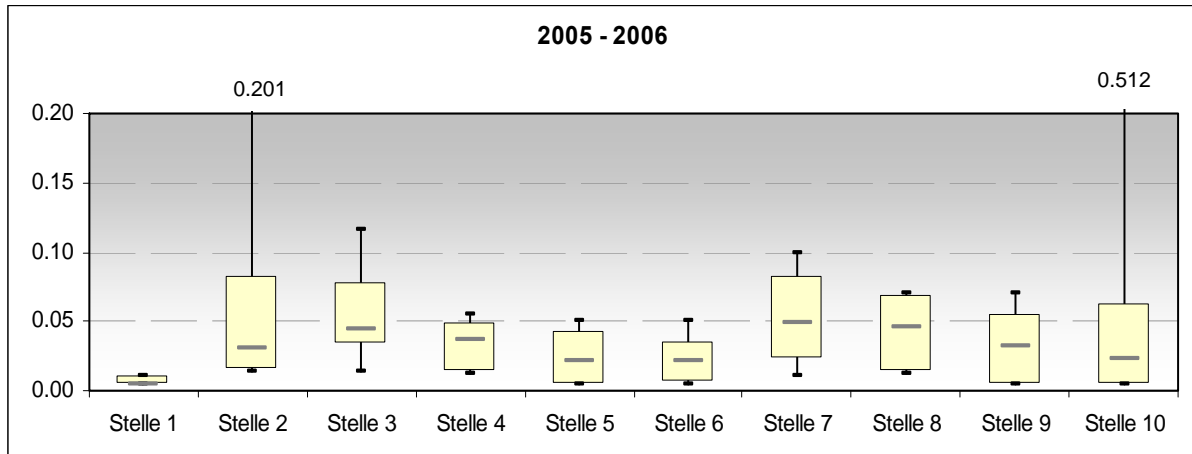
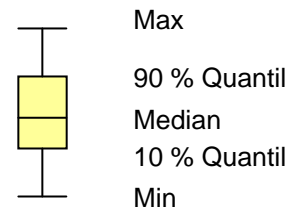
Orthophosphat - PO₄-P [mg/L P]



Beilage 6

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

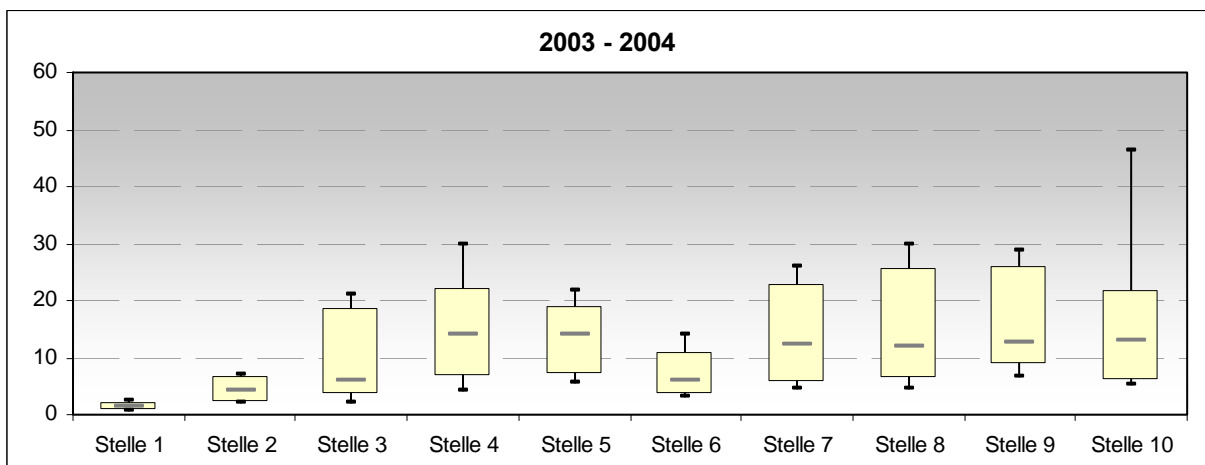
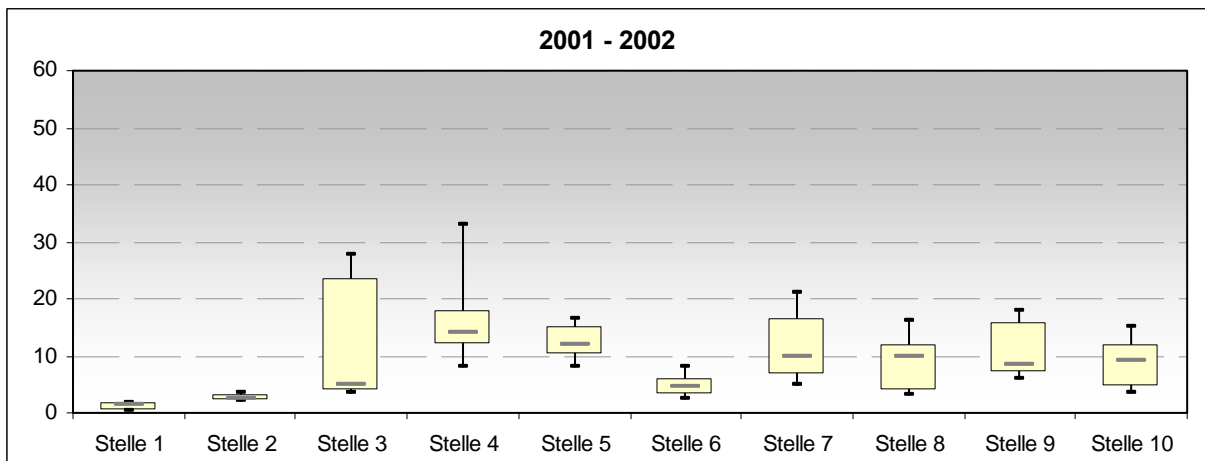
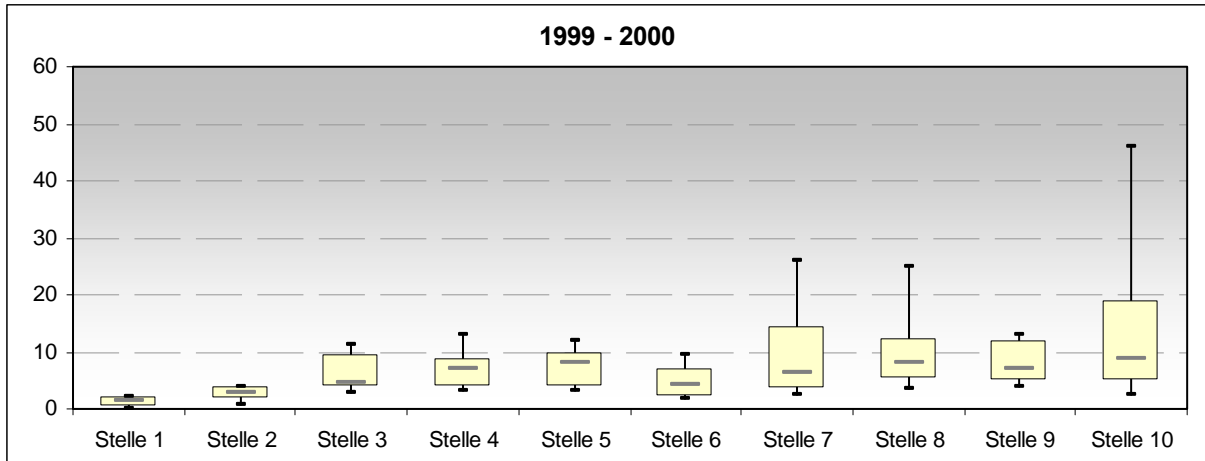
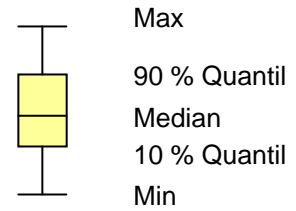
Orthophosphat - PO₄-P [mg/L P]



Beilage

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

Chlorid - Cl [mg/L]



Beilage

Auswertung der Messdaten 1998 bis 2008

Chlorid - Cl [mg/L]

