

# Monitoring Hiltruper See 2010

erstellt für



Amt für Grünflächen und Umweltschutz

Albersloherweg 33 48127 Münster

von

**Büro für Umweltgutachten**



Fuhrmannsweg 39 48369 Saerbeck

Tel.: 02574 – 88 79 59

Fax.: 02574 – 88 82 68

Mail: Boenert. AgL @ t-online.de

Bearbeiter:

Saerbeck, den 02.12.2010

Dipl.-Biologe A. Boenert



.....

## Inhalt

1	Veranlassung.....	1
2	Methodik.....	1
2.1	Probestellen und Termine.....	1
2.2	Untersuchungsparameter.....	1
2.2.1	Vor-Ort-Messungen.....	1
2.2.2	Laboranalytik Wasserproben.....	1
2.2.3	Probenahme und Untersuchung des Plankton.....	1
2.2.4	Probenahme und Untersuchung der Unterwasserpflanzen.....	2
2.2.5	Literaturstudie.....	2
2.2.6	Grundwasserdaten.....	2
3	Ergebnisse und Bewertung.....	3
3.1	Morphometrie.....	3
3.2	Klima.....	3
3.2.1	Niederschläge.....	3
3.2.2	Temperatur.....	3
3.3	Physikalische Werte und Chlorophyll-a.....	8
3.3.1	Wassertemperatur.....	8
3.3.2	Sauerstoff (Gehalt und Sättigung).....	8
3.3.3	Leitfähigkeit.....	8
3.3.4	PH-Wert.....	8
3.3.5	Chlorophyll-a-Konzentration.....	12
3.3.6	Sichttiefe.....	12
3.4	Planktonuntersuchung.....	12
3.5	Untersuchung der Unterwasserpflanzen (submerse Makrophyten).....	16
3.6	Nährstoffmessungen.....	18
3.6.1	Phosphorgehalt.....	18
3.6.2	Stickstoffgehalt.....	18
3.7	Regenwasser.....	23
3.8	Trophiestatus.....	23
4	Trophietabellen.....	24
5	Literaturliste.....	26

## Abbildungsverzeichnis

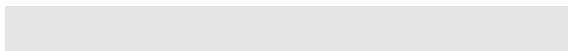
Abb.1: Veränderungen des Wasserspiegels an einer Referenzstelle 2008 bis 2010 .....	4
Abb.2: Niederschläge in Münster (Station DWD am Flughafen FMO): langjähriges Mittel (1961-90) und Untersuchungszeiträume 2008 bis 2010 .....	4
Abb.3: Niederschlagssummen (Zeitraum je 4-6 Wochen 2009/10) an verschiedenen Messstationen .....	5
Abb.4: monatliche Temperaturmittelwerte in Münster: langjähriges Mittel (1961-90) und Untersuchungszeiträume 2008 bis 2010 .....	5
Abb.5: Jahresgang der Wassertemperaturen im Nordwestteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010 .....	6
Abb.6: Jahresgang der Sauerstoffsättigung im Nordwestteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010 .....	6
Abb.7: Jahresgang der Sauerstoffsättigung im Nordostteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010 .....	7
Abb.8: Jahresgang der Sauerstoffsättigung im Südteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010 .....	7
Abb.9: Jahresgang der Leitfähigkeit im Nordostteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010.....	9
Abb.10: Jahresgang des pH-Wertes im Nordostteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010.....	9
Abb.11: pH-Werte und Chlorophyll-a-Konzentration im Hiltruper See 1977 bis 2010.....	10
Abb.12: Jahresgang des Chlorophyll-a-Gehalts im Nordwestteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010 .....	10
Abb.13: Jahresgang der Sichttiefe im Nordwestteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010.....	11
Abb.14: Jahresgang der Sichttiefe im Südteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010 .....	11
Abb.15: Schlierenbildung / Aufräumung von Blaualgen am Nordostufer am 27.07.10 .....	15
Abb.16: Makrophytenbedeckung in den Seeteilen des Hiltruper Sees 2010 (schraffierte Fläche: Ceratophyllum 2008).....	15
Abb.17: Elodea-Bestände im Südteil des Hiltruper Sees am 30.06.2010 .....	16
Abb.18: Einzelfunde des Teichfadens am 25.05.2010 .....	16
Abb.19: Jahresverlauf der Biomasseentwicklung (Abtropfgewicht in t) der Unterwasserpflanzen in den Seeteilen des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich Werte 2008 und 2009 schwach unterlegt.....	17
Abb.20: Anteile des gelösten ortho-Phosphat-P und organisch gebundenen Phosphors im Nordwestteil des Hiltruper Sees 2008 bis 2010 .....	19
Abb.21: Anteile des gelösten ortho-Phosphat-P und organisch gebundenen Phosphors im Südteil des Hiltruper Sees 2008 bis 2010 .....	19
Abb.22: Gesamt-P in der oberflächennahen Schicht und zusätzliche Freisetzung über Grund im Nordostteil des Hiltruper Sees 2008 bis 2010 .....	19
Abb.23: Jahresverlauf der P-Fraktionen (kg) im Nordwestteil des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich der Jahresverlauf 2008 und 2009 schwach unterlegt .....	20
Abb.24: Jahresverlauf der P-Fraktionen (kg) im Südteil des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich der Jahresverlauf 2008 und 2009 schwach unterlegt.....	20
Abb.25: Vergleich der Jahresentwicklung von Biomasse und P-Gehalt in den Makrophyten des Südteil des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich der Jahresverlauf 2008 und 2009 schwach unterlegt .....	21
Abb.26: Jahresverlauf der N-Fraktionen im Nordwestteil des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich der Jahresverlauf 2008 und 2009 schwach unterlegt.....	21
Abb.27: Jahresverlauf der N-Fraktionen im Südteil des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich der Jahresverlauf 2008 und 2009 schwach unterlegt.....	22
Abb.28: Jahresverlauf der P-Belastung im Regenwasser an der Sammelstation am Hiltruper See in ca. 3-5-wöchigen Messperioden .....	22
Abb.29: Regenwassersammler am Hiltruper See. ....	23

---

---

**Tabellenverzeichnis**

Tab.1: Wasservolumen und Fläche der Seeteilbereiche im Hiltruper See (gerundet) 2010 sowie 2009 und 2008	3
Tab.2: Tiefe der Seeteilbereiche im Hiltruper See.....	3
Tab.3: Übersicht der dominanten Phytoplanktonarten 2010, im Vergleich die Sommerperiode 2008 und Termine 2009; Häufigkeit in 5 Klassen von 1= einzeln bis 5 = Massenentwicklung * zzgl. viele zersetzende Organismen.....	13
Tab.4: Übersicht der dominanten Zooplanktonarten im Vergleich die Sommerperiode 2008 und Termine 2009; Häufigkeit in 5 Klassen von 1= einzeln bis 5 = Massenentwicklung.....	14
Tab.5: Abschätzung des Trophiegrades nach den im OECD-Programm untersuchten Gewässern; nach Vollenweider (1979); m = Mittelwert, SD = Standardabweichung; im Vergleich hierzu: rechte Spalte Hiltruper See 2010 (n.g. = nicht gemessen)(ü.G. = über Grund).....	24
Tab.6: Kennzeichen verschiedener Trophiegrade (nach DVWK 1988); im Vergleich unten: Hiltruper See 2010.	24



## 1 Veranlassung

Das Auftreten von Blaualgenblüten in dem im Süden der Stadt Münster gelegenen Hiltruper See (sww. „Steiner See“) wurde Ende 2007 zum Anlass genommen, ein Monitoring-Programm aufzustellen, das zur Untersuchung der Problematik von neu auftretenden Algenblüten in einem ehemals wasserpflanzendominierten Flachsee beitragen sollte.

Nach einem umfangreichen Untersuchungsprogramm 2008 wurde 2009 der Schwerpunkt auf die Literaturlauswertung und eine Überwachung an 4 Messterminen gelegt.

**2010 wurde das Monitoring wieder auf 6 Termine ausgedehnt, die Regenwassersammelstelle wurde in ca. monatlichen Abständen beprobt.**

**Eine vergleichende Auswertung der neuesten spezifischen Literatur sollte abgeschlossen werden, weiterhin sollten von dritter Stelle gelieferte Daten über Grundwasserzufluss bewertet werden.**

## 2 Methodik

### 2.1 Probestellen und Termine

Die 2008 festgelegten Probestellen wurden auch bei den Untersuchungen 2010 verwendet:

- **Nordwest:** im flacheren NW-Teil des Nordbeckens nahe der Hotelanlage
- **Nordost:** im Bereich der tiefsten Stelle des Sees im NO-Teil des Nordbeckens.
- **Süd:** in der Mitte des Südbeckens.

Die **Termine** wurden in der Vegetationsperiode im Zeitraum April-Oktober gewählt.

15.04.2010	27.07.2010
26.05.2010	24.08.2010
30.06.2010	01.10.2010

Die Beprobung der Unterwasserpflanzen wurde an den o.g. Terminen in den 2008 definierten Bereichen vorgenommen, die nochmals durch Stichproben und Schnorcheltauchen verifiziert.

- **Nordwest:** im flacheren NW-Teil des Nordbeckens zwischen der Hotelanlage und dem Bootssteg des Segelclubs.
- **Nordost:** im mittleren bis flacheren Bereich der Bucht Sees im NO-Teil des Nordbeckens.
- **Süd:** in der Mitte des Südbeckens.

### 2.2 Untersuchungsparameter

#### 2.2.1 Vor-Ort-Messungen

Probenahme und vor-Ort-Messungen wurden an den beschriebenen Punkten vom Boot aus durchgeführt.

Die relative Seetiefe (m) wurde an einem markierten Punkt am Steg aufgezeichnet.

Es wurde die Sichttiefe (m) mit einer Secchi-Scheibe bestimmt.

Mittels Elektroden wurden an den Probestellen vor Ort folgende Vertikal-Messprofile aufgenommen:

- Sauerstoff (Gehalt in mg/l)
- Sauerstoff (Sättigung in %)
- Temperatur (°C)
- PH-Wert
- Elektr. Leitfähigkeit (µS/cm)

Mittels Pumpe wurden Wasserproben entnommen und im Labor analysiert.

Der Regenwassersammler wurde monatlich beprobt, die Wassermenge festgestellt und die Proben im Labor analysiert.

#### 2.2.2 Laboranalytik Wasserproben

Aus ca. 1m Tiefe wurde an allen Probestellen Wasserproben entnommen, an der Probestelle Nordost zusätzlich eine Probe aus der Schicht über Grund in 4m Tiefe.

In allen Wasserproben aus 1m Tiefe wurde der Gehalt an Chlorophyll-a (µg/l) bestimmt.

In allen Wasserproben des See und den Regenwasserproben wurden folgende Parameter analysiert:

- Gesamt-N (mg/l)
- Nitrat-N (mg/l)
- Ammonium-N (mg/l)
- Gesamt-P (mg/l)
- Ortho-Phosphat-P (mg/l)

#### 2.2.3 Probenahme und Untersuchung des Plankton

An allen Terminen wurde für mit Planktonnetzen der Maschenweite 55µm und 150µm jeweils ein Vertikalzug an den Probestellen der drei See-teile durchgeführt, bei der Beprobung vom Boot über eine definierte Wassersäule von 2m, bei der Beprobung vom Ufer vom Grund zur Oberfläche.

Die Bestimmung der dominanten Planktonarten und Abschätzung in Häufigkeitsklassen erfolgte in allen Proben.

## 2.2.4 Probenahme und Untersuchung der Unterwasserpflanzen

In den mittels Schnorcheltauchen evaluierten Bereichen wurden jeweils mehrere „Züge“ der Unterwasserpflanzen mit einem Pflanzenrechen über eine mittels GPS bestimmte Strecke gemittelt. Die entnommene Biomasse wurde in einen Flächenbezug zu der in Rechenbreite beprobten Strecke gesetzt.

In allen Proben wurde die Zusammensetzung der Pflanzenarten abgeschätzt. Das Abtropfgewicht der Proben wurde bestimmt, in Teilproben wurden die Trockenmasse und die Gehalte an Gesamt-P und Gesamt-N analysiert.

Seeteil	Nordwest	Nordost	Süd
tiefste Stelle (m) 2008	4,5	3,5	2,5
tiefste Stelle (m) 2009	4	3	2
<b>tiefste Stelle (m) 2010</b>	<b>4,2</b>	<b>3,2</b>	<b>2,2</b>
Durchschnittstiefe (m) 2008	2,6	2,9	1,6
Durchschnittstiefe (m) 2009	2,1	2,4	1,4
<b>Durchschnittstiefe (m) 2010</b>	<b>2,3</b>	<b>2,6</b>	<b>1,5</b>

## 2.2.5 Literaturstudie

Zu der Dynamik von Wasserpflanzenbesiedlung und Algenproduktion an Flachseen wurden aktuelle Veröffentlichungen recherchiert und ausgewertet.

## 2.2.6 Grundwasserdaten

Von dritter Stelle erhobene Daten zum Grundwasserzufluss und Nährstoffgehalten im Grundwasser wurden gesichtet und ausgewertet.

## 3 Ergebnisse und Bewertung

### 3.1 Morphometrie

Die Aufteilung des Sees in das Südbecken und die zwei Kompartimente des Nordbeckens wurde auf der Grundlage der Untersuchung 2008 beibehalten.

Die Wasserstände 2010 lagen nach dem trockenen Jahr 2009 wieder höher, jedoch deutlich unter denen des Jahres 2008 (Abb.1), entsprechend veränderte sich das Seevolumen. Wie zuvor wurde die Änderung der Seefläche als vernachlässigbar angesehen.

**Tab.1: Wasservolumen und Fläche der Seeteilbereiche im Hiltruper See (gerundet) 2010 sowie 2009 und 2008**

Seeteil	Vol. (m <sup>3</sup> ) 2008	Vol. (m <sup>3</sup> ) 2009	Vol. (m <sup>3</sup> ) 2010	Fläche (m <sup>2</sup> )
Nordwest	83.400	67.400	<b>72.700</b>	31.600
Nordost	148.400	122.600	<b>134.000</b>	51.550
Süd	130.600	96.100	<b>103.000</b>	69.000

**Tab.2: Tiefe der Seeteilbereiche im Hiltruper See**

### 3.2 Klima

Als Quelle für die Einordnung in die langjährige Klimaentwicklung dienen Klimadaten des Deutschen Wetterdienste vom ca. 27km nördlich gelegenen Flughafen Münster-Osnabrück.

#### 3.2.1 Niederschläge

Um die Klimadaten lokal genauer zuzuordnen zu können, wurden die gewonnenen Daten der 2009 im direkten Umfeld des Hiltruper Sees aufgestellten Messstelle hiermit verglichen. Weiterhin wurden die Daten zweier Messstationen der LANUV NRW im Norden von Münster (ca.13km) an der Hauptkläranlage (HKA) und ca.18km westlich von Münster in Schapdetten zum Vergleich herangezogen.

Im Gegensatz zu den Jahren 2008 und 2009, die mit 860mm und 673mm jeweils deutlich über und unter dem langjährigen Mittel (1961-90) in Münster (757mm) lagen, war der Jahreswert 2010 mit 751mm fast genau im mittleren Bereich. **Allerdings waren mit den trockenen Perioden im Januar bzw. April bis Juni sowie dem August mit einem Niederschlagsmaximum extremere Wetterverhältnisse zu**

**verzeichnen (Abb.2). Der Augustwert von 267mm (35% des Jahresniederschlags), wurde wiederum durch einen Tageswert vom 26.08. von 140mm (!) mitbestimmt. Ohne die Regenfälle im August wäre 2010 noch trockener ausgefallen, als das Jahr 2009.**

Die Niederschlagssummen der Station am Hiltruper See 2009/10 lagen klar unter den Werten der Station des DWD am FMO und der Station der LANUV NRW an der HKA in Münster. Im ähnlichen Bereich lagen die Werte der Station der LANUV NRW in Schapdetten westlich von Münster (Abb.3).

Im langjährigen Mittel fielen im Umfeld von Münster keine deutlich niedrigeren Werte auf, die Werte bei Coesfeld und Billerbeck waren sogar erkennbar höher.

#### 3.2.2 Temperatur

2010 lag der Jahresdurchschnitt der Temperatur im Gegensatz zu den höheren Werten der beiden Vorjahre genau im langjährigen Mittel (1961-90; *Quelle: Deutscher Wetterdienst*).

Deutlich kälter waren 2010 im Schnitt die Wintermonate Januar und Februar, die Erwärmung im Frühjahr, die 2009 im April zu wesentlich höheren Temperaturen geführt hatte, setzte in diesem Jahr erst deutlich später ein, so dass 2010 im Mai noch ein Temperaturdefizit entstand. Erst der Juli fiel im Schnitt heißer aus, als das langjährige Mittel, danach lagen die Monate im ähnlichen Bereich (Abb.4).

Die Wassertemperatur folgte im Wesentlichen den Ganglinien der Luftwerte.

**Dem längeren, strengen Winter war erst spät ein kurzer, heißer Sommer gefolgt, der schon im August mit ungewöhnlich starken Niederschlägen beendet war.**

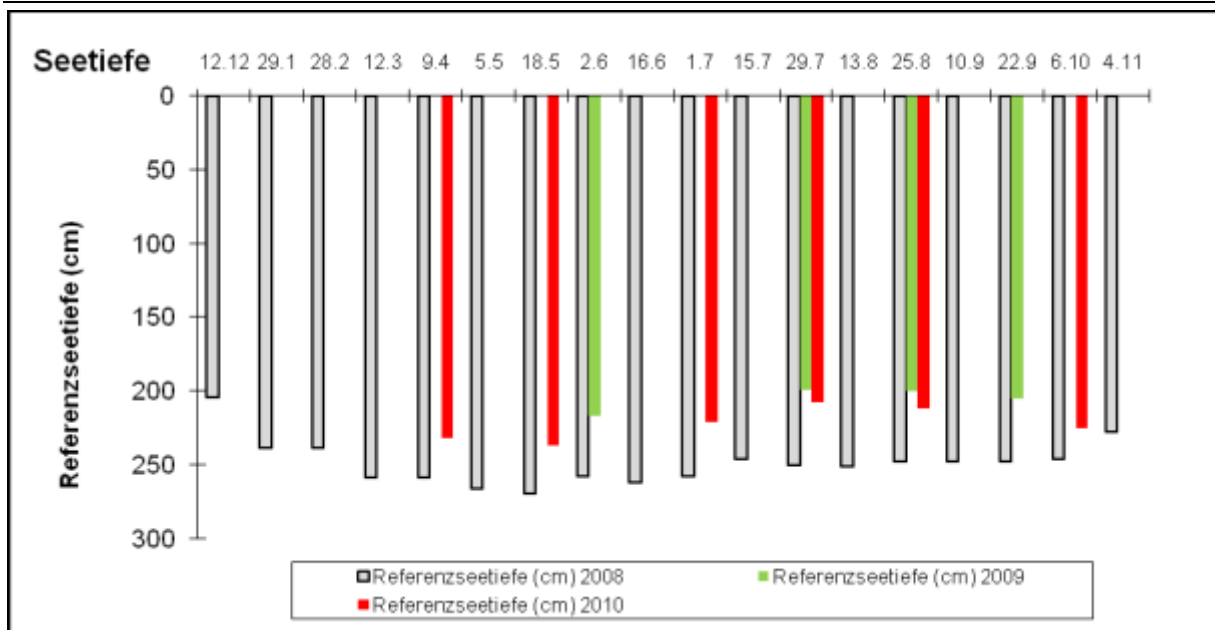


Abb.1: Veränderungen des Wasserspiegels an einer Referenzstelle 2008 bis 2010

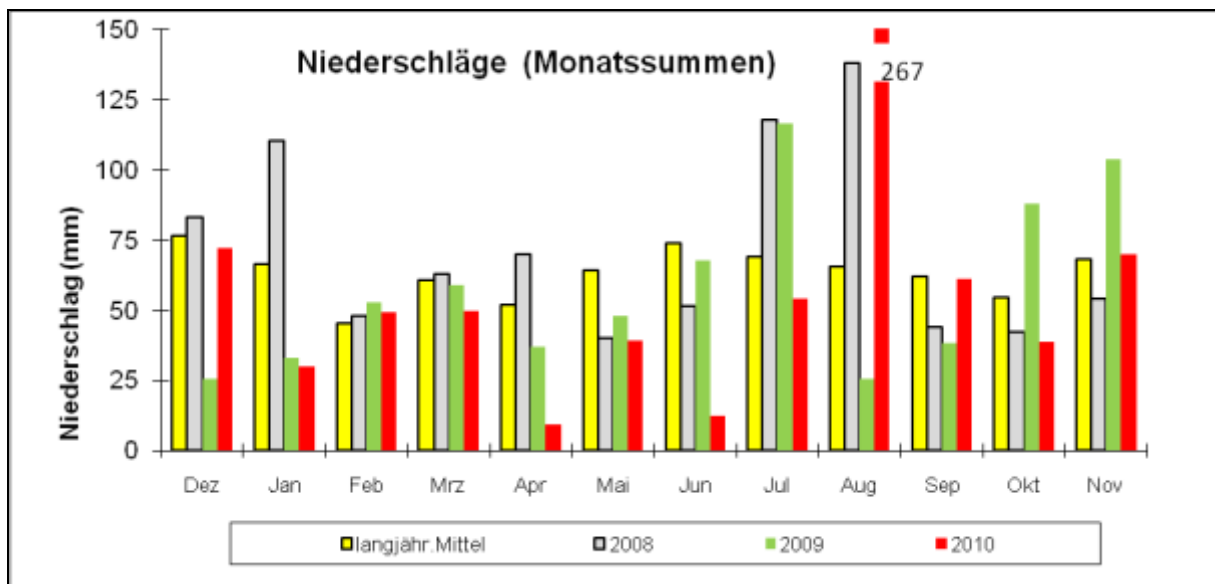
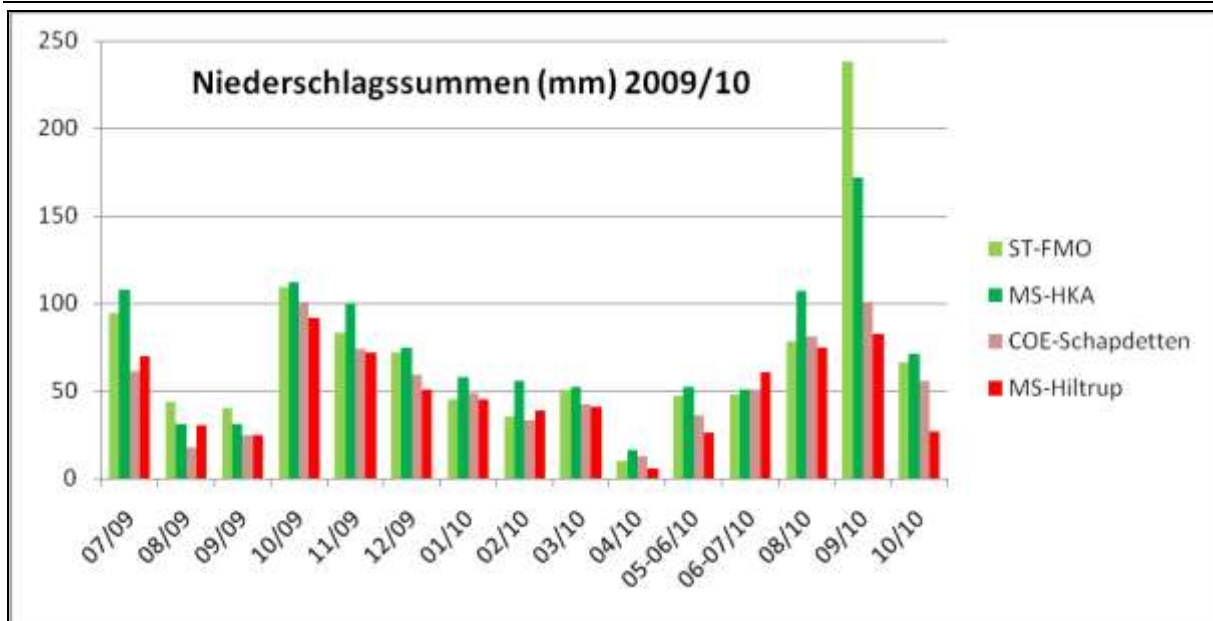
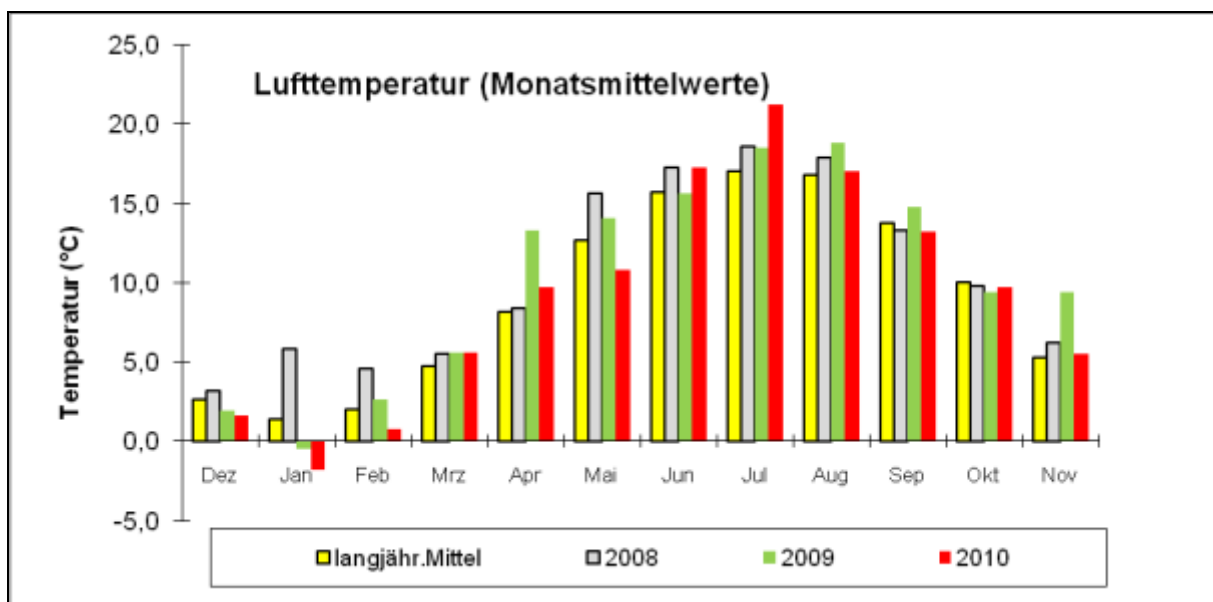


Abb.2: Niederschläge in Münster (Station DWD am Flughafen FMO): langjähriges Mittel (1961-90) und Untersuchungszeiträume 2008 bis 2010

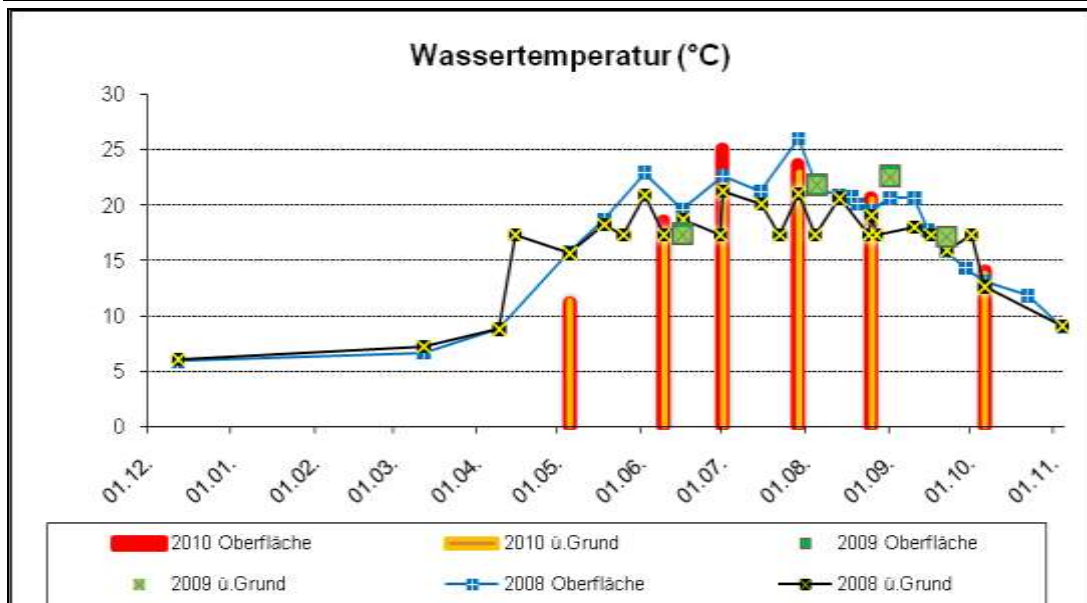




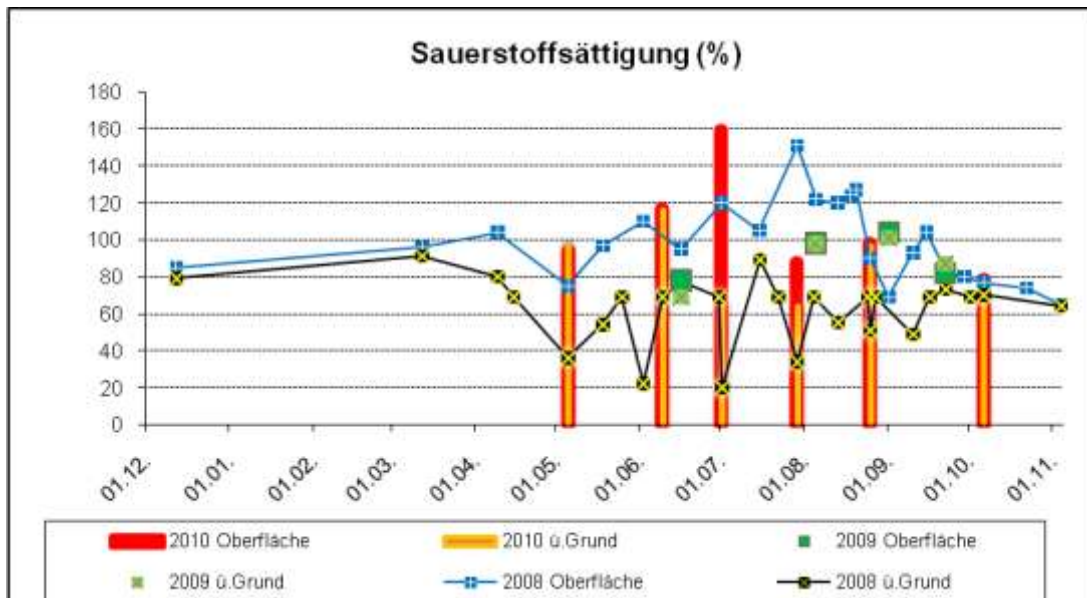
**Abb.3: Niederschlagssummen (Zeitraum je 4-6 Wochen 2009/10) an verschiedenen Messstationen:**  
 MS-Hiltrup im direkten Umfeld des Sees in Münster-Süd;  
 ST-FMO = DWD-Messstelle am Flughafen MS-OS im Kreis Steinfurt nördlich von Münster  
 MS-HKA = LANUV-Messstelle an der Hauptkläranlage in Münster-Nord  
 COE-Schapdetten = LANUV-Messstelle im Kreis Coesfeld südlich von Münster



**Abb.4: monatliche Temperaturmittelwerte in Münster: langjähriges Mittel (1961-90) und Untersuchungszeiträume 2008 bis 2010**



**Abb.5: Jahresgang der Wassertemperaturen im Nordwestteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010**



**Abb.6: Jahresgang der Sauerstoffsättigung im Nordwestteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010**

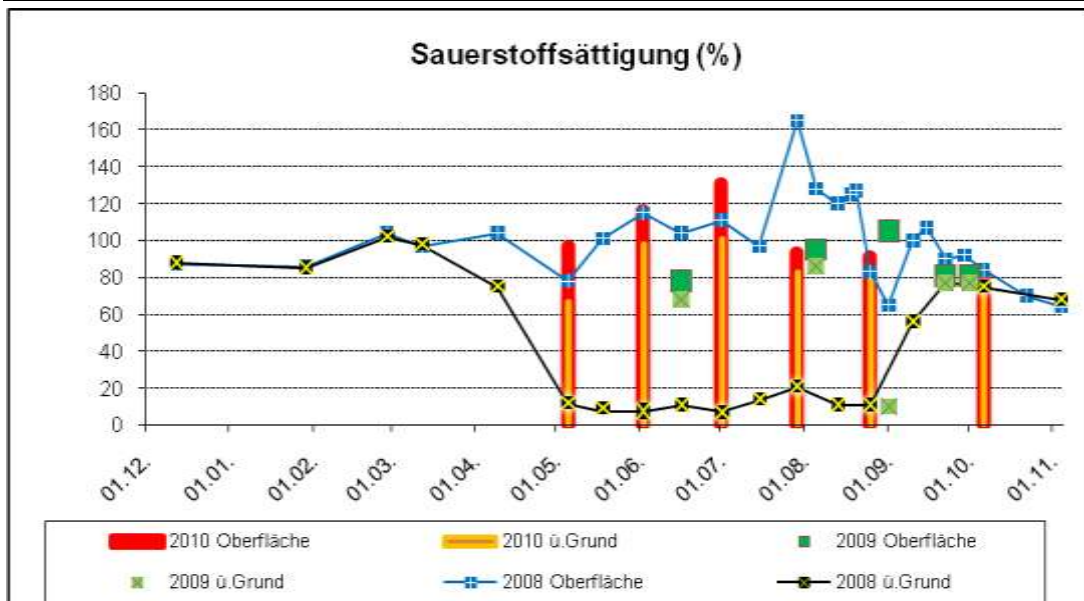


Abb.7: Jahrgang der Sauerstoffsättigung im Nordostteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010

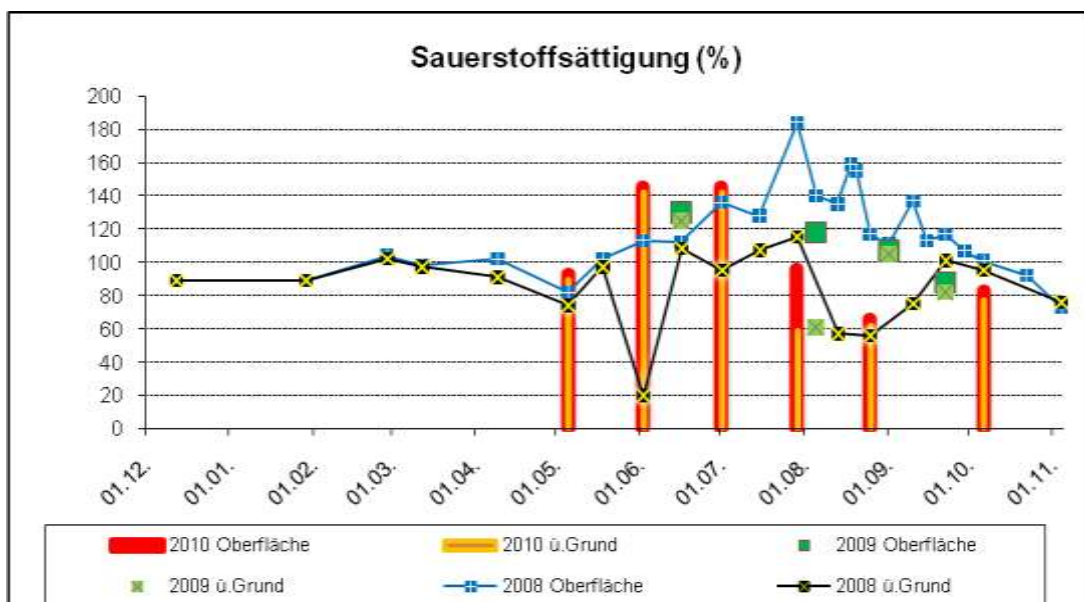


Abb.8: Jahrgang der Sauerstoffsättigung im Südteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010

### 3.3 Physikalische Werte und Chlorophyll-a

#### 3.3.1 Wassertemperatur

**Info:** In einem See kann sich im Sommer zwischen dem oberflächennahen Wasserkörper (Epilimnion) und dem Tiefenwasser (Hypolimnion) ein Temperaturgefälle ausbilden, das in der "Sprungschicht" (Metalimnion) stark ausgeprägt ist (Sommerstagnation). In Frühjahr und Herbst wird der Wasserkörper, abhängig von verschiedenen limnophysikalischen Faktoren, zumeist größtenteils durchmischt (Frühjahrs- und Herbstzirkulation). Nach Abkühlung des gesamten Wasserkörpers auf 4 °C und stärkerer Abkühlung an der Oberfläche (Eisbildung) kann auch im Winter wiederum eine Stagnationsphase mit umgekehrtem Temperaturgefälle eintreten

Wie in den beiden Vorjahren war auch 2010 an den 6 Untersuchungsterminen während der Vegetationsperiode nur einmal ein geringer Temperaturgradient zwischen Oberfläche und Seegrund vorhanden, sonst war in allen drei Seeteilen der Wasserkörper auch in der Sommerperiode größtenteils durchmischt (Abb.5).

#### 3.3.2 Sauerstoff (Gehalt und Sättigung)

**Info:** Ein ausreichender Sauerstoffgehalt bildet die Lebensgrundlage für die höheren Organismen in einem See. Die Sättigung des Wassers mit Sauerstoff wird von physikalischen Prozessen (temperaturabhängig) und in größerem Maß von biologischen Prozessen bestimmt. Bei einer höheren Biomasseproduktion durch pflanzliche Organismen (Phytoplankton, aquatische submerse Makrophyten) kann die Sättigung weit über 100% ansteigen. Mit der Zunahme von bakteriellen Abbauprozessen organischer Materie können durch den einhergehenden Sauerstoffverbrauch anaerobe Verhältnisse entstehen. Insbesondere an die tiefsten Stellen eines Sees wird durch Sedimentation und Horizontaltransport ein größerer Anteil der zersetzenden Biomasse verfrachtet, so dass dort auch die größten Sauerstoffdefizite entstehen.

In nährstoffreichen Seen mit hoher Primärproduktion sind demnach hohe Extrema im Vertikalprofil zu erwarten.

2010 waren im Juni und Juli wieder wie 2008 Übersättigungs-Werte des Sauerstoffs zu messen die im Nordwestbereich Ende Juni bis auf 159% anstiegen. Die 2008 registrierten hohen Sauerstoffdefizite über Grund konnten im Sommer 2010 allerdings nicht beobachtet werden (Abb.6-8).

#### 3.3.3 Leitfähigkeit

**Info:** Die elektrische Leitfähigkeit hängt von der Gesamt-Ionenkonzentration im See ab. Sie wird vor allem durch geogene Prozesse im zufließenden Grundwasser, aber auch durch Akkumulation von Abbauprodukten im See, wie auch durch Niederschläge und externe Stoffeinträge beeinflusst.

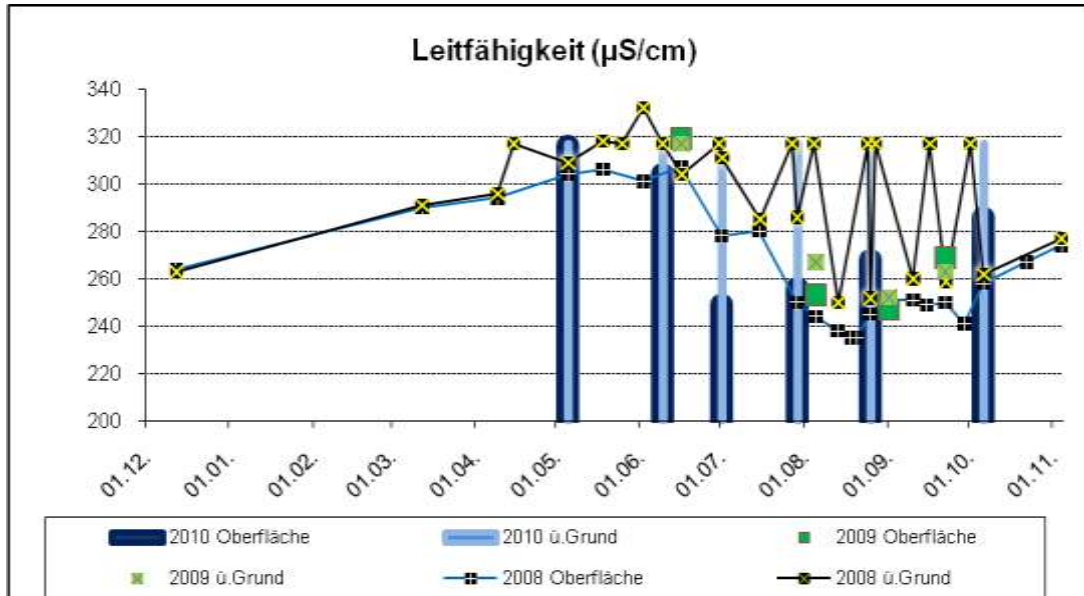
Die niedrigen Leitfähigkeitswerte waren 2010 einer ähnlichen saisonalen Entwicklung unterworfen, wie in den vergangenen beiden Jahren. Die Mobilisierung von Ionen durch Abbauprozesse führte zu den höheren Werten über Grund (Abb.9).

#### 3.3.4 PH-Wert

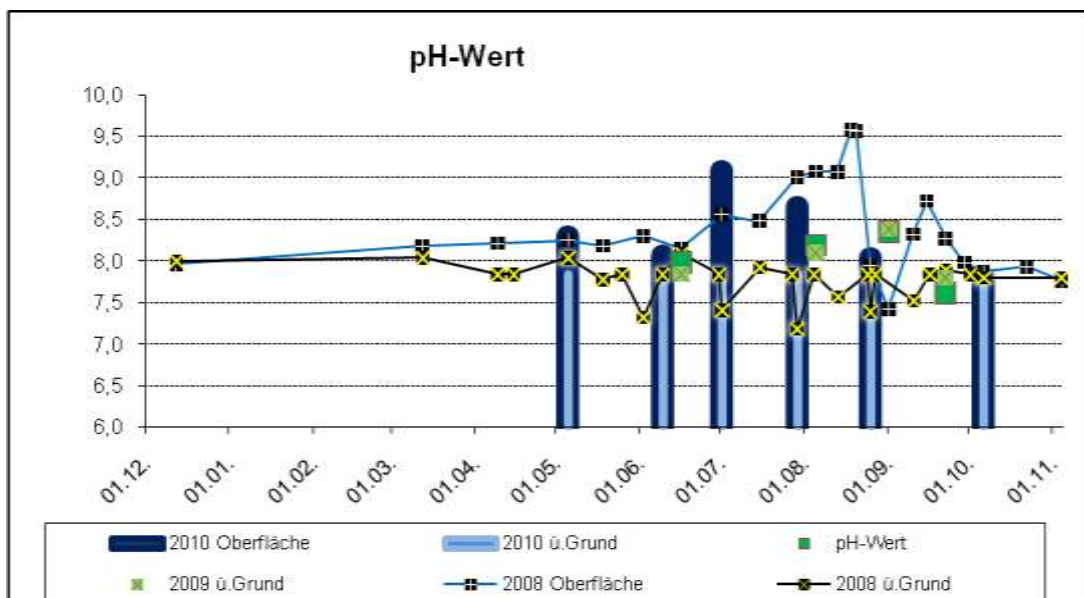
**Info:** Der pH-Wert des Seewassers kann durch den Eintrag von Säurebildnern in den See oder das zufließende Grundwasser in den Bereich unter 6,5 geraten, oder durch limnochemische Prozesse infolge überhöhter Biomasseproduktion Werte über 8,5 annehmen: Der für die Biomasseproduktion von pflanzlichen Organismen notwendige Kohlendioxid oder auch (oft erst nach Verbrauch des verfügbaren CO<sub>2</sub>) aus Hydrogencarbonat entnommen werden. Bei Entnahme des Kohlenstoffes aus HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> werden Hydroxidionen (OH<sup>-</sup>) ins Wasser abgegeben, und somit der pH-Wert erhöht.

In der Seenbiozönose wirken überhöhte pH-Werte schädigend auf die Fischfauna, da neben der Veränderung zu einem basischen Milieu auch das Gleichgewicht von NH<sub>4</sub><sup>+</sup> und NH<sub>3</sub> im Wasser zugunsten des giftigen Ammoniaks verlagert wird.

Durch biogene Prozesse erhöhte pH-Werte über 8,5 traten 2010 wieder auf, im Nordwestteil des Sees auf wurden Ende Juni Maximalwerte von 9,08 gemessen. Ein kurzzeitiger Anstieg der pH-Werte im Frühjahr war zwischenzeitlich wieder zurückgegangen (Abb.10). Über Grund wurden generell niedrigere Werte registriert.



**Abb.9: Jahrgang der Leitfähigkeit im Nordostteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010**



**Abb.10: Jahrgang des pH-Wertes im Nordostteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010**

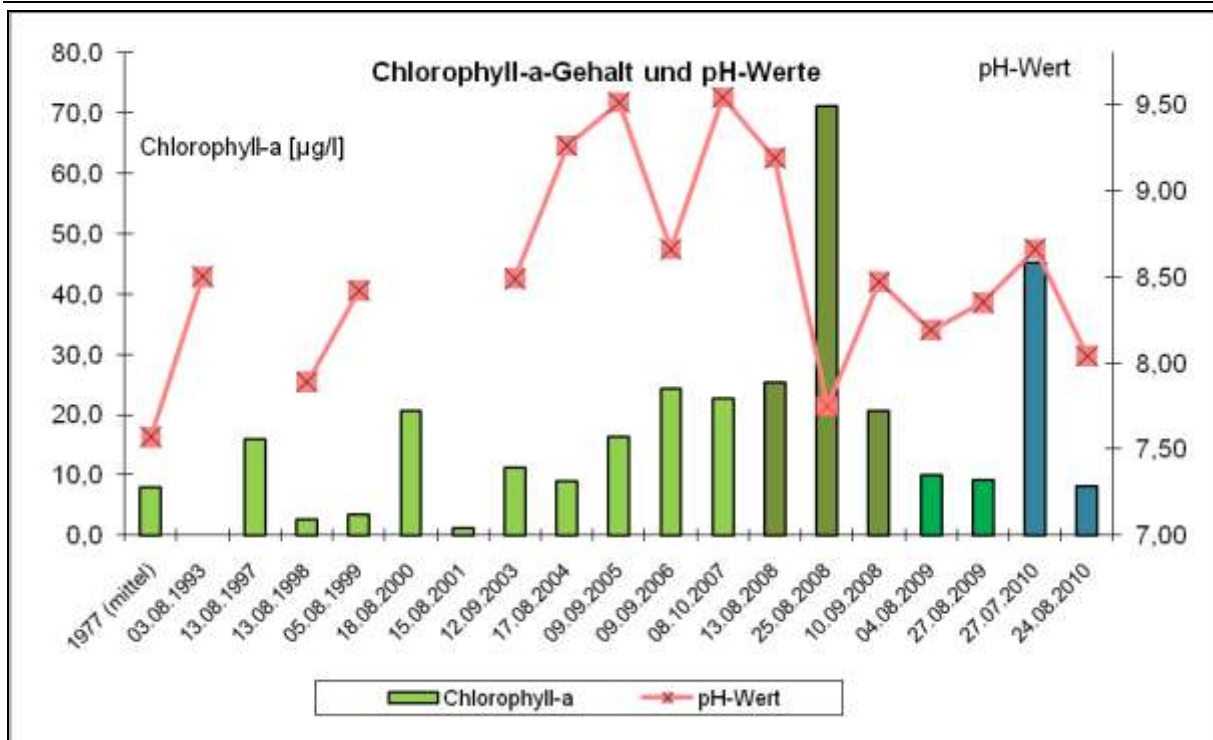


Abb.11: pH-Werte und Chlorophyll-a-Konzentration im Hiltruper See 1977 bis 2010

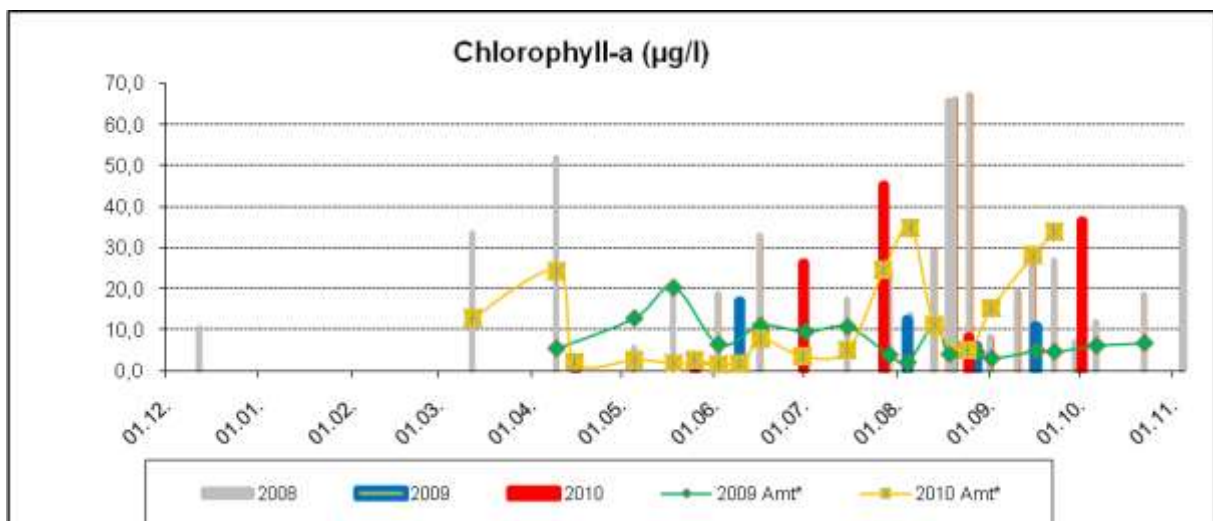
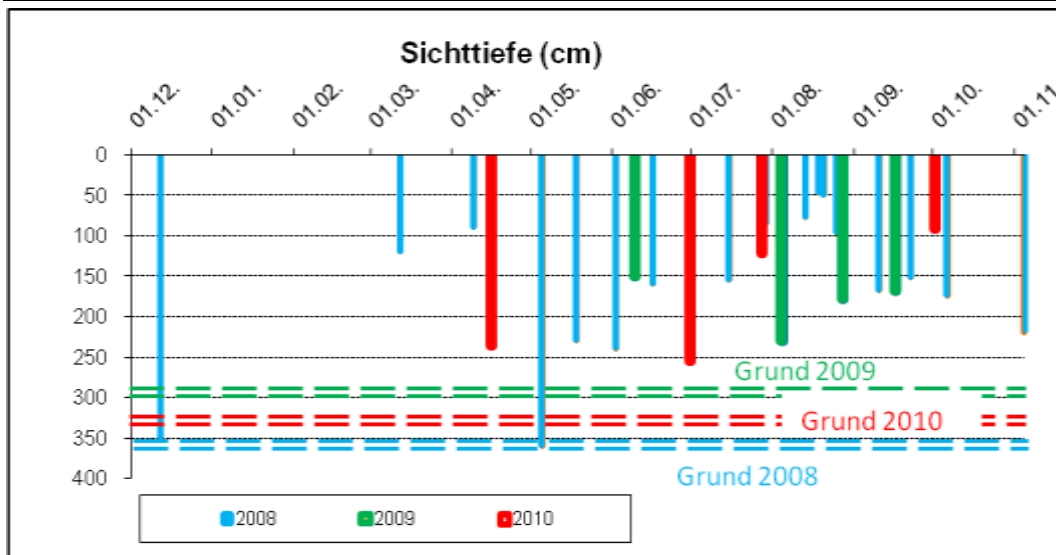


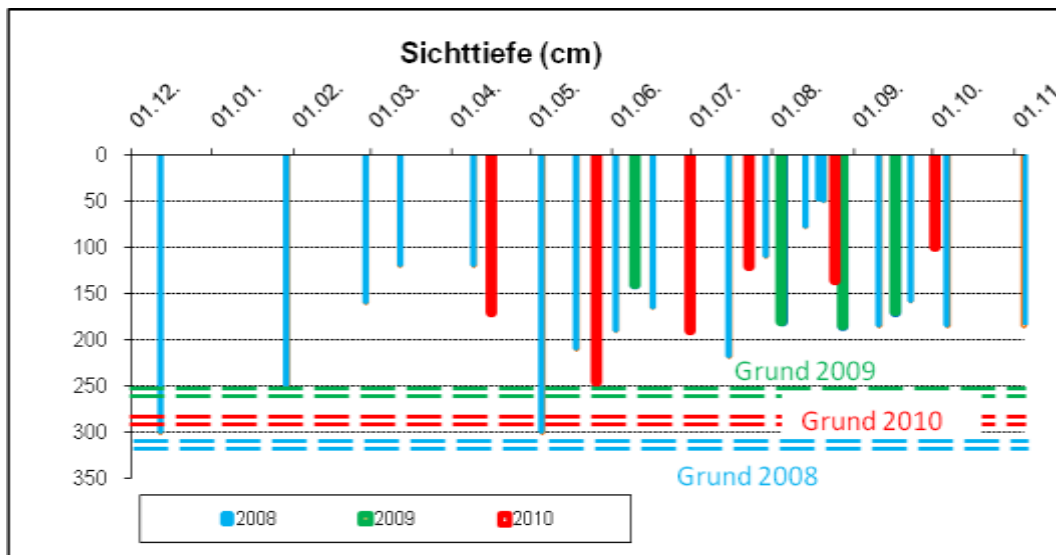
Abb.12: Jahresgang des Chlorophyll-a-Gehalts im Nordwestteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010

\* Messungen mittels „algae torch“ (Hirschmann, Stadt Münster 2009 und 2010)





**Abb.13: Jahresgang der Sichttiefe im Nordwestteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010**



**Abb.14: Jahresgang der Sichttiefe im Südteil des Hiltruper Sees in den Untersuchungszeiträumen 2008 bis 2010**

### 3.3.5 Chlorophyll-a-Konzentration

**Info:** Die Chlorophyll-a-Konzentration im Seewasser korreliert direkt mit der Phytoplanktonbiomasse in der trophogenen Zone. Die Tiefenausdehnung dieses Bereiches kann stark variieren, da zum einen ein hohes Algenwachstum durch Eintrübung selbst die Wachstumstiefe limitiert, andererseits kann auch durch Aufwühlen des Sediments z.B. durch Fische (Bioturbation) Wasserbewegung in Flachseen durch Wind eine Trübung hervorgerufen werden.

Bei einer hohen Sichttiefe kann andererseits auch noch in größerer Tiefe ein Planktonmaximum auftreten, wenn die Organismen sich durch Vertikalwanderung dort eingeschichtet haben.

Sind keine Indizien für ein Planktonmaximum in tieferen Zonen vorhanden (z.B. Sauerstoffmaxima) wird in der Regel in 1m Tiefe die Probe genommen.

Wie 2008 wurden bei den Untersuchungsterminen 2010 wieder deutlich erhöhte Chlorophyll-a-Werte gemessen. Diese Werte wurden durch die regelmäßigen Kontrollen der Stadt Münster mittels eines „algae-torch“ nach Informationen von Herrn Hirschmann bestätigt (Abb.11 und 12). Neben den Peaks während der sommerlichen „Algenblüte“ und der späten Massenentwicklung im Herbst war in den Überwachungsdaten ein weiteres Frühjahrsmaximum vor Beginn der diesjährigen Monitoringreihe zu erkennen.

### 3.3.6 Sichttiefe

**Info:** Der pH-Wert des Seewassers kann durch den Eintrag in natürlichen, tieferen Seen ist die Sichttiefe in erster Linie eine Funktion der Planktonbiomasse. In flacheren Gewässern oder Flachwasserzonen können durch die Aufwirbelung von Sedimentpartikeln aufgrund von Bioturbation (Fische, Wasservögel, Menschen) oder Wellenschlag weitere Eintrübungen die Sichttiefe herabsetzen.

Vor allem im Hochsommer war 2010 die Sichttiefe im Gegensatz zum Vorjahr wieder deutlich geringer ausgefallen. In beiden Beckenteilen war trotz einiger Klarwasserstadien die algenbedingte Eintrübung über die Vegetationsperiode vorherrschend (Abb.13 und 14).

## 3.4 Planktonuntersuchung

**Info:** Die Gemeinschaft aller im freien Wasserkörper schwebenden mikroskopischen Organismen wird als Plankton bezeichnet, einige Arten können auch auf Partikeln oder höheren Pflanzen siedeln. Die pflanzlichen Organismen, das Phytoplankton, produziert unter Nährstoffaufnahme, Lichteinwirkung und Sauerstoffabgabe in der Photosynthese Biomasse, die am Anfang der Nahrungskette steht. Tierische Planktonorganismen, das Zooplankton, stehen als Pflanzenfresser oder Konsumenten kleinerer Zooplankter auf den nächsten Stufen.

Je nach Nährstoffanreicherung (Trophiegrad) bilden sich saisonal wechselnd im See unterschiedliche Planktongemeinschaften aus.

Bei eutrophen Seen kommt es vermehrt zu Massenentwicklungen („Blüten“) insbesondere von sogenannten „Blualgen“ (Cyanophyceen). Vertreter dieser wegen ihrer in der Abstammung näher den ebenfalls kernlosen Bakterien auch manchmal „Cyanobakterien“ genannten Gruppe können teilweise extreme Standorte besiedeln (Thermalquellen, Gletscher) und sind nicht grundsätzlich als Belastungszeiger einzustufen.

Nachdem allerdings in den letzten Jahrzehnten immer mehr Blualgen als Produzenten giftiger Inhaltsstoffe identifiziert wurden (Neurotoxine, Hepatotoxine, etc.), müssen Massenentwicklungen dieser Arten als Gefährdung für die Seenökologie und die anthropogene Nutzung von Seen angesehen werden.

Die Blualgenmaxima im Sommer 2010 wurden am 27.07. gut abgebildet und waren auch als Aufräumung sichtbar (Abb.15), am 24.08. war ein Großteil der Organismen bereits in der Zersetzung. Ein weiteres spätes Maximum fand am 01.10. mit hohen Algendichten von Anabaena und Microcystis statt (Tab.3 und 4).

Nachdem 2009 fast keine auffälligen „Blualgenblüten“ stattgefunden hatten, war 2010 sowohl in der heißen Sommerperiode, als auch im Herbst eine hohe Biomasseproduktion von Cyanophyceen vorhanden, wie sie schon 2008 beobachtet worden war. Aufgrund der vor Beginn der Monitoringreihe vom Amt gemessenen hohen Chlorophyll-a-Werte (s.o.) war ein weiteres Maximum vermutlich im Frühjahr eingetreten.



**Tab.3: Übersicht der dominanten Phytoplanktonarten 2010, im Vergleich die Sommerperiode 2008 und Termine 2009; Häufigkeit in 5 Klassen von 1= einzeln bis 5 = Massenentwicklung \* zzgl. viele zersetzende Organismen**

	12.12.2007	29.01.2008	28.02.2008	12.03.2008	09.04.2008	#####	05.05.2008	18.05.2008	#####	02.06.2008	09.06.2009	16.06.2008	#####	01.07.2008	15.07.2008	#####	29.07.2008	04.08.2009	05.08.2008	13.08.2008	18.08.2008	20.08.2008	#####	05.08.2008	27.08.2009	01.09.2008	10.09.2008	15.09.2008	16.09.2009	22.09.2008	29.09.2008	#####	06.10.2008	04.11.2008				
<b>Phytoplankton</b>																																						
<b>Cyanophyceae:</b>																																						
Aphanotece stagnina	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	4		
Microcystis-Kolonien	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	3	2	3	2	2	2	2	2	3*	3	3	3	3	5	3	3*	3	2	3	1	1			
Planktothrix spec.	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	4	1	4	2	2	2	2	3*	2	1	2	3	2	1	2	2	2	2	2	2			
Gomphosphaeria-Kolonien	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	3	1	3	3	1	1	3	2	2	2	2	2			
Anabaena spec.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	5	3	1	3	4	5	5	2	2	1	3	4	3	3	2	1	5	1	1	1	1			
<b>Chrysophyceae:</b>																																						
Dinobryon divergens										1	1	5	1	1																								
<b>Bacillariophyceae:</b>																																						
<b>Centrales:</b>																																						
Cyclotella spec. (D < 5 µm)	2	2	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2		
Cyclotella spec. (D 5-10µm)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	3	3	2	2	3	1	2	1	2	2	2	2	2		
Cyclotella spec. (D >10 µm)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	1	3	2	2	2		
<b>Pennales:</b>																																						
Navicula spec. (L > 15 µm)	1	1	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Navicula spec. (L < 15 µm)	1	1	1	2	2	1			2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Asterionella formosa (5-8 EZ)	2	1	2	3	5	1	1	1	2	2	2	2					3				3	1	5	5	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3		
Fragilaria spec.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	5	3			
Diatoma elongatum	1	1	1	1	1					1	1									1	1	1	1	1	1	1										1	1	
<b>Cryptophyceae:</b>																																						
Cryptomonas spec. (mittelgroß)	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Cryptomonas spec. (groß)	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
<b>Chlorophyceae:</b>																																						
Scenedesmus spec.	1	1	1							1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2		
Pediastrum spec.																									1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Tetraedron spec.																										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Chlamydomonas spp. (L > 15 µm)	1	1	1					1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Volvox spec.-Kolonien	1	1	1	1	1	1	3	4	2	2	1	1	2				2						3	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	5				
Dictyosphaerium spec.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					1						1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2		
Cladophora-Fäden	1	1	1						2	1	1	2	1				1																		1	1	1	
<b>Conjugatophyceae:</b>																																						
Cosmarium div. spec.	1	1											1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1		
Closterium acerosum	1	1											1	1										1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Staurastrum paradoxum	1				1	1	1	1	1	1	2	1	1				1																					
Zygnema-Fäden	1	1			1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Spirogyra-Fäden	1				1	1	1	1	2	1	2	2	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	
<b>Dinophyceae:</b>																																						
Ceratium hirundinella	3	1	1	1	1	2	1	3	3	3	5	5	2	2	2	2	2	2						1	1	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	2		
Peridinium cinctum										1	1	2	1	2	1	1	1	1	1																			
zersetzendes Makrophytenmaterial und losgelöste Polster-Epiphyten						2		2	2	1	3	3	3	3	3	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	

**Tab.4: Übersicht der dominanten Zooplanktonarten im Vergleich die Sommerperiode 2008 und Termine 2009;  
 Häufigkeit in 5 Klassen von 1= einzeln bis 5 = Massenentwicklung**

	12.12.2007	29.01.2008	28.02.2008	12.03.2008	09.04.2008	#####	05.05.2008	18.05.2008	#####	12.06.2008	09.06.2009	16.06.2008	#####	01.07.2008	15.07.2008	#####	29.07.2008	04.08.2009	05.08.2008	13.08.2008	18.08.2008	20.08.2008	#####	25.08.2008	04.08.2009	01.09.2008	10.09.2008	15.09.2008	16.09.2009	22.09.2008	29.09.2008	#####	06.10.2008	04.11.2008					
<b>Zooplankton</b>																																							
<b>Copepoda:</b>																																							
Cyclopoidea	2	2	1	1	1	2	3	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1		
Calanoidea	1	3	1	1	1	2	2	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	
Nauplii gesamt	1	1				1	2	3	3	2	2	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	3	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	
<b>Cladocera:</b>																																							
Ceriodaphnia reticulata	1	2	1	1	1	1	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	3	1	1	1	1		
Bosmina longirostris	1	2	1	1	1	1	2	3	2	3	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	3	3	2	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1	5	5	
Ostracoda spec.	1	1					2	2	2	1	2						2																					1	1
<b>Rotatoria:</b>																																							
Keratella cf. cochlearis	3	3	2	1	1	2	4	4	3	2	4	2	3	3	3	2	2	3	2	3	1	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	
Polyarthra spec.	1	1				1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2			4	3	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Filina longiseta						1	3	3	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2			1	2	2	1	1	1								1			



Abb.15: Schlierenbildung / Aufrahmung von Blaualgen am Nordostufer am 27.07.10

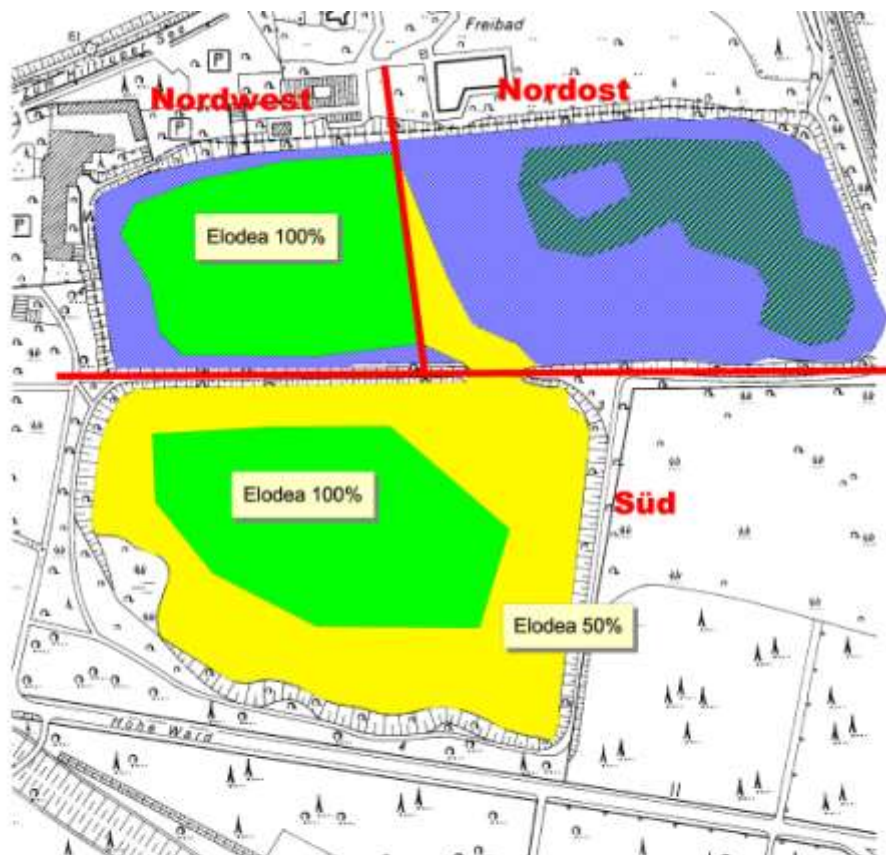


Abb.16: Makrophytenbedeckung in den Seeteilen des Hiltruper Sees 2010  
(schraffierte Fläche: Ceratophyllum 2008)

### 3.5 Untersuchung der Unterwasserpflanzen (submerse Makrophyten)

**Info:** Natürlicherweise werden flachere Seen von einer reichhaltigen Vegetation höherer Pflanzen besiedelt. Durch Beschattung und Abgabe von „Hemmstoffen“ ins Wasser können sie eine Massentwicklung von Planktonalgen auch in nährstoffreichen Seen verhindern. Hat sich in einem See eine Planktondominanz etabliert, wird umgekehrt der Wachstumsbeginn der Unterwasserpflanzen durch frühe Eintrübung durch Planktonalgen behindert.

Die aus Nordamerika eingeschleppte, im Boden wurzelnde, untergetauchte Kanadische Wasserpest *Elodea canadensis* bildet im Juni-August in warmen Sommern Blütenstände über dem Wasserspiegel. Ihr Schwerpunkt liegt in flachen, eher trüben nährstoffreichen Gewässern und sie erträgt leichte Verschmutzung.

Eine zweite eingewanderte Art, Nutall's Wasserpest, (*Elodea nutalli*) wächst ähnlich wie *Elodea canadensis*, häufig mit ihr vergesellschaftet oder diese zurückdrängend. Blütezeit Juni-September, eher in wintermilden Gebieten.

Das rauhe Hornblatt (*Ceratophyllum Demersum*) ist gegen Eutrophierung und Eintrübung tolerant und wird häufig in flachen Gewässern mit höherer sommerlicher Erwärmung angetroffen. Sie ist freischwimmend oder mit wurzelähnlichen Fortsätzen (Rhizoiden) im Boden verankert und bildet vollständig untergetauchte Blütenstände.

Das ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) ist in Deutschland im Flachland weit verbreitet und gegen mäßige Verschmutzung resistent. Es wächst mit ihren den Sprossen im Juni bis August bis zur Wasseroberfläche und bildet dort über dem Wasserspiegel ährige Blütenstände.

Der submers vorkommende Sumpf-Teichfaden (*Zannichellia palustris*) gilt als verbreiteter Besiedler von eutrophen Stillgewässern mit einer Toleranz gegen Verschmutzung und Salzbelastung.

Nachdem 2009 schon keine Exemplare des früher flächendeckend wachsenden Tausendblatt (*Myriophyllum*) gefunden wurden, war 2010 auch das Hornkraut nur noch in wenigen Exemplaren in den Beständen des Nordwestteils vorhanden. Dort wächst zur Zeit wie im Vorjahr auf einer Fläche von ca. 24.000m<sup>2</sup> zu 95-98% deckend die Wasserpest, mit einem Anteil der Art *Elodea nutalli* von inzwischen über 90%, die Randbereiche blieben weiter ohne nennenswerten Makrophytenbewuchs (Abb.16).

Im Nordostteil war kein Bestand an *Ceratophyllum demersum* mehr vorhanden, vom Nordwestteil und vom Südbecken war die Wasserpest etwa in den bisher definierten Bereich des Nordostteil hineingewachsen.

Die restliche Fläche (ca.95%) des Nordostteils war ohne nennenswerten Bewuchs von Unterwasserpflanzen (Abb.16).



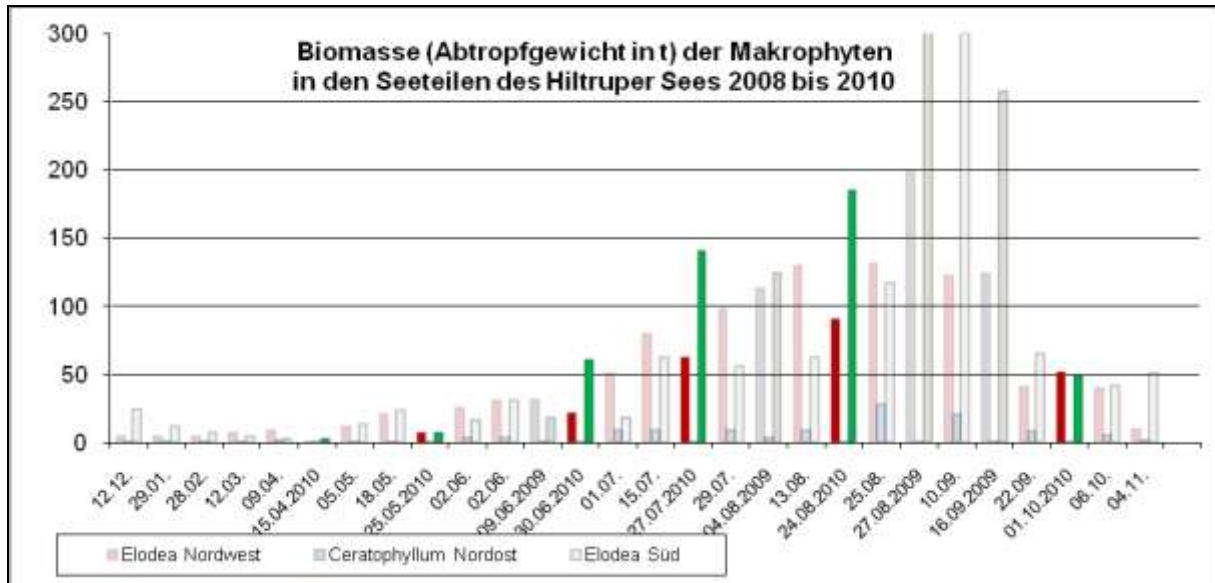
Abb.17: *Elodea*-Bestände im Südteil des Hiltruper Sees am 30.06.2010



Abb.18: Einzelfunde des Teichfadens am 25.05.2010

Die Verhältnisse im Südbecken hatte sich 2010 nicht geändert, die Wasserpest erreichte wieder auf ca. 25.000m<sup>2</sup> eine vollständige Bedeckung, im restlichen Bereich des Seeteils (65%) war nur eine 50%-ige Bedeckung gegeben (Abb.16). Im Mai wurden Einzel Exemplare des Teichfadens (*Zannichellia palustris*) gefunden (Abb.18).

In der Jahresentwicklung der Biomasse der Makrophyten im See war das späte Einsetzen des Pflanzenwachstums im Frühsommer erkennbar (Abb.19). Im Nordwestbecken fand eine etwas geringere Biomasseproduktion der Unterwasservegetation statt, im Südbecken wurde das Niveau der Vorjahre erreicht. Die *Ceratophyllum*-Bestände im Nordostbecken waren fast verschwunden. Die gestiegenen Biomassewerte im September 2008 und 2009 konnten aufgrund fehlender Messungen 2010 nicht verifiziert werden, waren aber bei der Wetterentwicklung im August/September 2010 eher unwahrscheinlich.



**Abb.19: Jahresverlauf der Biomasseentwicklung (Abtropfgewicht in t) der Unterwasserpflanzen in den Seeteilen des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich Werte 2008 und 2009 schwach unterlegt**



### 3.6 Nährstoffmessungen

**Info:** Die wichtigste Größe und limitierender Faktor für das Biomassewachstum in einem See ist die Zufuhr von Nährstoffen und die damit verbundene Konzentration im See. In der Regel stellt Phosphor den Minimumfaktor dar, während Stickstoff oft im Überschuss vorhanden ist und insbesondere von Blaualgen auch aus der Luft fixiert werden kann.

Daher ist auch der Parameter Gesamt-P die zentrale Größe für alle Systeme der Trophiebewertung (s.u.). Bei der Einlagerung der Nährstoffe in größere Bestände höherer Unterwasserpflanzen wird somit nur die Trophie des Wasserkörpers mit der Planktongemeinschaft bewertet.

Die Nährstoffe werden durch zufließendes Grundwasser oder Oberflächenwasser, Niederschläge und Kot extern fressender Vögel eingetragen.

Weitere anthropogene Einträge können durch Badende (Sonnenöle, etc.), Anfütterung, Dünger nahegelegener Felder und Weiden oder direkte Einleitungen erfolgen.

Unter anaeroben Bedingungen können ferner aus dem Seesediment Nährstoffe aus dort abgelagerten Partikeln wieder ins Wasser gelöst werden.

#### 3.6.1 Phosphorgehalt

*In den Wasserproben der Monitoringuntersuchung wurden zwei P-Fraktionen analysiert. Mit dem ortho-Phosphat wird der im Wasser als Phosphationen gelöst vorliegende Phosphorgehalt gemessen.*

*Der Gesamt-P umfasst sowohl allen in organischer Materie im Freiwasser (Plankton) gebundenen Phosphor, als auch den gelösten Phosphor. Nicht erfasst werden anorganisch gebundene, schwerlösliche P-Verbindungen und der in den höheren Pflanzen gebundene Phosphor.*

Die durch die lange kalte Periode erst später einsetzende Wachstumsdynamik der Planktonalgen im See war 2010 dafür verantwortlich, dass im Frühjahr der Phosphor noch überwiegend als gelöstes ortho-Phosphat-P vorlag. Im Sommer hingegen war neben dem schon in den Vorjahren festgestellten Anstieg der Gesamt-P-Werte im Freiwasser 2010 nur noch ein geringer Anteil gelöst vor (Abb.20 und 21).

Die Freisetzung von P in der Tiefenregion wurde ebenfalls wieder betrachtet und kann weiterhin als vernachlässigbar angesehen werden (Abb.22).

*Die Fraktion des in den submersen Makrophyten gebundenen Phosphors wurde aus der Analyse von Pflanzenmaterial bestimmt, das aus flächenbezogenen Rechenzügen entnommen wurde.*

*Durch Hochrechnung der Werte auf die jeweiligen Seeteilvolumina konnte ein Vergleich der verschiedenen P-Fraktionen erstellt werden. Die Angaben erfolgten in kg/Seeteil. Die Differenzen der über Grund gemessenen erhöhten Werte wurden zusätzlich auf definierte Volumina der Tiefenzonen im Nordbecken hochgerechnet und als eigene Fraktion ausgewiesen.*

Im Nordostteil war der Makrophytenbestand des Hornkrauts fast verschwunden, von Nordwesten und Süden war ein geringes Vorrücken der Wasserpestbestände zu beobachten. Daher war hier der P-Anteil der Makrophyten weiter nur verschwindend gering.

Nachdem im Nordwestteil und im Südteil die Werte 2009 insgesamt geringere Gesamt-P-Summen mit einem Rückgang der Planktonfraktion und einem Anstieg der Makrophytenfraktion registriert wurde, war 2010 für beide Fraktionen ein deutlicher Zuwachs in der Sommerperiode zu verzeichnen, so dass die Werte noch über denen des Jahres 2008 lagen (Abb.23-24).

Auch 2010 wurde während der spät einsetzenden Wachstumsphase ein größerer P-Anteil in die Makrophyten eingebaut, allerdings war Ende August in diesem Jahr noch kein Rückgang des P-Gehalts im Verhältnis zur Biomasse zu verzeichnen, dies war erst an dem Termin Anfang Oktober der Fall (Abb.25).

#### 3.6.2 Stickstoffgehalt

Die Messungen der Stickstofffraktionen zeigte 2010 die gleichen Verhältnisse, wie in den Vorjahren. Gelöste Stickstoffverbindungen waren i.d.R. nur in Spuren im Freiwasser als Ammonium-N vorhanden, zeitweise wurde über Grund eine Rücklösung registriert.

Der Jahrgang der Gesamt-N-Werte folgte denen der Messungen der Vorjahre.

Ebenso wurde auch 2010 der hohe Anteil der Stickstoffakkumulation im Plankton im Verhältnis zu den Makrophyten bestätigt (Abb. 26 und 27).

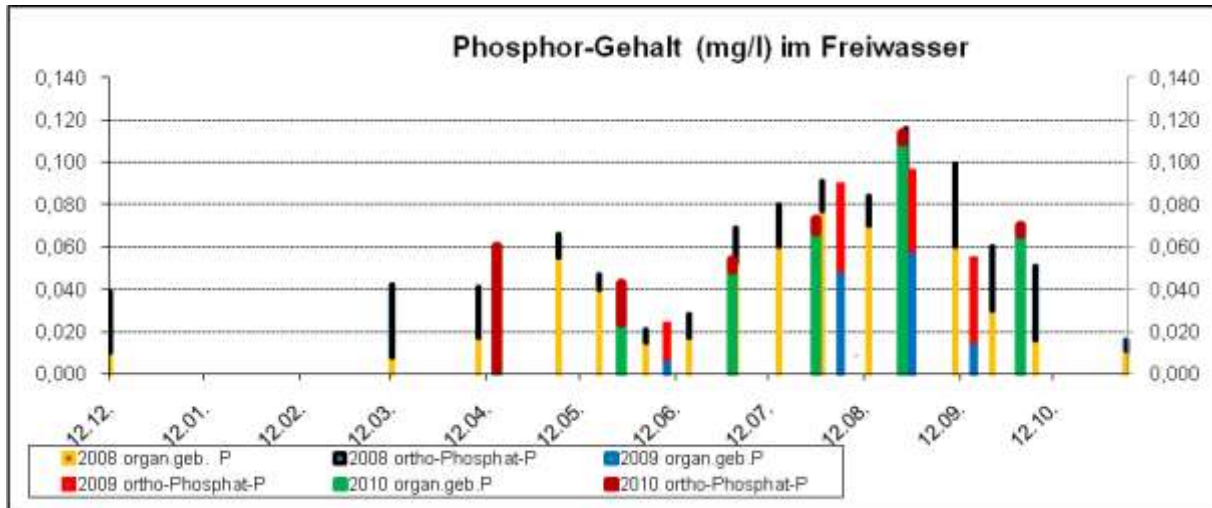


Abb.20: Anteile des gelösten ortho-Phosphat-P und organisch gebundenen Phosphors im Nordwestteil des Hiltruper Sees 2008 bis 2010

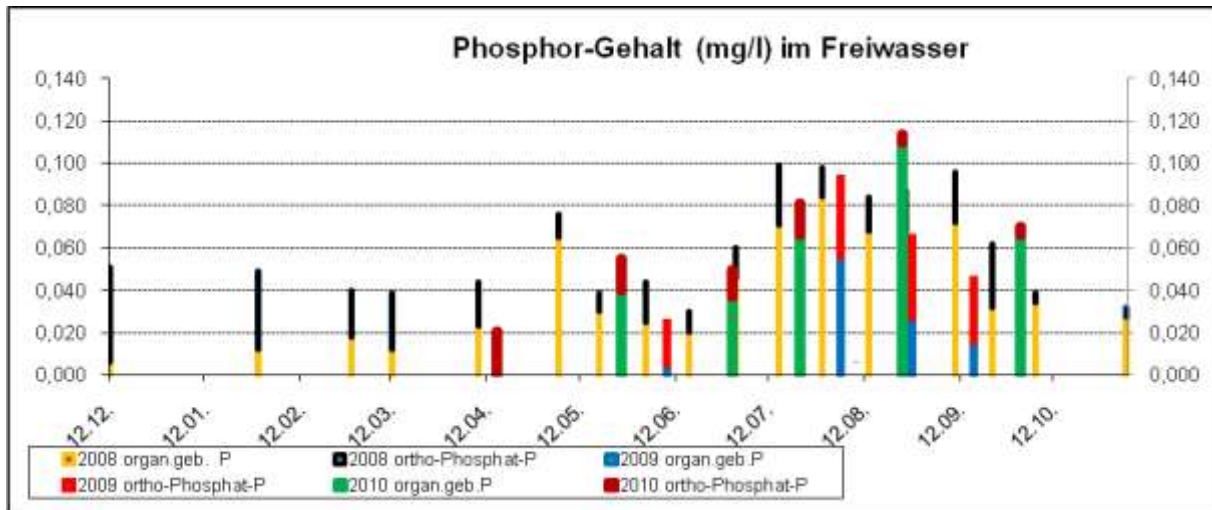


Abb.21: Anteile des gelösten ortho-Phosphat-P und organisch gebundenen Phosphors im Südteil des Hiltruper Sees 2008 bis 2010

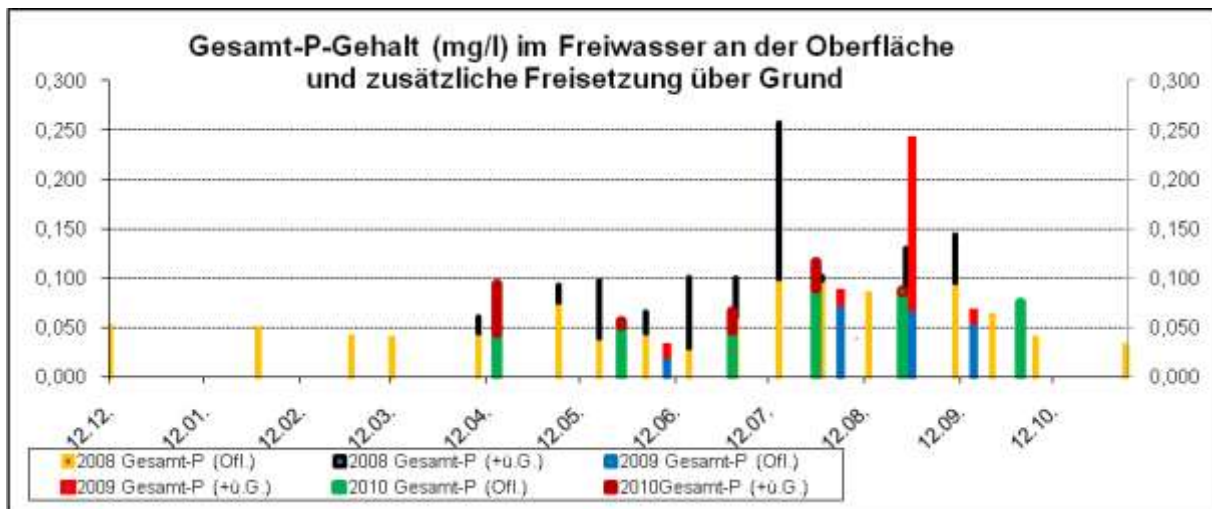
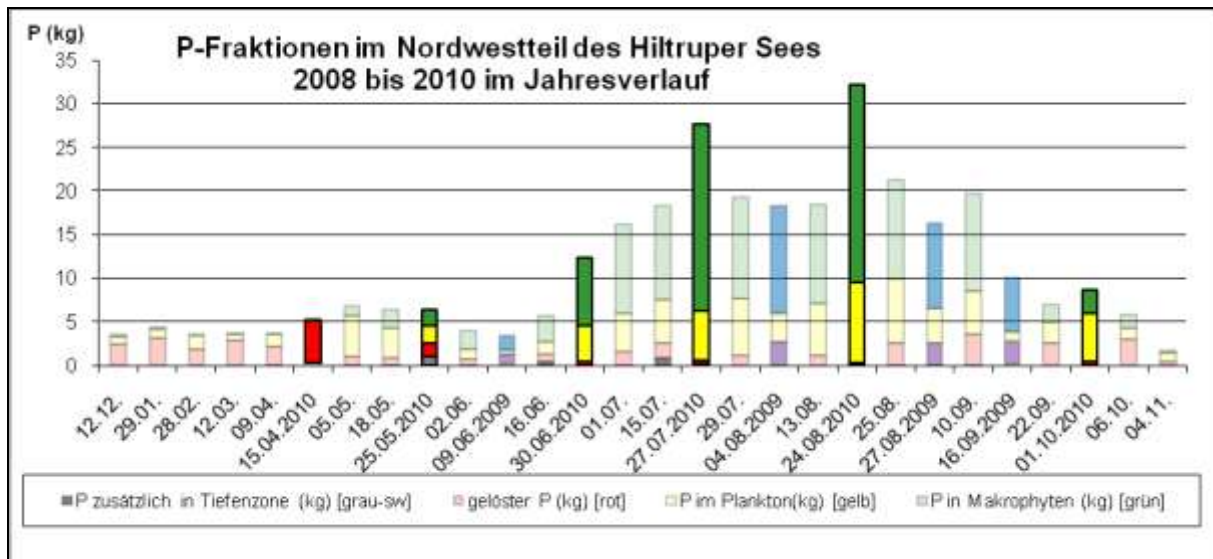
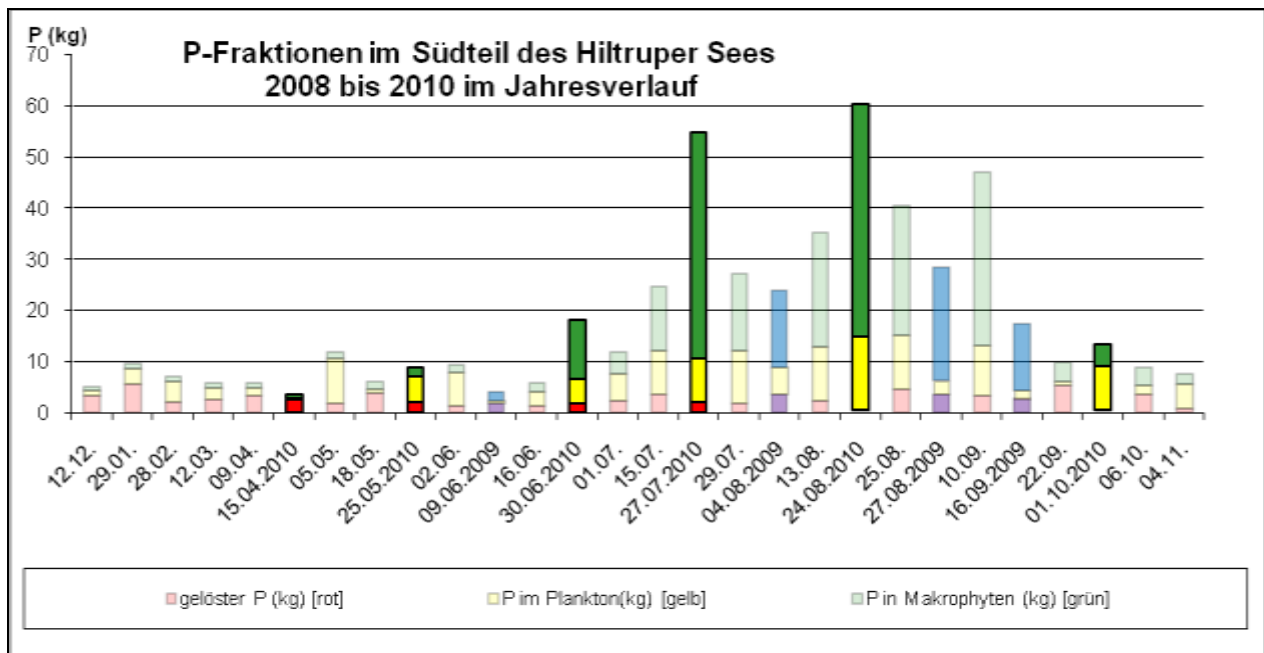


Abb.22: Gesamt-P in der oberflächennahen Schicht und zusätzliche Freisetzung über Grund im Nordostteil des Hiltruper Sees 2008 bis 2010

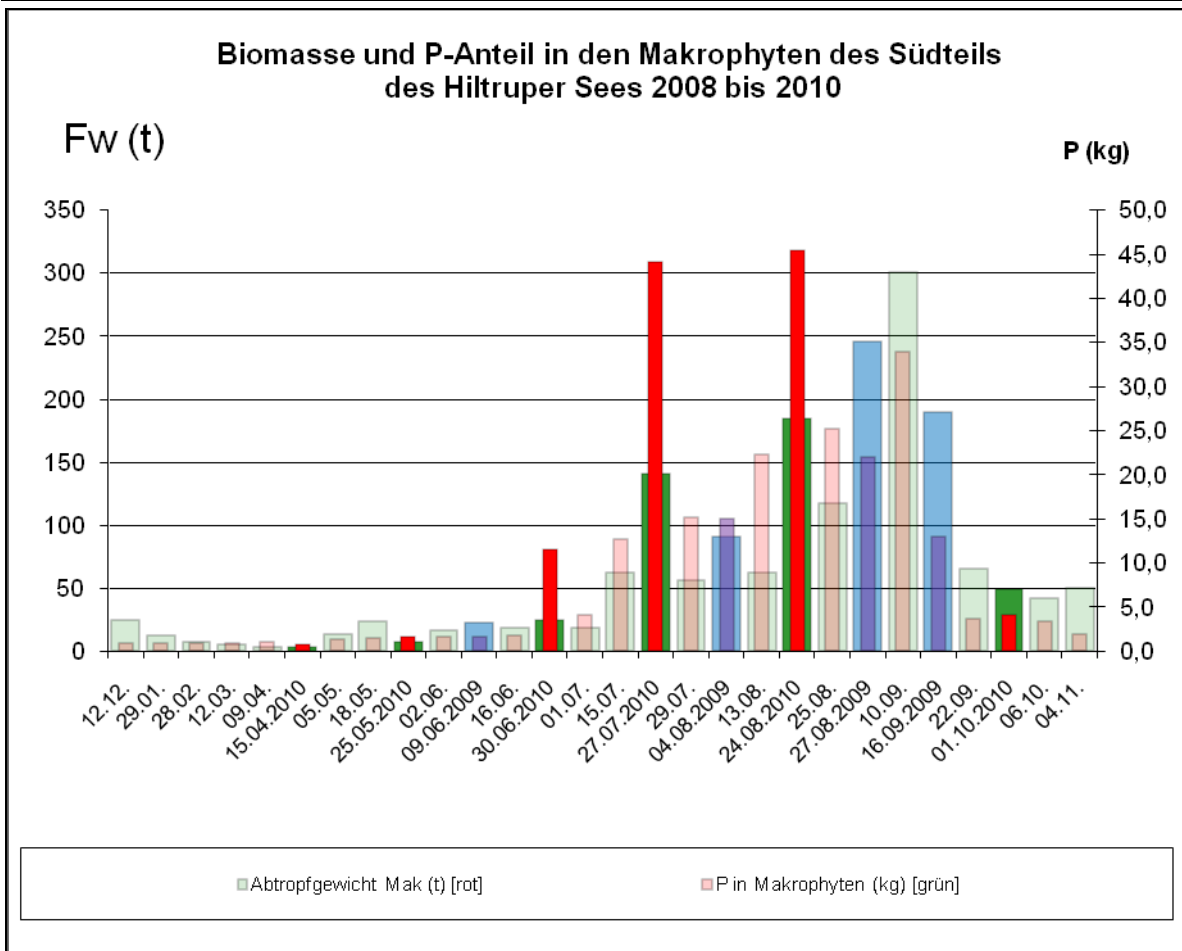


**Abb.23: Jahresverlauf der P-Fractionen (kg) im Nordwestteil des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich der Jahresverlauf 2008 und 2009 schwach unterlegt**

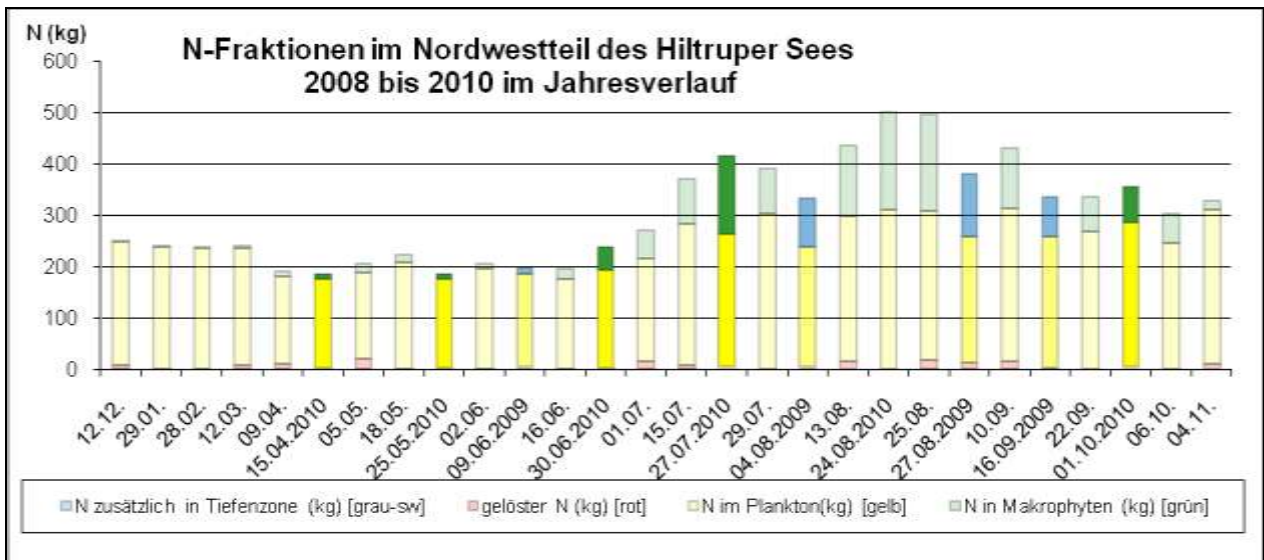


**Abb.24: Jahresverlauf der P-Fractionen (kg) im Südteil des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich der Jahresverlauf 2008 und 2009 schwach unterlegt**

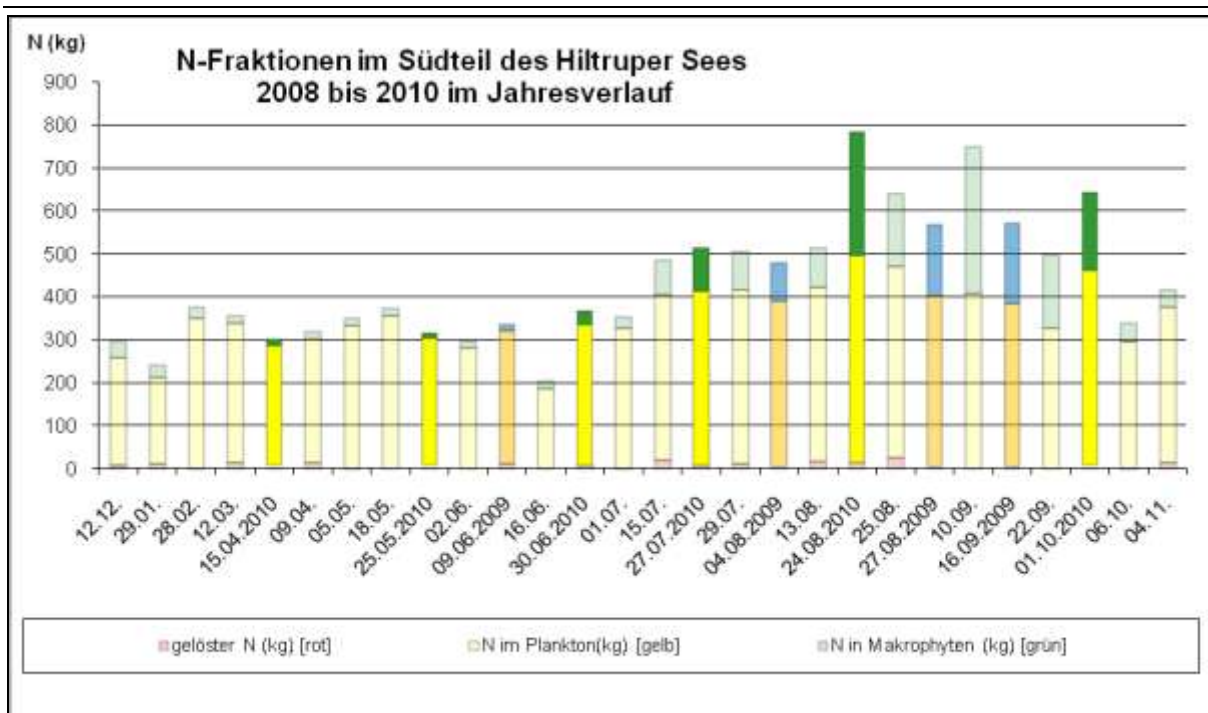




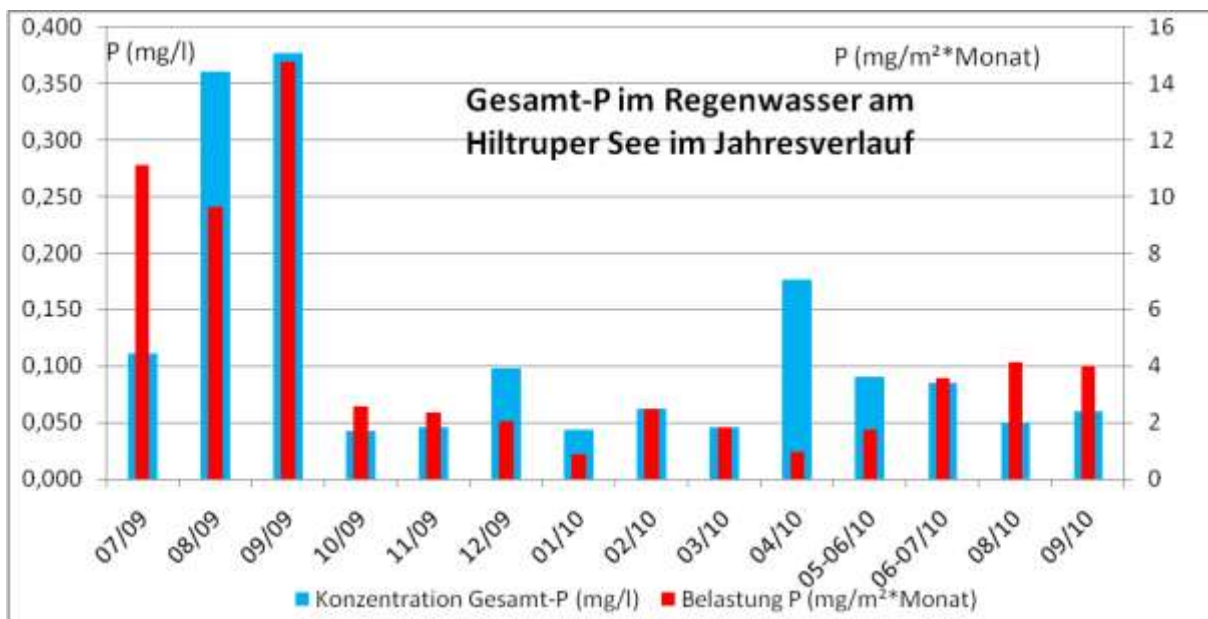
**Abb.25: Vergleich der Jahresentwicklung von Biomasse und P-Gehalt in den Makrophyten des Südteil des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich der Jahresverlauf 2008 und 2009 schwach unterlegt**



**Abb.26: Jahresverlauf der N-Fractionen im Nordwestteil des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich der Jahresverlauf 2008 und 2009 schwach unterlegt**



**Abb.27: Jahresverlauf der N-Fractionen im Südteil des Hiltruper Sees 2010; im Vergleich der Jahresverlauf 2008 und 2009 schwach unterlegt**



**Abb.28: Jahresverlauf der P-Belastung im Regenwasser an der Sammelstation am Hiltruper See in ca. 3-5-wöchigen Messperioden:  
 Gesamt-P-Konzentration (mg/l) [blau]  
 P-Flächenbelastung (mg/m<sup>2</sup>\*Monat) hochgerechnet auf jeweils einen Monat [rot]**

### 3.7 Regenwasser

Zur besseren Bewertung des Einflusses von Nährstoffen aus dem Regenwasser war im Vorjahr ein Sammler im Umfeld des Hiltruper Sees aufgestellt worden, der in ca. 4-wöchigen Messintervallen beprobt wurde.

Schon bei der Auswertung und dem Vergleich mit den verfügbaren Niederschlagsmengen an den nächstgelegenen Messstellen des DWD und der LANUV zeigten sich Unterschiede des Lokalklimas (s.o.).

Nachdem inzwischen seit Sommer 2009 über ein Jahr Datenauswertung der Regenwasser-Proben möglich war, hat sich 2010 ein verändertes Bild ergeben.



**Abb.29: Regenwassersammler am Hiltruper See.**

In dem bisherigen Messzeitraum waren hohe saisonale Schwankungen in der P-Belastung erkennbar. Um eine vergleichbaren Relation zu erhalten, wurden die Gesamt-P-Konzentrationen der aufgefangenen Regenwassermengen auf eine Fläche von 1 m<sup>2</sup> und einen Zeitraum von 1 Monat bezogen dargestellt (Abb.28).

Trotz einiger Maxima von bis zu 380 µg/l lag die durchschnittliche Konzentration über ein Jahr bei 89 µg/l.

Die Daten zeigten auch, dass im Jahr 2009 ohne auffällige Blaualgenmassenentwicklungen deutlich höhere monatliche P-Flächenbelastungen im Sommer vorhanden waren, als im Sommer 2010 mit einigen Cyanophyceen-„Blüten“.

### 3.8 Trophiestatus

Der Trophiestatus blieb 2010 unverändert eutroph, wie aus den Tab.5 und 6 ersichtlich wird.

Der durchschnittliche Gesamt-P-Gehalt war 2010 wieder etwas angestiegen (67µg/l).

Es war eine weitere geringe Zunahme der Sichttiefe im Jahresdurchschnitt zu verzeichnen, allerdings hatten die Extrema in beide Richtungen zugenommen (Klarwasserstadien und Eintrübung durch Algenwachstum).

Trotz spät einsetzenden wärmeren Wetters war der Jahresdurchschnittswert des Chlorophyll-a wieder deutlich gestiegen, Bedingt durch Algenblüten lag der Maximalwert 2010 wie schon 2008 wieder relativ hoch.

Die Hornkrautbestände im Nordostbecken waren fast verschwunden, die Wasserpest begann sich vom Nordwestteil und Südbecken weiter auszubreiten.

Im Sommer und im Herbst hatten sich mindestens zu zwei Zeitpunkten „Blaualgenblüten“ entwickelt, die Messungen von Amt lassen im Frühjahr vor Beginn des Monitoring eine weitere, kleinere vermuten.

**Der Trophiestatus als eutrophes Gewässer bleibt 2010 unverändert bestehen.**

**2010 fanden wieder mehrere Massenentwicklungen von Blaualgen statt.**

**Der Makrophyten-Bewuchs in den Wasserpest-Beständen bleibt stabil.**

**Das Hornkraut wächst nur noch in Einzelexemplaren in den Elodea-Beständen.**

**Es gab Einzelfunde des Teichfadens im Frühsommer.**

## 4 Trophietabellen

**Tab.5: Abschätzung des Trophiegrades nach den im OECD-Programm untersuchten Gewässern; nach Vollenweider (1979); m = Mittelwert, SD = Standardabweichung; im Vergleich hierzu: rechte Spalte Hiltruper See 2010 (n.g. = nicht gemessen)(ü.G. = über Grund)**

Parameter		oligotroph	mesotroph	eutroph	hypertroph	Hiltruper See
<b>Gesamt - P</b> (Jahresmittel) (µg/l)	m	8,0	26,7	84,4		<b>67</b>
	m ± SD	4,85 - 13,3	14,5 - 49	38 - 189		43-91
	Extrema	3,0 bis 17,7	10,9 bis 95,6	16,2 bis 386	750 bis 1200	21-114
	n	21	19	71	2	18
<b>Gesamt - N</b> (Jahresmittel) (µg/l)	m	661	753	1875		<b>2570</b>
	m ± SD	371 - 1180	485 - 1170	861 - 4081		2240-2900
	Extrema	307 bis 1630	361 bis 1387	393 bis 6100		2090-3200
	n	11	8	37		18
<b>Chlorophyll a</b> (Jahresmittel, Mittel in der trophogenen Zone) (µg/l)	m	1,7	4,7	14,3		<b>20,5</b>
	m ± SD	0,8 - 3,4	3,0 - 7,4	6,7 - 31		5,6-35,4
	Extrema	0,3 bis 4,5	3,0 bis 11	2,7 bis 78	100 bis 150	2,5-47,9
	n	22	16	70	2	18
<b>Chlorophyll a</b> Maximum, Mittel in der trophogenen Zone) (µg/l)	m	4,2	16,1	42,6		<b>47,9</b>
	m ± SD	2,6 - 7,6	8,9 - 29	16,9 - 107		
	Extrema	1,3 bis 10,6	4,9 bis 49,5	9,5 bis 275		
	n	16	12	46		
<b>Sichttiefe</b> (Jahresmittel) (m)	m	9,9	4,2	2,45		<b>1,80</b>
	m ± SD	5,9 - 16,5	2,4 - 7,4	1,5 - 4,0		1,14-2,46
	Extrema	5,4 bis 28,3	1,5 bis 8,1	0,8 bis 7,0	0,4 bis 0,5	0,92-3,05
	n	13	20	70	2	18

**Tab.6: Kennzeichen verschiedener Trophiegrade (nach DVWK 1988); im Vergleich unten: Hiltruper See 2010**

Trophiegrad	Allgemeine Charakterisierung	Gesamt-P (mg/m³)	Chlorophyll-a (Mittel der tropho- genen Zone, mg/m³)	Sauerstoffsättigungsindex (%) im Hypolimnion (am Ende der Sommerstagnation)
<b>oligotroph</b>	Nährstoffarm, gering produktiv, Sichttiefe > 5 m	< 14	< 3	> 70
<b>mesotroph</b>	Mäßig produktiv, mittlere Sichttiefe > 2 m	14 – 45	3 – 8	30 - 70
<b>eutroph</b>	Nährstoffreich, hoch produktiv, zeitw. Starke Algenentwicklung mit Wassertrübung, Sauerstoffübersätti- gung im Epilimnion, Sichttiefe < 2 m	> 45 – 160	> 8 - 25	0 – 30
<b>hypertroph (polytroph)</b>	Übermäßig nährstoffreich, stark produktiv, geringe Sichttiefe infolge häufigem Massenwuchses von Algen, Entwicklung von Faulschlamm und H <sub>2</sub> S, Sichttiefe < 1 m	> 160	> 25	0 (bereits im Frühsommer)

<b>Hiltruper See</b>	Polymiktischer Flachsee, makrophytenbewachsen	<b>67</b> (ü.G.bis 94)	<b>20,5</b>	in „Tiefenzonen“ < 50 %
----------------------	--	---------------------------	-------------	-------------------------



## 5 Literaturliste

- AGAMI, M. & Y. WAISEL, (1985) Inter-relationships between *Najas marina* L. and three other species of aquatic macrophytes. – *Hydrobiologia* 126, 169-173.
- BARRAT-SEGRETAIN, ELGER, A., SAAGNES, P., PUJALON, S. (2002): Comparison of three life-history traits of invasive *Elodea canadensis* (Michx.) & *E. nuttallii* (Planch.) H. St. John - *Aquatic Botany* 74: 299-313
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2006): Toxinbildende Cyanobakterien (Blualgen) in bayerischen Gewässern (Massenentwicklung, Gefährdungspotential, wasserwirtschaftlicher Bezug – Materialienband 125 (2006)
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (HRSG.) (1998): Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophytendominierten Fließgewässern – Erarbeitung von Trophieindikationswerten für ausgewählte benthische Algen und Makrophyten - Informationsberichte Heft 4/98, S. 379 - 380
- BINZER, T., SAND-JENSEN, K. & MIDDELBOE, A.L. (2006): Community photosynthesis of aquatic macrophytes - *Limnology and Oceanography* 51 (6): 2722-2733
- BOLIER, G., M. C. J. DE KONINGH, J. C. SCHMALE & M. DONZE (1992): Differential luxury phosphate response of planktonic algae to phosphorus removal – *Hydrobiologia* 243/244: 113-118
- CARIGNAN, R. & J. KALFF (1982): Phosphorus release by submerged macrophytes: Significance to epiphyton and phytoplankton - *Limnology and Oceanography* 27: 419-427.
- CARMIAHEL, W. (2009): CanoHABSearch: A list of toxic cyanobacteria
- CASPER, S.J. & KRAUSCH, H.D. (1980): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Pteridophyta und Anthophyta, 1. Teil. Band 23, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 403 S.
- CHORUS, I. (1995): Müssen in der Seesanieung Gesamtphosphat-Schwellenwerte unterschritten werden, bevor das Phytoplankton eine Reaktion zeigt? - *Limnologie aktuell* 8: 21-28.
- CHORUS, I., BARTRAM J. (eds) (1999): Toxic Cyanobacteria in Water: a Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. E & FN Spon: London. 416 pp.
- CUNY, P. et al.. (1995): Water soluble phenolic compounds of the marine phanerogam *Posidonia oceanica* in a Mediterranean area colonised by the introduced chlorophyte *Caulerpa taxifolia*. - *Aquatic Botany* 52, 237-242.
- DENYS, L., PACKET, J. & VAN LANDUYT, W. (2004): Neofyten in het Vlaamse water: signalement van vaste waarden en rijzende sterren - *Natuur.focus* 3(4): 120-128
- ELAKOVITCH, S. D. & J. W. WOOTEN, J. W (1986) Allelopathic aquatic plants for aquatic plant management; a feasibility study. - Department of the army, US Army Corps of Engineers, Washington, DC, 27 pp.
- ELAKOVITCH, S. D. & J. W. WOOTEN, J. W. (1987): An examination of the phytotoxicity of the water shield, *Brasenia schreberi*. - *Journal of Chemical Ecology*, 13, 1935-1940.
- ELAKOVITCH, S. D. & J. W. WOOTEN, J. W (1989): Allelopathic potential of sixteen aquatic and wetland plants. - *Journal of Aquatic Plant Management*, 27, 78-84.
- ELAKOVITCH, S. D. & J. YANG (1996): Structures and allelopathic effects of Nuphar alkaloids: Nupharolutine and 6,6'-dihydroxythiobinupharidine. - *Journal of Chemical Ecology* 22, 2209-2219.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa - *Scripta Geobotanica* 18: 248 S., Göttingen
- EUGELINK, A.H. (1998): Phosphorus uptake and active growth of *Elodea canadensis* and *Elodea nuttallii* - *Wat. Sci. Tech.* 37 (3) (1998), S. 59-95
- FRANK, P.A. & N. DECHORETZ (1980): Allelopathy in dwarf spikerush (*Eleocharis coloradoensis*). - *Weed Science*, 28, 49-505.
- FRITSCHLER, N., A. HUSSNER & J. BUSCH (2008): Regenerationsfähigkeit von indigenen und neophytischen Wasserpflanzen – in: Deutsche Gesellschaft für Limnologie – Tagungsbericht 2007 (Münster)

- FROST, U. (2008): Limnologische Untersuchungen der Ruhrverbandstalsperren – Trophiesituation unter besonderer Berücksichtigung der außergewöhnlichen meteorologischen Verhältnisse 2007 in: DGL – erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung 2008
- GOPAL, B. & U. GOEL (1993): Competition and allelopathy in aquatic plant communities. - *The Botanical Review*, 59, 155-210.
- GROSS, E.M. (2003): Differential response of tellimagrandin II and total bioactive hydrolysable tannins in an aquatic angiosperm to changes in light and nitrogen - *Oikos* 103:497-504.
- GROSS, E.M., MEYER, H. & G. SCHILLING (1996): Release and ecological impact of algicidal hydrolysable polyphenols in *Myriophyllum spicatum*. - *Phytochemistry* 41, 133-138.
- GUNKEL, G. 1994 (Hrsg.): Bioindikation in aquatischen Ökosystemen: 540 S., G. Fischer/Jena, Stuttgart
- HAEUPLER, H. & SCHÖNFELDER, P. (1975): Musterkarten zum Stand der floristischen Kartierung in der Bundesrepublik Deutschland, 2. Folge - *Göttinger Floristische Rundbriefe* 9: 96-105
- HAEUPLER, H. (1975): Bericht vom zweitägigen Geländetreffen der Zentralstelle Bereich Nord in Lathen/Ems - *Göttinger Floristische Rundbriefe* 9: 107-109
- HERR, W. (1985): *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John in schleswig-holsteinischen Fließgewässern - *Kieler Notizen* 17: 1-8
- HILT S. & E.M.GROSS (2006): Allelopathie stabilisiert Klarwasserstadien? Stand der Forschung; in: DGL – erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung 2006
- HILT, S., GROSS, E.M., HUPFER, M., MORSCHEID, H., MÄHLMANN, J., MELZER, A., POLTZ, J., SANDROCK, S., SCHARF, E.-M., SCHNEIDER, S. & VAN DE WEYER, K. (2006). Restoration of submerged vegetation in shallow eutrophic lakes – guideline and state of the art in Germany - *Limnologica*, 36, 155-171.
- HOESCH, A., BUHLE, M. (1996): Ergebnisse der Makrophytenkartierung Brandenburgischer Gewässer und Vergleich zum Trophiestufensystem der TGL - *Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands* 2: 84-101
- HORN, O., LASKOV, C., HUPFER, M. (2004): Root oxygen release of *Myriophyllum spicatum* and *Potamogeton crispus* - 7th Intecol Wetlands Conference, Utrecht, 25-30.07.04, Poster
- JAMES, C.S., EATON, J.W. & HARDWICK, K. (1999): Competition between three submerged macrophytes, *Elodea canadensis* Michx, *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John and *Lagarosiphon major* (Ridl.) Moss - *Hydrobiologia* 415: 35-40
- JEPPESEN, E., et al (2005). Lake responses to reduced nutrient loading – an analysis of contemporary data from 35 European and North American long term studies - *Freshwater Biology*, 50, 1747-1771.
- JEPPESEN, E., M. SØNDERGAARD, M. MEERHOFF, T. L. LAURIDSEN & J. P. Jensen (2007): Shallow lake restoration by nutrient loading reduction-some recent findings and challenges ahead - *Hydrobiologia* 584: 239- 252.
- JORGA, W., WEISE, G. (1979): Biomassenentwicklung submerser Makrophyten in langsam fließenden Gewässern in Beziehung zum Sauerstoffhaushalt - *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 62: 209-234
- KABUS, T. (2008): Verbreitung submerser Makrophyten in den Weichwasserseen des brandenburgischen Jungmoränenlandes. Erste Ergebnisse; in: DGL – erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung 2008
- KAHNT, U., KONOLD, W., ZELTNER, G.-H., KOHLER, A. (1989): Wasserpflanzen in Fließ-gewässern der Ostalb - *Ökologie in Forschung und Anwendung* 2: 148 S. & Anhang.
- KOHLER, A. (1995): Neophyten in Fließgewässern - Beispiele aus Süddeutschland und dem Elsaß - *Schriftenreihe für Vegetationskunde (Sukopp-Festschrift)* 27: 405-412
- KOHLER, A. (1978): Wasserpflanzen als Bioindikatoren - *Beih. Veröff. Natursch. Landschaftspfl. Bad.-Württ.* 11: 259-281
- KOHLER, A. (1982): Wasserpflanzen als Belastungsindikatoren - *Decheniana-Beihefte* 26: 31-42

- KOHLER, A., BRINKMEIER, R. & VOLLRATH, H. (1974): Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au - Ber. Bayer. Bot. Ges. 45: 4-36
- KOHLER, A., HEIMBERGER, K., ZELTNER, G.-H. (1994): Die Makrophytenvegetation in Fließgewässern des Erdinger Moores (Münchener Ebene) – Ihre Entwicklung von 1973 bis 1992 - Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim, Beiheft 1: 101 S.
- KOHLER, A., JANAUER, G. A. (1998): Zur Methodik der Untersuchungen von aquatischen Makrophyten in Fließgewässern. In: STEINBERG, BERNHARDT & KLAPPER (Hrsg.): Handbuch Angewandte Limnologie VIII-1.1.1.3: 1-22, ecomed
- KÖHLER, J., HILT, S., ADRIAN, R., KOZERSKI, H.-P., NICKLISCH, A. & WALZ, N. (2005). Long-term response of a shallow, moderately flushed lake to reduced external phosphorus and nitrogen loading - Freshwater Biology, 50, 1639-1650.
- KOWARIK, I. (2003): Biologische Invasionen: Neophyten und Neozoen in Mitteleuropa - Ulmer, Stuttgart. S. 202 f.
- KOWARIK, I. (1988): Zum menschlichen Einfluss auf Flora und Vegetation - Landschaftsentwicklung und Umweltforschung 56: 280 S., Berlin
- KUMMER, V. & JENTSCH, H. (1997): *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John nun auch in Brandenburg - Verh. Bot. Ver. Berlin und Brandenburg 130: 185-198
- KUNDEL, W. (1990): *Elodea nuttallii* (Planchon) St. John in Flußmarschgewässern bei Bremen - Tuexenia 10: 41-48
- LAWA (LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER) (1998): Gewässerbewertung – stehende Gewässer - Vorläufige Richtlinie für eine Erstbewertung von natürlich entstandenen Seen nach trophischen Kriterien: 74 S., Schwerin
- MADSEN, T.V., BRIX, H. (1997): Growth, photosynthesis and acclimation by two submerged macrophytes in: relation to temperature - Oecologia 110: 320-327.
- MELZER, A. (1976): Makrophytische Wasserpflanzen als Indikatoren des Gewässerzustandes oberbayrischer Seen; dargestellt im Rahmen limnologischer Untersuchungen an den Osterseen und den Eggstädt-Hemhofer Seen (Oberbayern) - Dissertationes Botanicae 34: 195 S. Cramer, Vaduz.
- MESTERS, C. M. L. (1997): Polluted Dutch transboundary streams: effects on aquatic macrophytes: 127 pp., Thesis Utrecht University, Utrecht
- NAGASAKA, M. (2004): Changes in biomass and spatial distribution of *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John, an invasive submerged plant, in oligomesotrophic Lake Kizaki from 1999 to 2002 - Limnology 5: 129-139
- NAGASAKA, M., YOSHIZAWA, K., ARIIZUMI, K. & HIRABAYASHI, K. (2002): Temporal changes and vertical distribution of macrophytes in Lake Kawaguchi - Limnology 3: 107-114
- NINO, F.D. et al. (2005): response of *Elodea nuttallii* (Planch) H. St. John to manual harvesting in the North-East of France - Hydrobiologia 551, 147-157
- OZIMEK, T., VAN DONK, E. & GULATI, R.D. (1993): Growth and nutrient uptake by two species of *Elodea* in experimental conditions and their role in nutrient accumulation in a macrophyte-dominated lake - Hydrobiologia 251: 13-18
- PETZOLD, F., KABUS, T., BRAUNER, O., HENDRICH, L., MÜLLER, R., MEISEL, J. (2006): Natürliche eutrophe Seen (FFH-Lebensraumtyp 3150) in Brandenburg und ihre Besiedlung durch Makrophyten und ausgewählte Gruppen des Makrozoobenthos. – Naturschutz und Landschaftspflege 15 (2): 36-47.
- PIETSCH, W. (1972): Ausgewählte Indikatoreigenschaften höherer Wasserpflanzen - Arch. Natursch. Landschaftsforsch. 12: 121-151
- PIETSCH, W. (1982): Makrophytische Indikatoren für die ökochemische Beschaffenheit der Gewässer. In: Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung Bd II, 2. Auflage: 67-88, Fischer, Jena
- PLANAS, D. et al. (1981): Ecological significance of phenolic compounds of *Myriophyllum spicatum* - Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie 21, 1492-1496.



- POTT, R. (1980): Die Wasser- und Sumpfvvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht - Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen - Abh. Landesmus. Naturk. Münster/Westfalen 42: 1-156
- REMY, D. (1993): Licht als begrenzender Faktor für die Verbreitungsmöglichkeit von Makro-phyten in unterschiedlichen Gewässertypen - Verhdlg. Ges. Ökol. 22: 285-288
- RICE, E.L. (1984): Allelopathy - Academic Press Inc., Orlando.
- RÖNICKE, H. et al (2006): Wachstumsdynamik von *Elodea nuttalli* im Tagebausee Goitsche in: DGL – erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung 2006
- RÖNICKE, H., O. BÜTTNER, M. SCHULTZE & P. HERZSPRUNG (2008): Abundanzdynamik und interne Nährstoffversorgung der Litoralbestände submerser Makrophyten im Tagebausee Goitsche; in: DGL – erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung 2008
- RUHRVERBAND (2007): Abschlussbericht der F&E Vorhabens Untersuchungen zur Massenentwicklung von Wasserpflanzen in den Ruhrstauseen und Gegenmaßnahmen
- SAS, H. (1989): Lake Restoration by reduction of nutrient loading: expectations, experiences, extrapolations/ coordination - Academia Verlag Richarz, St. Augustin. 497 S
- SCHEFFER, M. (1998): Ecology of shallow lakes. Chapman & Hall, London
- SCHEFFER, M. et al (1993): alternative equilibria in shallow lakes; trends in ecology and evolution 8, 275-279
- SEEHAUS, A. (1992): Die Ausbreitung von *Elodea nuttalli* (Planch.) St. John in der Leineau südlich von Hannover im Zeitraum von 1973-1991 - Floristische Rundbriefe 26 (2): 72-78
- SIMPSON, D.A. (1984): A short history of the introduction and spread of *Elodea Michx* in the British Isles - *Watsonia* 15: 1-9
- SIMPSON, D.A. (1986): Taxonomy of *Elodea* in the British Isles. *Watsonia* 16: 1-14
- SIMPSON, D.A. (1990): Displacement of *Elodea canadensis* Michx. by *Elodea nuttalli* (Planch.) St. John in the British Isles - *Watsonia* 18: 173-177
- ST. JOHN, H. (1965): Monograph of the genus *Elodea* (Hydrocharitaceae): Part 4 and summary. The species of eastern and central North-America - *Rhodora* 67: 1-35, 155-180
- SURHOLT, B. (2001): Toxine der Cyanobakterien im Aasee – Gutachten im Auftrag der Stadt Münster
- TRAPP, S. (1995): Wasserpflanzen Bremer Seen und ihr Verhältnis zur Gewässergüte - Abh. Naturw. Verein Bremen 43: 165-177, Bremen
- TREMP, H. (2001): Standortliche Differenzierung der Vorkommen von *Elodea canadensis* Michx. und *Elodea nuttalli* (Planch.) St. John in Gewässern der badischen Oberrheinebene - Ber. Inst. Landschafts- Pflanzenökologie Univ. Hohenheim 10: 19-32
- TÜXEN, R., PREISING, E. (1942): Grundbegriffe und Methoden zum Studium der Wasser- und Sumpfpflanzen - *Deutsche Wasserwirtschaft* 37: 10-17, 57-69
- UMWELTWISSENSCHAFTEN UND SCHADSTOFF-FORSCHUNG (1983) Verlag Springer Berlin / Heidelberg ISSN0934-3504 (Print) 1865-5084 (Online) HeftVolume 5, Number 1 / Februar 1993
- VERGEER, L.H.T. & A. DEVELI (1996): Phenolic acids in healthy and infected leaves of *Zostera marina* and their growth-limiting properties towards *Labyrinthula zosterae* - *Aquatic Botany* 58, 65-72.
- VÖGE, M. (1980): *Elodea nuttalli* (Planch.) St. John im Öjendorfer See in Hamburg - *Kieler Notizen* 12: 7
- VÖGE, M. (1994): Tauchbeobachtungen in Siedlungsgewässern von *Elodea nuttalli* (Planch.) St. John - *Tuexenia* 14: 335-342
- VÖGE, M. (1995): Langzeitbeobachtungen an *Elodea nuttalli* (Planch.) St. John in Norddeutschen Seen - *Floristische Rundbriefe* 29 (2): 189-193
- VÖGE, M. (2003): Was macht *Elodea nuttalli* so erfolgreich gegenüber *Elodea canadensis*? - *Floristische Rundbriefe* 37(1/2): 37-40

- WATTENDORF, J. (1964): *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John im Teich des Botanischen Gartens zu Münster (Westf.) - *Natur und Heimat* 24: 86-91
- WEBER-OLDECOP, D.W. (1974): *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John im Maschsee bei Hannover - *Göttinger Floristische Rundbriefe* 8: 63-64
- WEBER-OLDECOP, D.W. (1977): *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John, eine neue limnische Phanerogame der deutschen Flora - *Archiv für Hydrobiologie* 79: 397-403
- WEYER, K. VAN DE (1998): Untersuchungen zur submersen Makrophytenvegetation in der Lippe im Rahmen des Biomonitoringprojektes Haltern-Lippramsdorf-Marl (HaLiMa) - unveröff. Gutachten, erstellt im Auftrag der LÖBF/LAfAO NRW
- WIEGLEB, G. (1979): Die Verbreitung von *Elodea nuttallii* (Planch.) St. John im westlichen Niedersachsen - *Drosera* (79) 1: 9-14
- WIEGLEB, G. (1991): Die Lebens- und Wuchsformen der makrophytischen Wasserpflanzen und deren Beziehungen zur Ökologie, Verbreitung und Vergesellschaftung der Arten - *Tuexenia* 11: 135-147.
- WIEGLEB, G. (1978): Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern - *Arch. Hydrobiol.* 83: 443-484
- WIEHLE, I. (2008): Phytoplanktonentwicklung in einem hocheutrophen, polymiktischen Flachsee während einer Restaurationsmaßnahme (Großer Seddiner See); in: DGL – erweiterte Zusammenfassung der Jahrestagung 2008
- WIUM-ANDERSEN et al. (1987): Algal growth inhibitors in *Sium erectum* Huds. - *Archiv für Hydrobiologie*, 111, 317-320.
- WIUM-ANDERSEN, S. (1987): Allelopathy among aquatic plants. - *Archiv für Hydrobiologie* 27, 167-172.
- WIUM-ANDERSEN, S. et al. (1982): Allelopathic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales). – *Oikos* 39, 187-190.
- WIUM-ANDERSEN, S. et al. (1983): Elemental sulphur, a possible allelopathic compound from *Ceratophyllum demersum*. – *Phytochemistry* 22, 2613
- WOLFF, P. (1980): Die Hydrillae (Hydrocharitaceae) in Europa - *Göttinger Floristische Rundbriefe* 14: 33-56
- WOOTEN, J.W. & S.D. ELAKOVITCH (1991): Comparisons of potential allelopathy of seven freshwater species of Spikerushes (*Eleocharis*). - *Journal of Aquatic Plant Management* 29, 12-15.