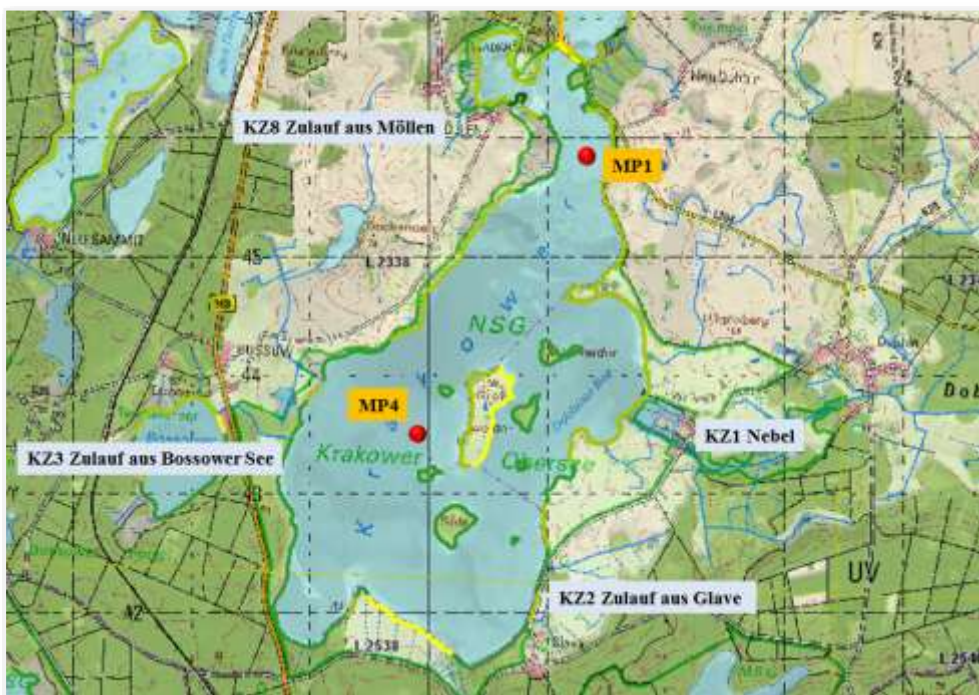


Krakower Obersee Gutachten 2018

Seenummer	190000	
Seefläche	798,7	ha
maximale Tiefe	28,3	m
mittlere Tiefe	4,47	m
Einzugsgebiet	151	km²
Referenzzustand	mesotroph	
Theoretische Sichttiefe	3,80	m
Seetyp	10	
FFH Gebiet	Nebeltal mit Zuflüssen	

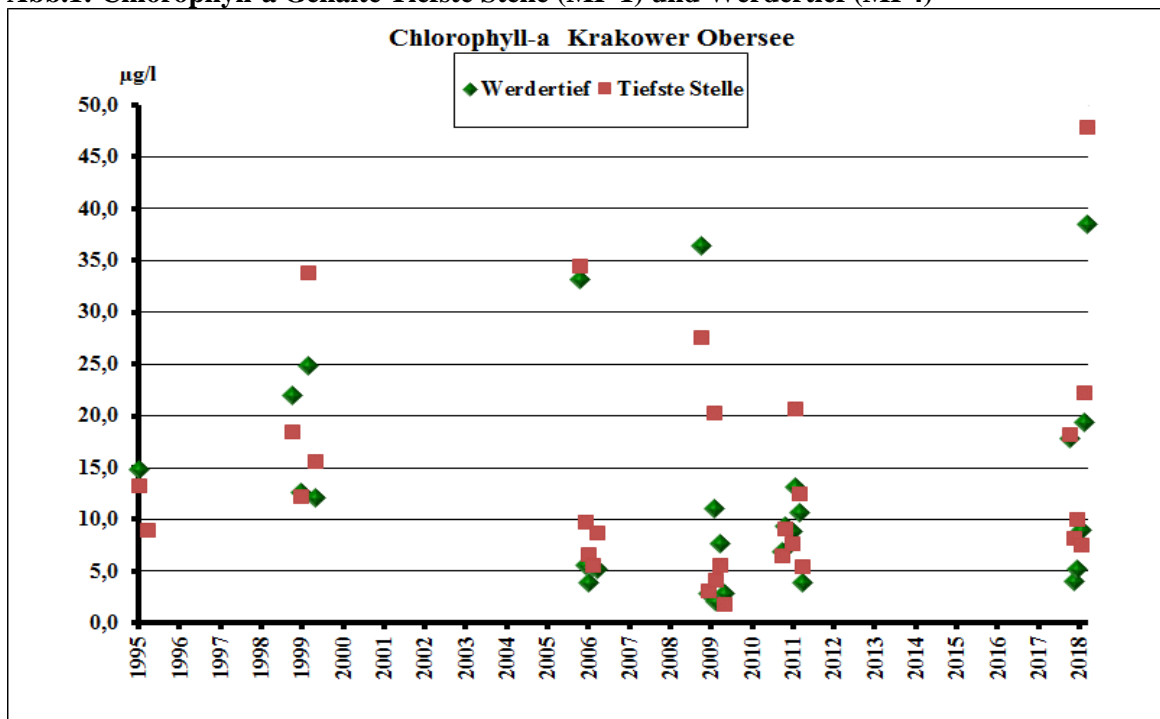
Der Krakower Obersee (Karte) ist als Naturschutzgebiet und internationales Vogelschutzgebiet seit 1978 unter Schutz gestellt. Er ist Bestandteil des Naturparks Nossentiner und Schwinzer Heide. Der Obersee ist mit dem Krakower Untersee nur über einen schmalen Durchlaß am Wadehäng verbunden. Der See ist durch Inseln gegliederten. Er hat mit dem Möllner Seeteil eine stark abgegrenzte Bucht, die 2007 durch eine Phosphatfällung restauriert wurde. Der Krakower See wird von der Nebel durchflossen. Die Nebel mündet bei Walkmöhl in den Obersee. Sie ist wie der See ein nach WRRL berichtspflichtiges Gewässer. Der Obersee wurde 2018 an zwei Meßstellen untersucht (siehe Karte). Er ist ein stabil geschichtetes Gewässer, das dem Seetyp 10 (kalkreicher, geschichteter Tieflandsee mit relativ großem Einzugsgebiet) zugeordnet wird. Weitere Untersuchungen liegen aus den Jahren 1995, 1999, 2006, 2009 und 2011 vor. Neben dem Nebel, die auch regelmäßig im Landesmeßnetz an der Meßstelle Dobbin untersucht wird, wurden die Zuläufe aus Glave, aus Mölln und dem Bossower See beprobt. Eine Vermessung fand 1998 statt. Eine Uferkartierung wurde 2004 per Luftbild durchgeführt.

Karte: Krakower See - Obersee Meßstellen und Zuläufen



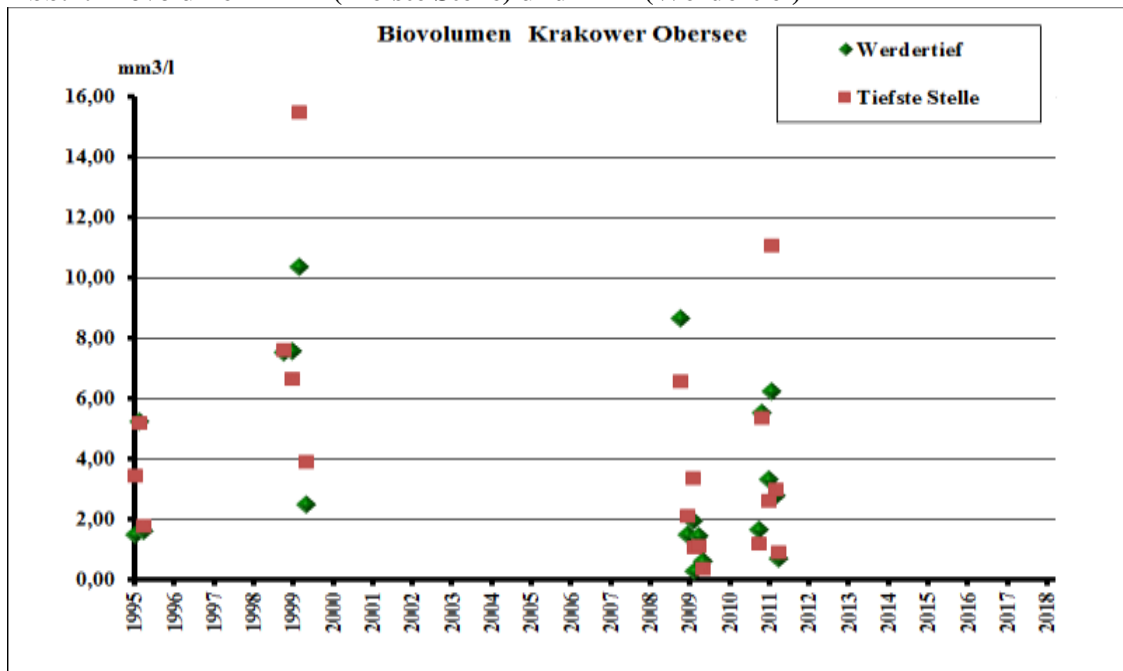
Der Krakower Obersee bildet ganzjährig Phytoplankton allerdings in vergleichsweise geringen Mengen aus. Die höchsten Chlorophyll-a Gehalte (Abb.1) traten an den beiden Meßstellen jeweils im Frühjahr und/oder Herbst (2018) auf. Meist verursacht durch Kieselalgenblüten. Die Maxima der Reihe wurden im Herbst 2018 mit 38,5 µg/l Chlorophyll-a (Abb.1) am MP4 (Werdertief) und 47,9 µg/l am MP1 (Tiefste Stelle) gemessen. 2018 waren die Werte im Sommer am MP4 mit 6,9-9,3 µg/l sehr gering. Der MP1 lag leicht höher. Geringe Sommerwerte sind typischen für den Krakower Obersee. Eine Tendenz über die Untersuchungs-jahre ist für das Chlorophyll-a nicht zu erkennen (Abb.1). An der tiefsten Stelle (MP1) wurden meist leicht höhere Chlorophyll-a Gehalte als am Werdertief (MP4) bestimmt.

Abb.1: Chlorophyll-a Gehalte Tiefste Stelle (MP 1) und Werdertief (MP4)



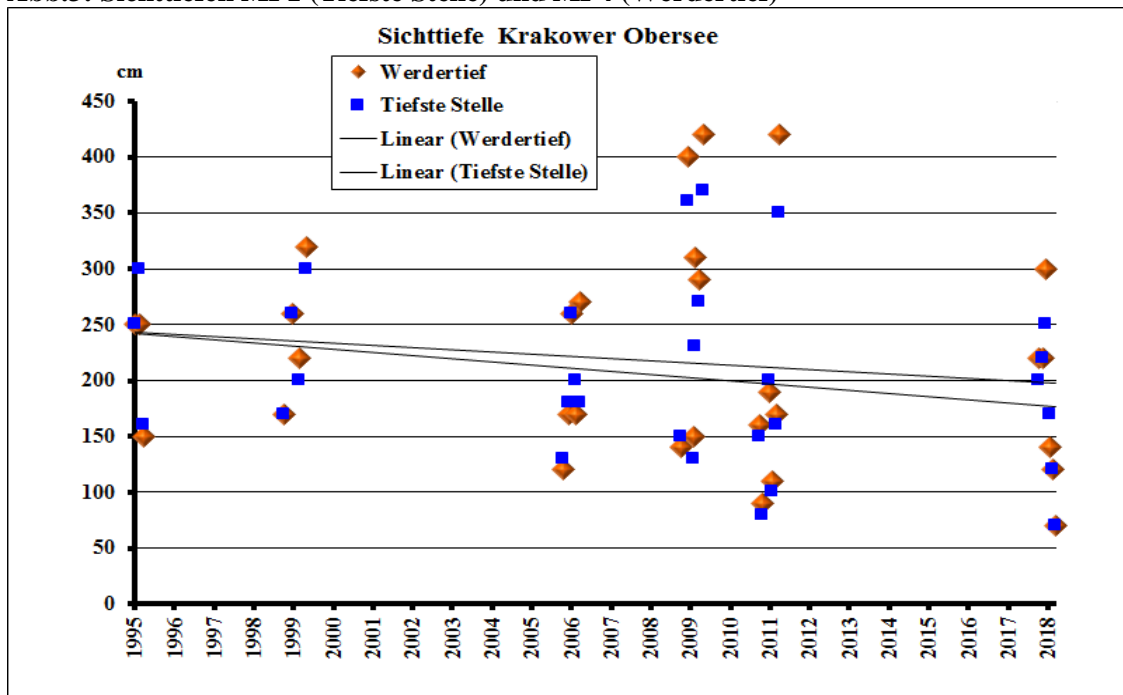
An beiden Meßstellen im Krakower Obersee besteht das Phytoplankton überwiegend aus Kieselalgen und verschiedenen Gattung Flagellaten. Blaualgen spielen bis 2018 kaum eine Rolle. Die Kieselalgen bilden regelmäßig Frühjahrs- und Herbstblüten aus. 2011 ist die Herbstblüte der Kieselalgen allerdings nicht aufgetreten. In einige Jahren dominierten in den Sommermonaten relativ großen Panzerflagellaten, die das Biovolumen (Abb.2) in die Höhe treiben. Das maximale Biovolumen der Meßreihe wurde 1999 im August mit 15,5 mm³/l am MP1 erreicht. Am MP4 wurden 10,4 mm³/l gemessen. An dieser Meßstelle wurde das Maximum im September 1995 mit 11,25 mm³/l bestimmt. Mit Ausnahmen dieser Werte lagen die Biovolumina (Abb.2) immer deutlich unter 10 mm³/l. Für 2018 liegen noch keine Phytoplanktondaten für die Routineüberwachung vor. Im limnologischen Gutachten wurde für 2018 festgestellt, daß die typischen Abfolge von Kieselalgen im Frühjahr und Flagellaten im Sommer sowie Kieselalgen im Herbst durch eine starke Blaualagenentwicklung mit hoher Trübung im August und September unterbrochen wurde. Dies führt zu ungewöhnlich geringen Sichttiefen und hohen Chlorophyll-a Gehalten. Sollte diese Entwicklung anhalten wäre dies ein Alarmsignal für eine deutliche Verschlechterung des Sees.

Abb.2: Biovolumen MP1 (Tiefste Stelle) und MP4 (Werdertief)



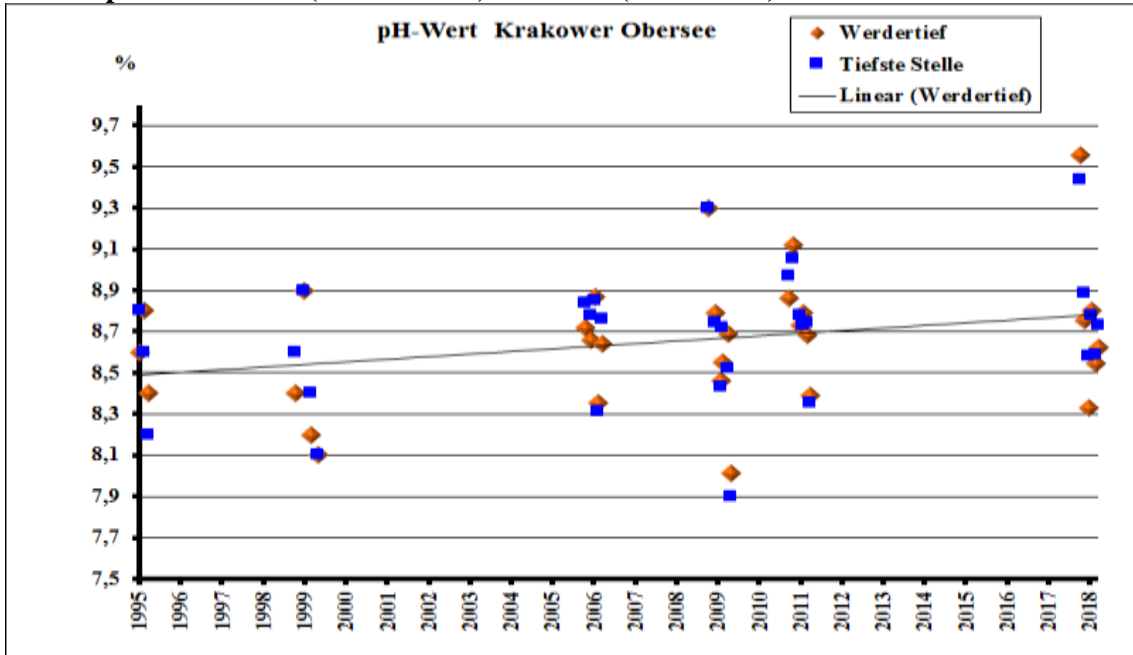
Die Sichttiefen lagen in den Untersuchungsjahren meist zwischen 1,0 m und 4,5 m (Abb.3). Im April 2011 wurde erstmals eine Sichttiefe (80 cm MP1)) unter einem Meter bestimmt, 2018 im September wurde an beiden Meßstellen nur 70 cm Sichttiefe gemessen. Die höchsten Sichttiefen werden an beiden Meßstellen meist im Juni zum Klarwasserstadium beobachtet. 2018 wurden insgesamt geringere Sichttiefen als in den Vorjahren ermittelt, so daß sich ein abnehmender Trend ergibt (Abb.3).

Abb.3: Sichttiefen MP1 (Tiefste Stelle) und MP4 (Werdertief)



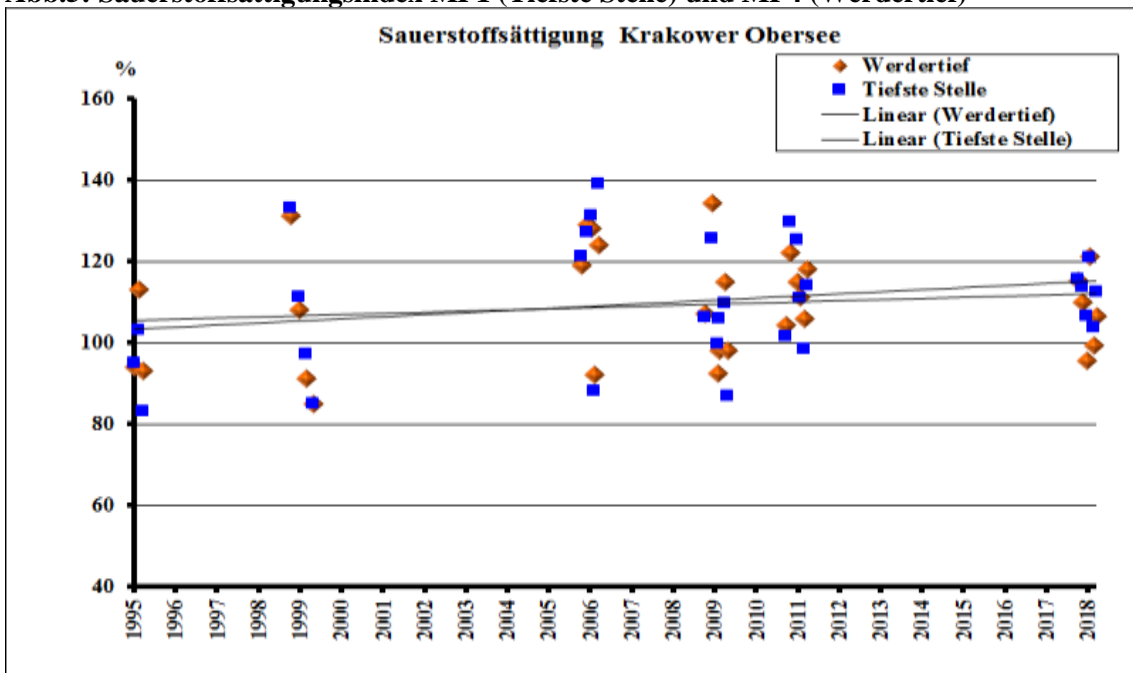
Die Sofortmeßwerte für die beiden Meßstellen sind sich sehr ähnlich. Die Leitfähigkeiten variieren zwischen den Meßpunkten nur wenig. Im Mittel lagen sie zwischen 398 und 479 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Die höchsten Werte wurden im Frühjahr bestimmt. Die pH-Werte (Abb.4) lagen an der überwiegenden Anzahl der Termine über 8,5. Im Frühjahr 2018 wurde am MP1 mit 9,4 und am MP4 mit 9,6 jeweils das bisherige Maximum ermittelt. 2018 lagen die pH-Werte an beiden Meßstellen deutlich höher als in den Vorjahren (Abb.4).

Abb. 4: pH-Werte MP1 (Tiefste Stelle) und MP4 (Werdertief)



Zu Zeiten einer aktiven Phytoplanktonentwicklung im Frühjahr und/oder Herbst (Kieselalgen) wurden Übersättigungen (Abb.5) bis maximal 39 % ermittelt. 2018 war der Obersee an beiden Meßstellen meist leicht übersättigt. Maximal wurden 2018 121 % Sättigung erreicht.

Abb.5: Sauerstoffsättigungsindex MP1 (Tiefste Stelle) und MP4 (Werdertief)



Die von Juni bis August aufgenommenen Tiefenprofile der Temperatur und des Sauerstoffs weisen für beide Meßstellen eine stabile Temperaturschichtung aus (Abb.6 und 7). Parallel zur Temperatursprungschicht wurde eine Sauerstoffschichtung nachgewiesen (Abb.6 und 7). Unterhalb der Sprungschicht trat ein erheblicher Sauerstoffschwund auf. 2018 wurde im Mai am MP1 die Ausbildung der Schichtung beobachtet (Abb.6). Im Juni war die Temperatursprungschicht bei ca. 6 m deutlich ausgebildet und Sauerstoffschwund eingetreten. Im August 2018 war ab ca. 8 m kein Sauerstoff mehr vorhanden. Am MP4 war die Entwicklung ähnlich, nur daß der Sauerstoffschwund bereits ab ca.7 m eingetreten ist (Abb.7). Je nach Witterungsverhältnissen ist die Sprungschicht im September aufgelöst oder nicht. 2009 war Mitte September das Tiefenwasser bereits wieder eingemischt, 2011 und 2018 nicht (Abb.8). Die typischen Begleitumstände anaerober Verhältnisse wie die Freisetzung von Phosphor, der verbundene Anstieg von Eisen und Mangan sowie die Zunahme des Ammoniumstickstoffs im Tiefenwasser wurden immer nachgewiesen.

Abb.6: Tiefenprofile Sauerstoff MP 1 (Tiefste Stelle)

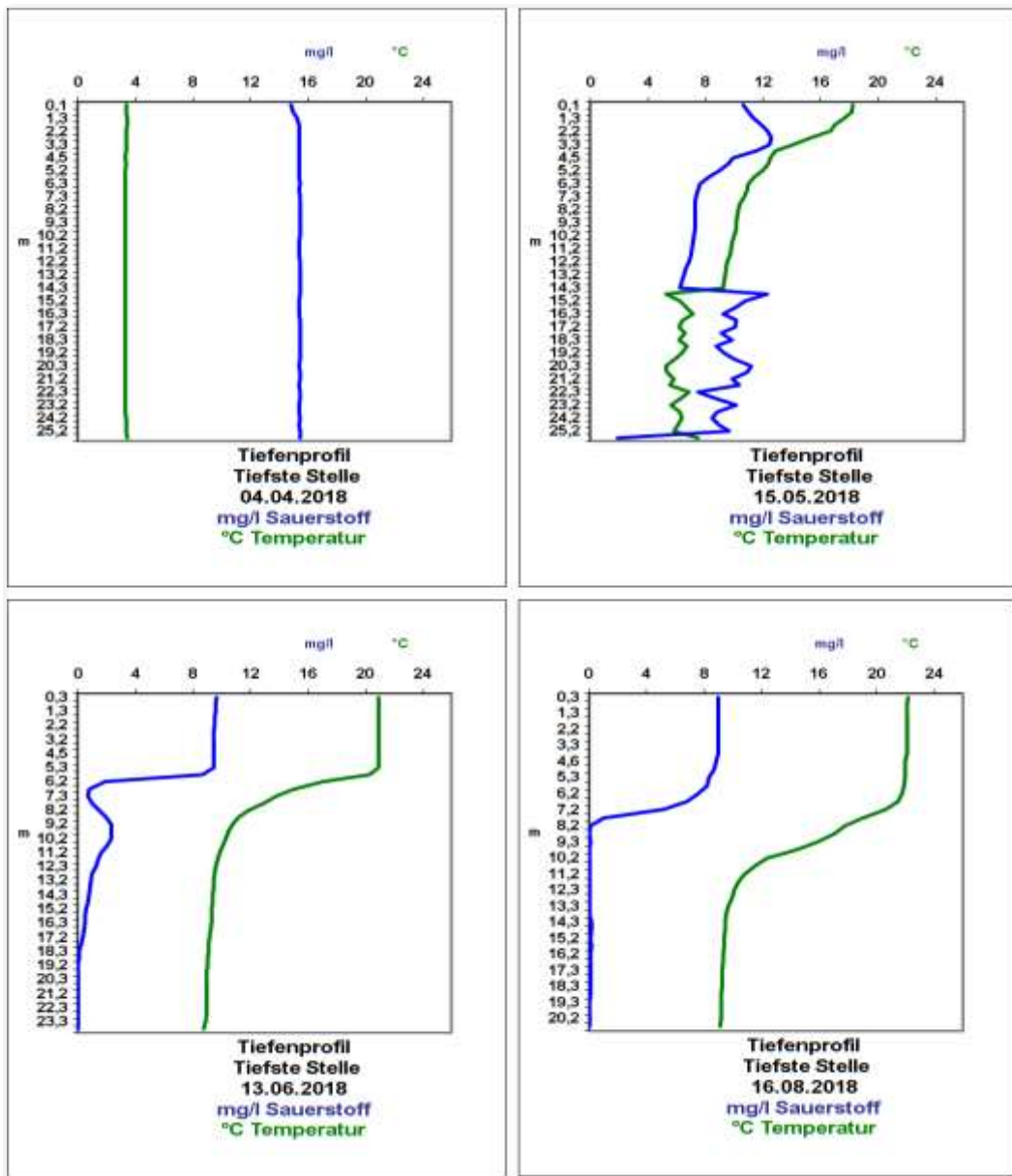
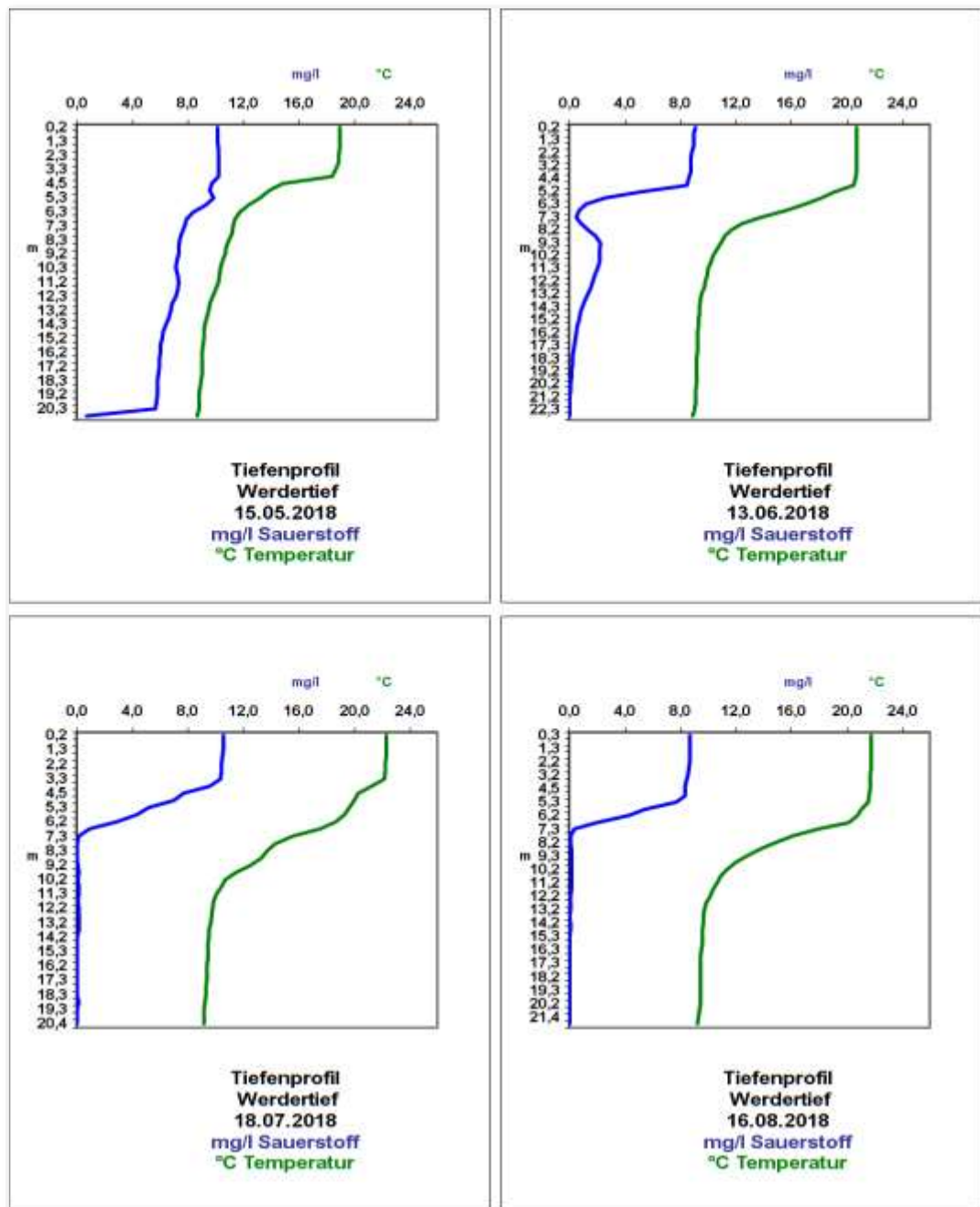
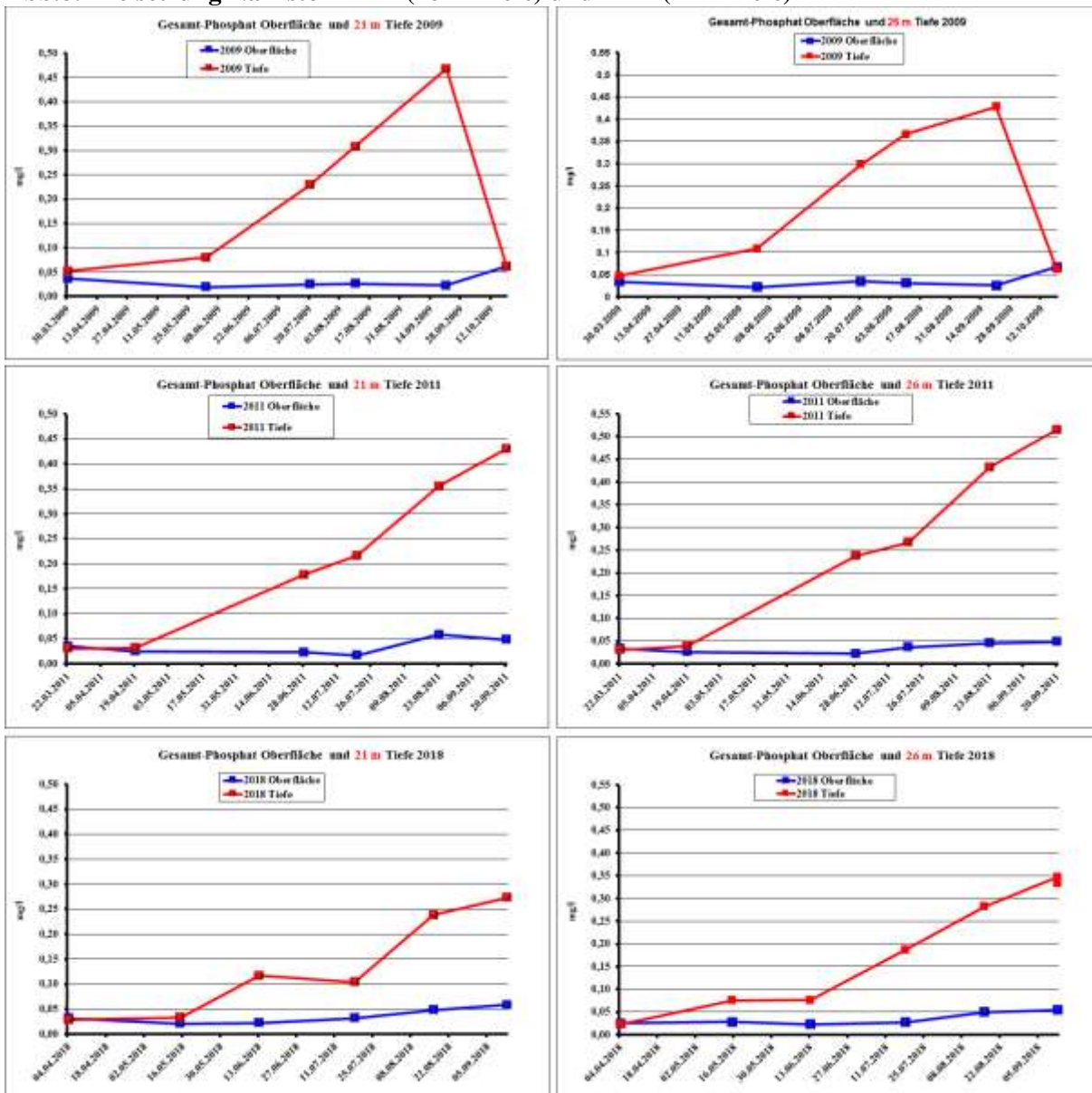


Abb.7: Tiefenprofile Sauerstoff MP 4 (Werdertief)



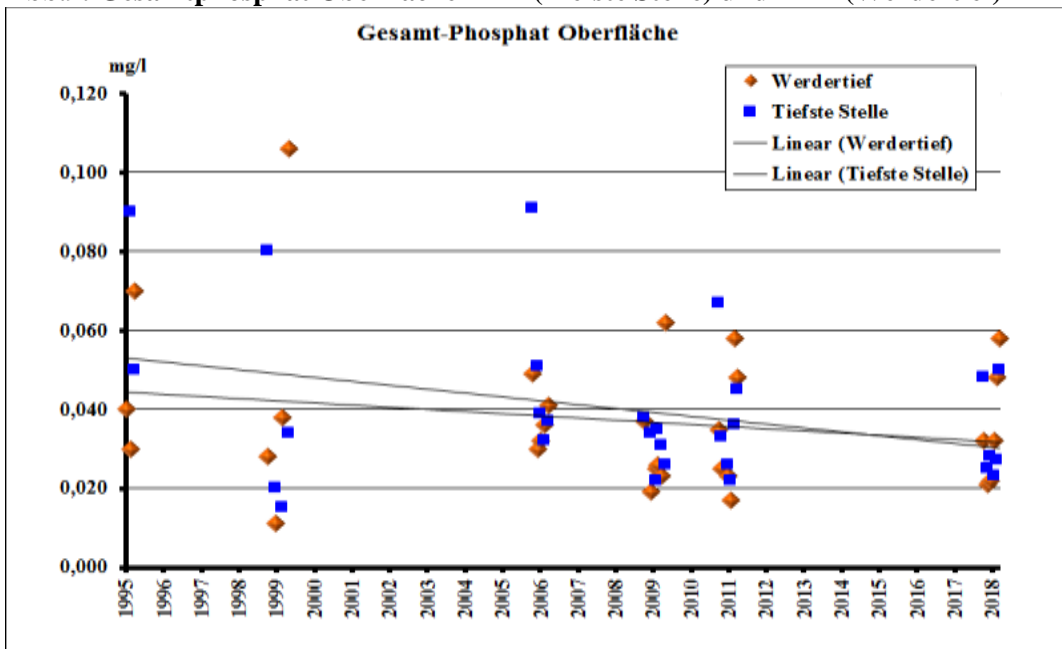
Wie die Abbildung 8 zeigt, hängt die Nährstofffreisetzung im Tiefenwasser von der Dauer der Schichtung ab. Während 2011 im September bei noch vorhandenem Sauerstoffschwund im Tiefenwasser (Abb.5) sehr hohe Phosphatgehalte über Grund ermittelt wurden, war 2009 die Freisetzung bereits beendet. Die Phosphorfreisetzung sorgt für eine interne Düngung und ist Grundlage für die Phytoplanktonentwicklung im nächsten Frühjahr.

Abb.8: Freisetzung Nährstoff MP1 (26 m Tiefe) und MP4 (21m Tiefe)



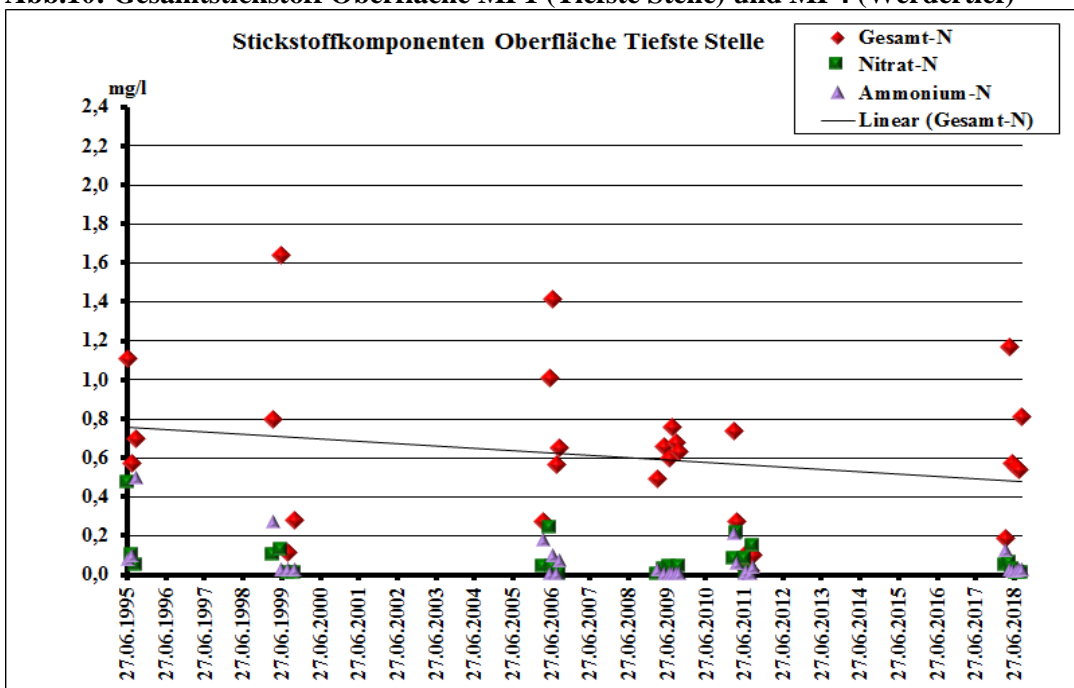
Der Gesamtphosphor im Oberflächenwasser des Krakower Obersees hat seit den 90er Jahren abgenommen (Abb.9). In den letzten Untersuchungsjahren wurden mit wenigen Ausnahmen nur noch Gesamtphosphorgehalte bis 60 µg/l P nachgewiesen. 2018 bestätigt dies für beide Meßstellen (Abb.9). Eine Abnahme der Chlorophyll-a Gehalte war damit aber nicht verbunden (Abb.1). Dies trifft ebenfalls für beide Meßstellen zu.

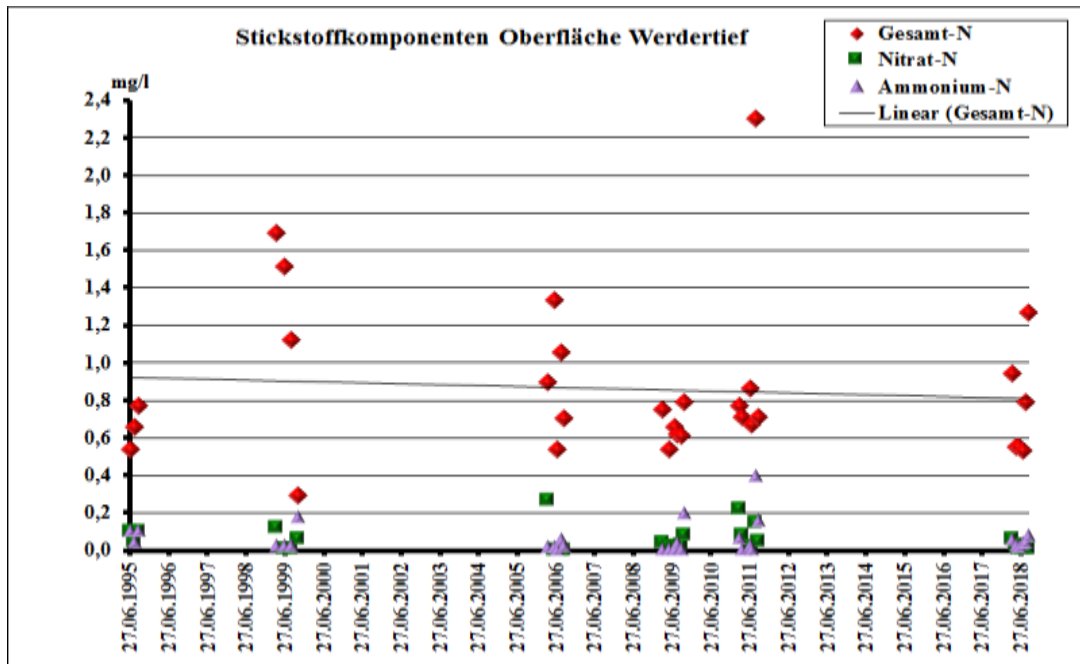
Abb.9: Gesamtphosphat Oberfläche MP1 (Tiefste Stelle) und MP4 (Werdertief)



Für den Gesamtstickstoff (Abb.10) im Oberflächenwasser gilt im Wesentlichen das Gleiche wie für den Phosphor, eine leichte Abnahme ist festzustellen. Eine Ausnahme bildet der MP 4 2011 mit einer hohen Konzentration im Sommer (Abb.10). Ursache sind die extremen Starkniederschläge und die daraus folgenden Stickstoffeinträge über die Zuläufe (Abb.12). Die Einträge waren so hoch, daß sie sich auch in der Seemeßstellen MP4 wiederfanden.

Abb.10: Gesamtstickstoff Oberfläche MP1 (Tiefste Stelle) und MP4 (Werdertief)

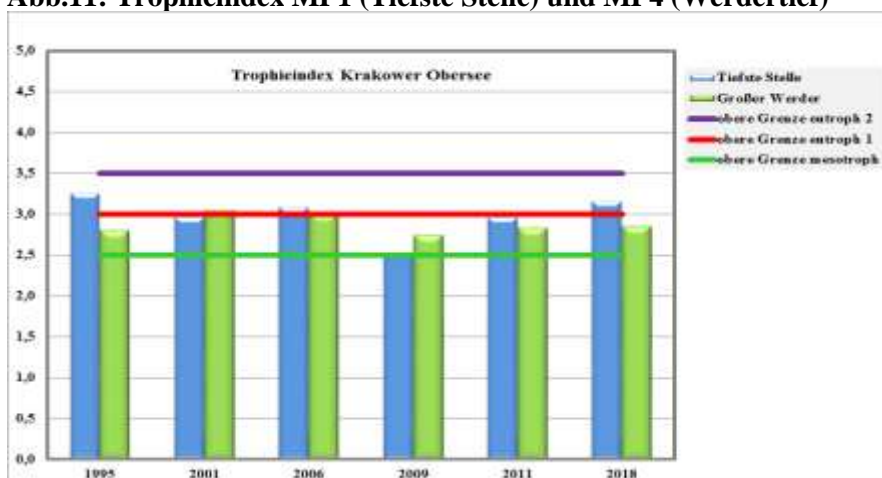




Die Meßstellen im Krakower Obersee wurden als geschichtet klassifiziert. Mit Trophieindices von 3,15 (Tiefste Stelle, MP1) und 2,43 (Werdertief, MP4) liegen sie 2018 im stark (e2) bis schwach eutrophen (e1) Bereich (Abb.11). Die Meßstelle vor dem Großen Werder (MP4) wird dabei eine Klasse besser eingeschätzt. Die Klassifizierung mit der neuen LAWA Methode 2014 kommt für beide Meßstellen zu einem um 1 Klasse schlechteren Ergebnis, da hier alle erhobenen Werte von März bis September berücksichtigt werden. Die alte Klassifizierung hat nur die Sommerwerte verwendet. Da im Krakower See die höchsten Chlorophyll-a Gehalte aber im Frühjahr und Herbst auftreten, hat das alte Klassifizierungsverfahren den Trophiestatus des Obersees unterschätzt.

2018 ist eine Verschlechterung an beiden Meßstellen zu 2011 und vor allem zu 2009 eingetreten (Abb.11). Das Trophieniveau von 1995 ist wieder erreicht.

Abb.11: Trophieindex MP1 (Tiefste Stelle) und MP4 (Werdertief)



Die Uferkartierung 2004 weist überwiegend „bedingt naturnahe“ und „mäßig beeinträchtigte“ Uferstrecken aus (siehe Karte – Uferlinie in Grüntönen). Nur einzelne Teile der Uferlinie sind „deutlich beeinträchtigt“ (siehe Karte –Uferlinie Gelb).

Die Hydromorphologie wird insgesamt mit gut bewertet. Die Trophie weicht an der tiefsten Stelle zwei Klasse von der Referenz ab und ist damit nicht gut. Am Werdertief ist der Obersee leicht besser. Im limnologischen Gutachten 2018 wurden Makrophyten und Phytoplankton jeweils mit Klasse 3 (mäßig) bewertet.

Tab.1: Klassifizierung und Bewertung nach WRRL Krakower Obersee

Jahr	Trophieindex	Phytoplankton	Makrophyten	Hydromorphologie
2018	eutroph 2	mäßig	mäßig	gut

Zulauf Nebel

Die Nebel wird als berichtspflichtiges Gewässer regelmäßig im Landesmeßnetz an der Meßstelle Dobbin untersucht. Die Bewertung der letzten Jahre (Tab.3) weist die Nebel als kaum mit Nährstoffen belastetes Gewässer aus (Orientierungswerte nach OGewV immer eingehalten). Ursache sind die vorgelagerten Seen und der hohe Waldanteil im Einzugsgebiet. Die Werte der Meßpunkte Dobbin und Walkmöhl (Seeüberwachung) unterscheiden sich kaum.

Tab.3: Bewertung der Nebel nach LAWA Zielvorgaben

	Orientierungswert eingehalten										
	ja					nein					
	O2	TOC	BSB5	Chlorid	pH	Pges	o-PO4	NH4-N	NH3-N	NO2-N	BWZ GN
	Min	MW	MW	MW	Min-Max	MW	MW	MW	MW	MW	MW
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Typ 11	>6	15	4,0	200	7,0-8,5	0,150	0,100	0,200	0,0020	0,050	2,6
2015	6,1	4,6	1,5	29	7,5-8,1	0,048	0,034	0,058	0,0008	0,015	1,40
2016	7,6	5,1	1,5	30	6,9-7,9	0,053	0,035	0,064	0,0007	0,015	1,40
2017	6,8	7,0	2,0	29	7,5-7,8	0,053	0,037	0,057	0,0005	0,013	1,39
2018	7,0	6,1	1,9	29	7,6-8,0	0,051	0,044	0,049	0,0007	0,012	1,46

2018 liegen die Konzentrationen des Gesamtstickstoffs (Abb.12) in Walkmöhl wieder auf dem niedrigen Niveau von 2009. 2011 war in Folge der starken Sommerniederschläge eine Ausnahme. Auffällig sind die sehr niedrigen Nitratstickstoffgehalte der Nebel. Auch für den Phosphor waren die Einträge 2011 deutlich höher. 2018 wurden 24 bis 59 µg/l P (Abb.12) bestimmt. Die Durchflüsse der Nebel in Walkmöhl lagen 2018 zwischen 3 und 808 l/s. Die Frachten für Stickstoff und Phosphor in den Jahre 2009, 2011 und 2018 sind in der Abbildung 13 dargestellt. Auffällig ist der außerordentlich hohe Phosphoreintrag von etwas über 1 t/a 2011.

Abb. 12: Konzentrationen Stickstoff und Phosphor Z1 (Nebel)

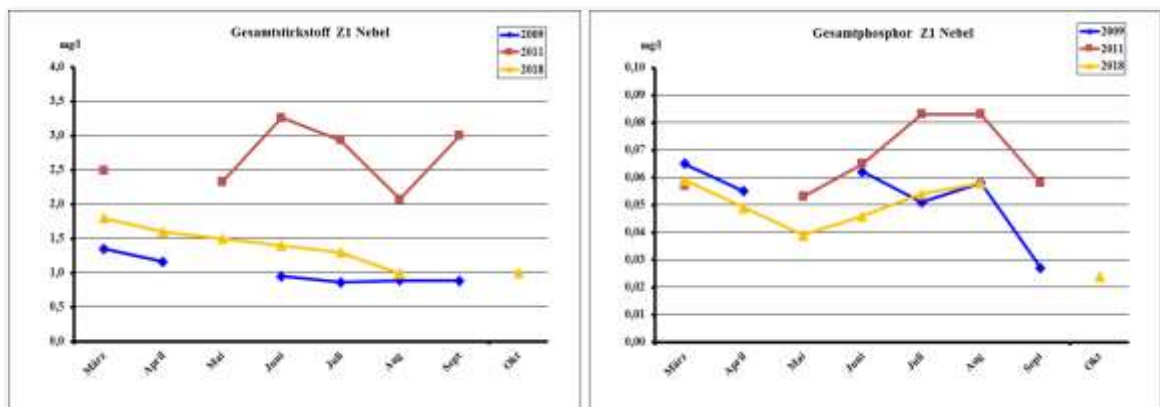


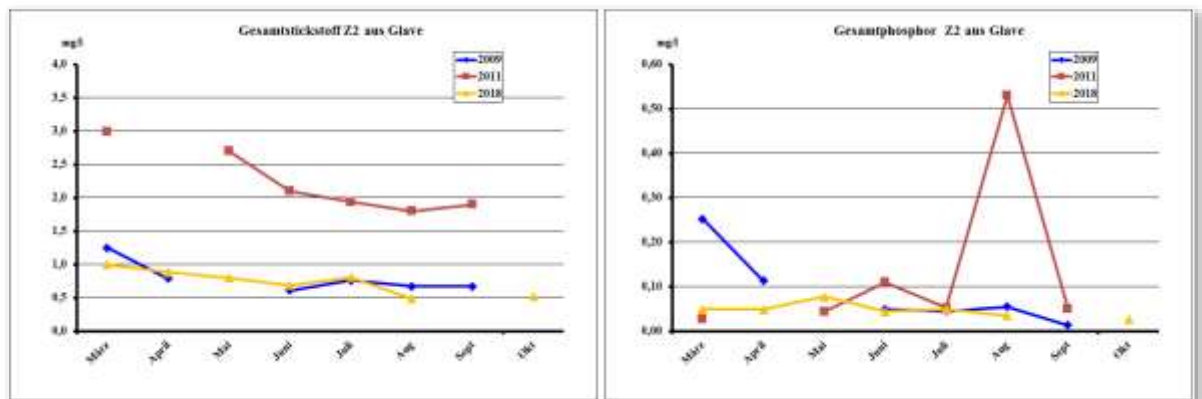
Abb.13: Frachten Stickstoff und Phosphor Z1 (Nebel)



Zulauf aus Glave

Der Zulauf aus Glave entwässert ein Waldgebiet und die Ortslage. Die Nitratstickstoffkonzentrationen und der Gesamtstickstoff (N) sind gering (Abb.14). Der Einfluß der Ortslage wird durch die außerordentlich hohen Ammonium- und die zeitweise erhöhten Phosphatgehalte deutlich (Abb.14). Hier scheint es sich um eine Abwasserbelastung zu handeln. Die Zielvorgaben für Ammoniumstickstoff wurden auch 2018 wie in den Vorjahren deutlich überschritten, für Gesamtphosphor (P) 2018 allerdings nicht. Zeitweise kommt es zu größeren Sauerstoffdefiziten. Die gemessenen Durchflüsse lagen 2018 zwischen 15 und 28 l/s. Die Frachten sind daher im Vergleich zur Nebel gering. Sie belaufen sich 2018 auf 527 kg/a N und 18,7 kg/a P.

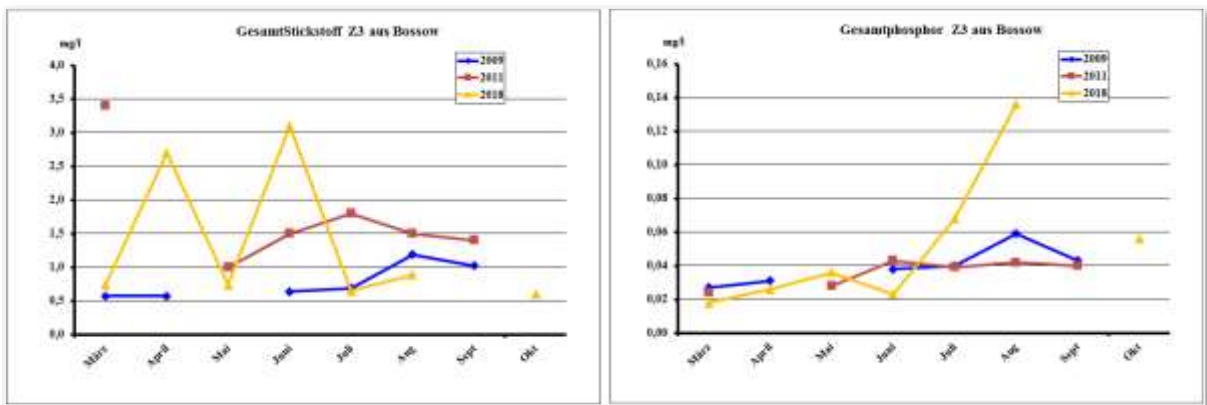
Abb.14: Konzentrationen Stickstoff und Phosphor Z2



Zulauf aus dem Bossower See

Dieser Zulauf kommt direkt aus dem Bossower See, der als Nährstofffalle wirkt. Die erhöhten Gesamtstickstoffgehalte 2018 sind daher nicht erklärlich (Abb.15). Gleiches gilt für den hohen Gesamtphosphorwert im August 2018 (Abb.15). Hier kann es sich nur um eine Quelle zwischen den beiden Seen handeln. Die Nährstoffkonzentrationen sind ansonsten vergleichsweise niedrig (Abb.8). Die Frachten sind auf Grund der meist geringen Durchflüsse (5 -45 l/s) ebenfalls nur klein (Abb.). 2018 wurden 921 kg/a N und 18,7 kg/a P ermittelt.

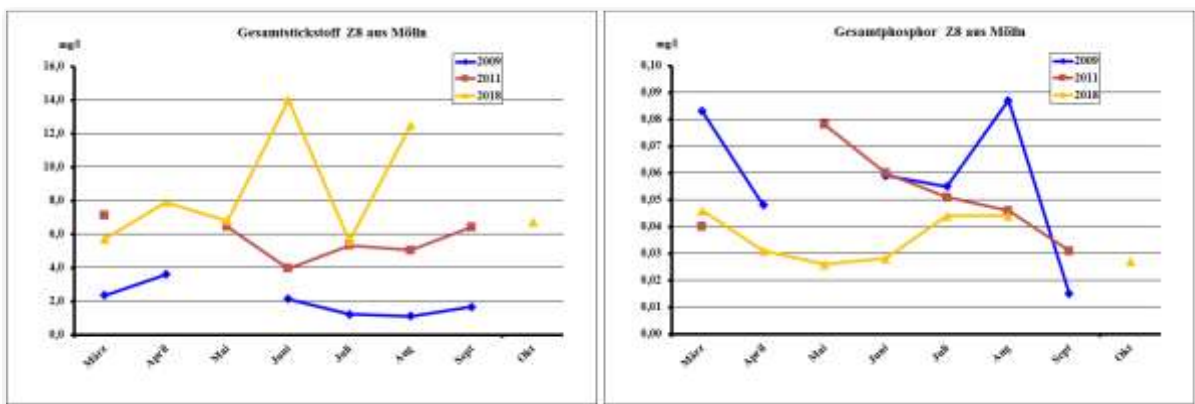
Abb.15: Konzentrationen Stickstoff und Phosphor Z3



Zulauf aus Mölln

Dieser Zulauf kommt aus der Ortslage Mölln. Die Gesamtstickstoffgehalte 2018 sind außerordentlich hoch und dies auch im Sommer (Abb.16). Hier muß eine Punktquelle vorliegen, diffuse Einträge sind im Sommer nicht so hoch. Die Gesamtphosphorwerte sind dagegen niedrig (Abb.16). Die Frachten sind auf Grund der meist sehr geringen Durchflüsse (1 - 8 l/s) für Phosphor mit 3,4 kg/a sehr gering (Abb.). Für den Stickstoff wurden 2018 586 kg/a ermittelt. Das liegt noch über dem Eintrag durch den Zufluß aus Glave, der deutlich mehr Wasser führt.

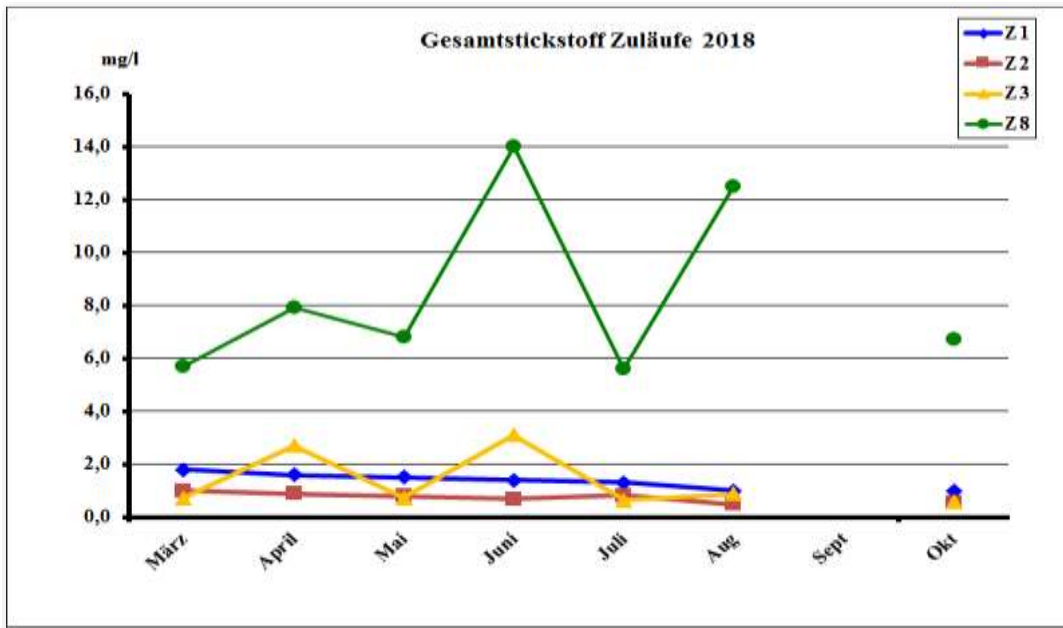
Abb.16: Konzentrationen Stickstoff und Phosphor Z8



Vergleich Zuflüsse 2018

Die Stickstoffkonzentrationen der Zuläufe des Krakower Obersees sind bis auf den Zufluß aus Mölln (Z8) vergleichsweise niedrig (Abb.17). Die Nebel trägt die größte Stickstofffrachte in den See ein, gefolgt vom Z3 aus Bossow. Der Zulauf aus Mölln ist für den Möllner See ebenfalls eine erhebliche Belastung.

Abb.17: Gesamtstickstoff Zuläufe 2018



Die Phosphatkonzentrationen der Zuläufe sind bis auf einen Wert im Zulauf aus dem Bossower See vergleichsweise gering (Abb.18). Der Zulauf aus Glave ist abwasserbelastet, das zeigen neben den zeitweise erhöhten Gesamtphosphatgehalten sehr hohen Ammoniumkonzentrationen. Die Nebel trägt auch hier die höchste Frucht ein. Von den anderen Zuläufen ist die Frucht im Z2 aus Glave am größten (Abb.19).

Abb.18: Gesamtphosphor Zuläufe 2018

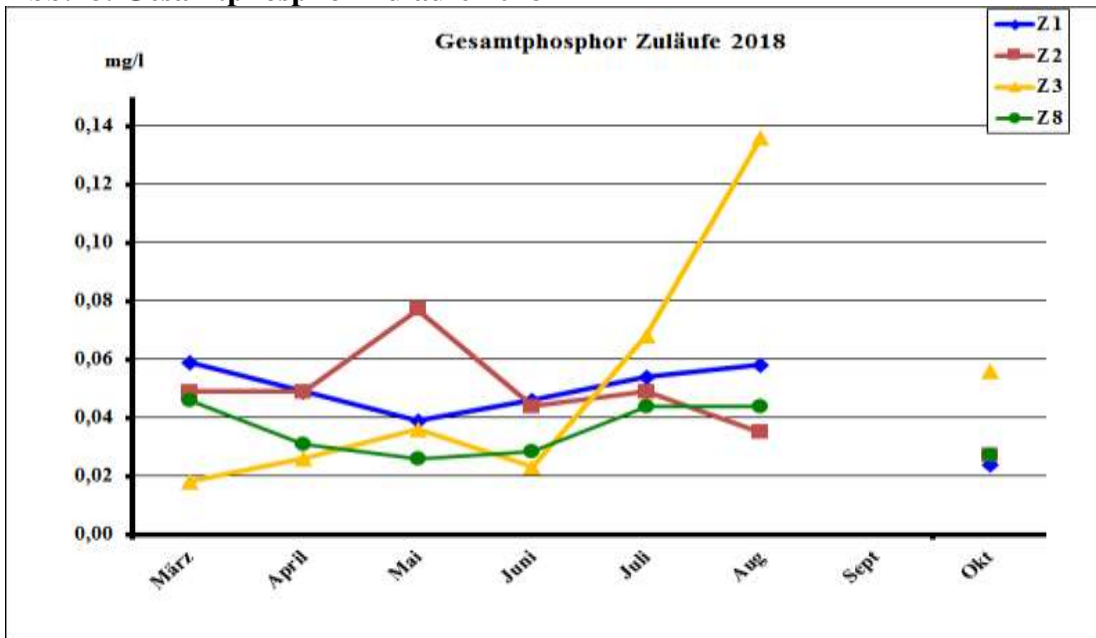


Abb.19: Frachten Stickstoff und Phosphor Z2 (Glave), Z3 (Bossow) und Z8 (Mölln)

