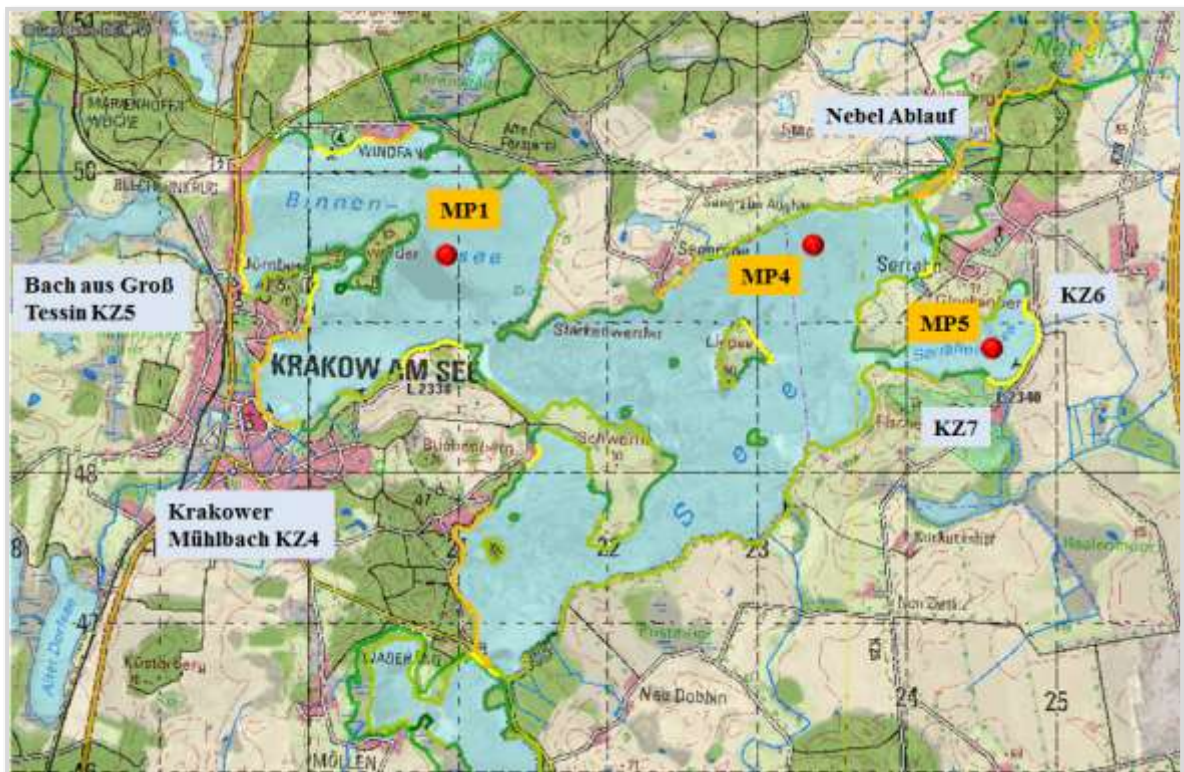


Krakower See - Untersee - Gutachten 2018

Seenummer	190010	
Seefläche	708,4	ha
maximale Tiefe	22	m
mittlere Tiefe	7,24	m
Einzugsgebiet	214	km²
Referenzzustand	mesotroph	
Theoretische Sichttiefe	3,49	m
Seetyp	10	
FFH Gebiet	Nebeltal mit Zuflüssen	

Der Krakower See liegt im Landschaftsschutzgebiet Krakower Seenlandschaft. Er gehört randlich noch zur Mecklenburger Großseenlandschaft und ist in 2 Seeteile untergliedert, den Obersee und den Untersee, die nur über einen schmalen Durchlaß am Wadehäng miteinander verbunden sind. Im insgesamt stark gegliederten Untersee liegt die relativ abgegrenzte Bucht bei Serrahn. Der Krakower See wird von der Nebel durchflossen. Die Vermessung fand 1998 statt. Eine Uferkartierung wurde per Luftbild 2004 durchgeführt. Der Untersee wurde 2018 an 3 Meßstellen untersucht (Karte, Tab.1). Weitere Untersuchungen liegen aus den Jahren 1995, 1999, 2006, 2009 und 2011 vor. Weiterhin wurden 4 Zuläufe untersucht (Karte). Der Bach aus Groß Tessin und der Krakower Mühlbach sind ebenfalls berichtspflichtig nach WRRL. Bei Serrahn verläßt die Nebel den Untersee.

Karte: Krakower Untersee Meßstellen und Zuläufe

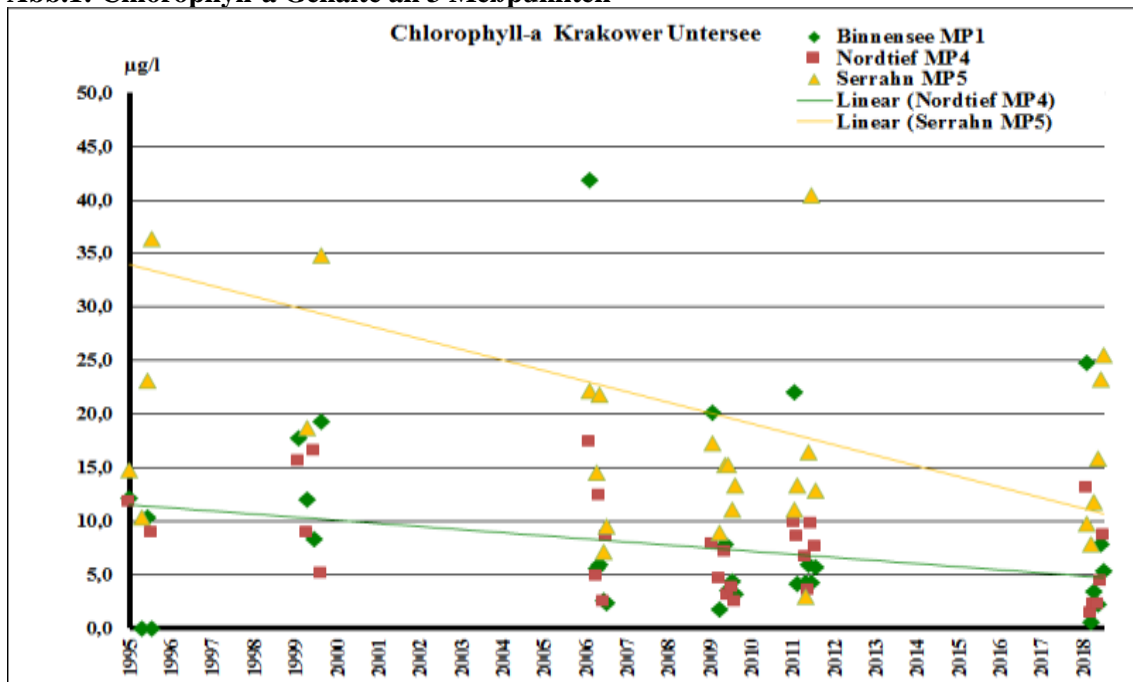


Tab.1: Meßpunkte Untersee (siehe Karte)

Meßpunkt Name	Kurzbezeichnung	Wassertiefe in m
Binnensee	MP1	12,3
Nordtief	MP4	13,7
Serrahner See	MP5	5,5

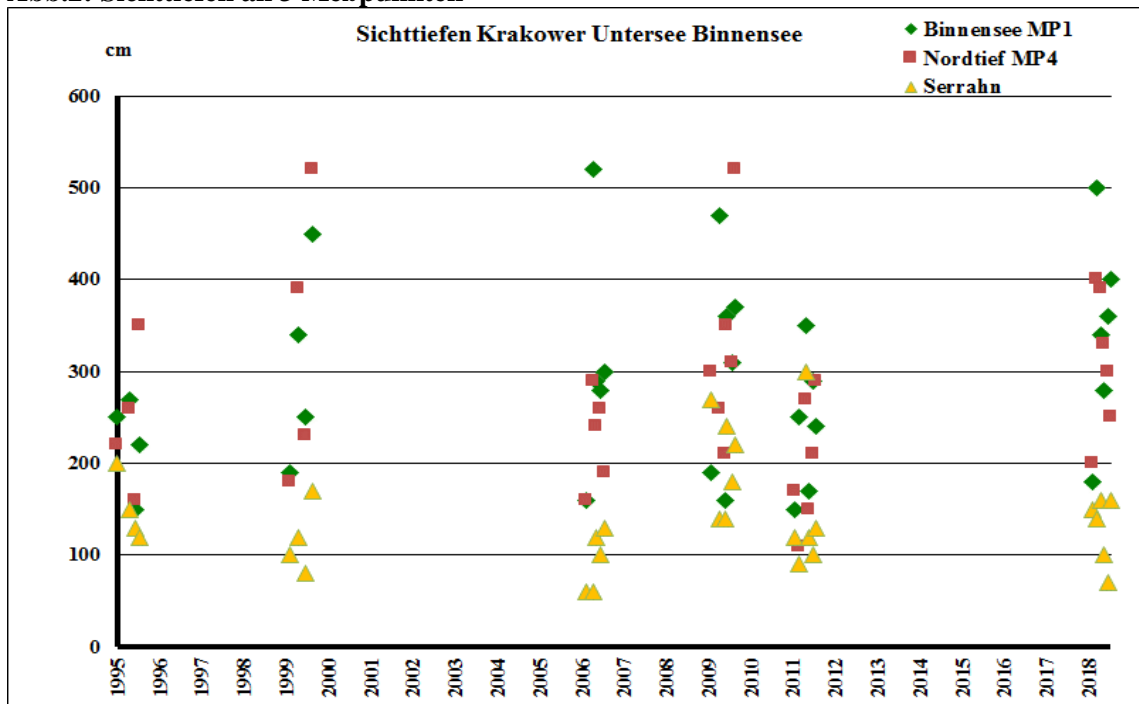
Der Untersee bildet ganzjährig in allen Seeteilen Phytoplankton in vergleichsweise geringen Mengen aus. 2018 lagen bis auf die Zeit der Frühjahrsblüte der Kieselalgen im Binnensee und im Nordtief alle Chlorophyll-a Gehalte deutlich unter 10 µg/l (Abb.1). Maximal wurden 2018 im Binnensee knapp 25 µg/l und im Nordtief 13 µg/l erreicht. Im Binnensee treten die höchsten Chlorophyll-a Gehalte immer zur Frühjahrsblüte der Kieselalgen auf. Im Nordtief kann dies Frühjahrsblüte auch ausfallen (2009, 2011). Der Serrahner Seeteil war vor 2000 eine Ausnahme, da dessen Chlorophyll-a Gehalte deutlich höher lagen. Die Maximalwerte wurden 1999 mit 56 bis 116, µg/l erreicht. Diese Werte sind aus Maßstabsgründen in der Abbildung 1 nicht dargestellt. Ab 2006 bis auf August 2011 lagen die Gehalte in der Serrahner Bucht nicht mehr über denen der anderen Meßstellen (Abb.1). Wie die Abbildung 1 zeigt, besteht für das Chlorophyll-a an allen Meßpunkten ein abnehmender Trend. Dieser fällt insbesondere für den Serrahner Seeteil sehr stark aus.

Abb.1: Chlorophyll-a Gehalte an 3 Meßpunkten



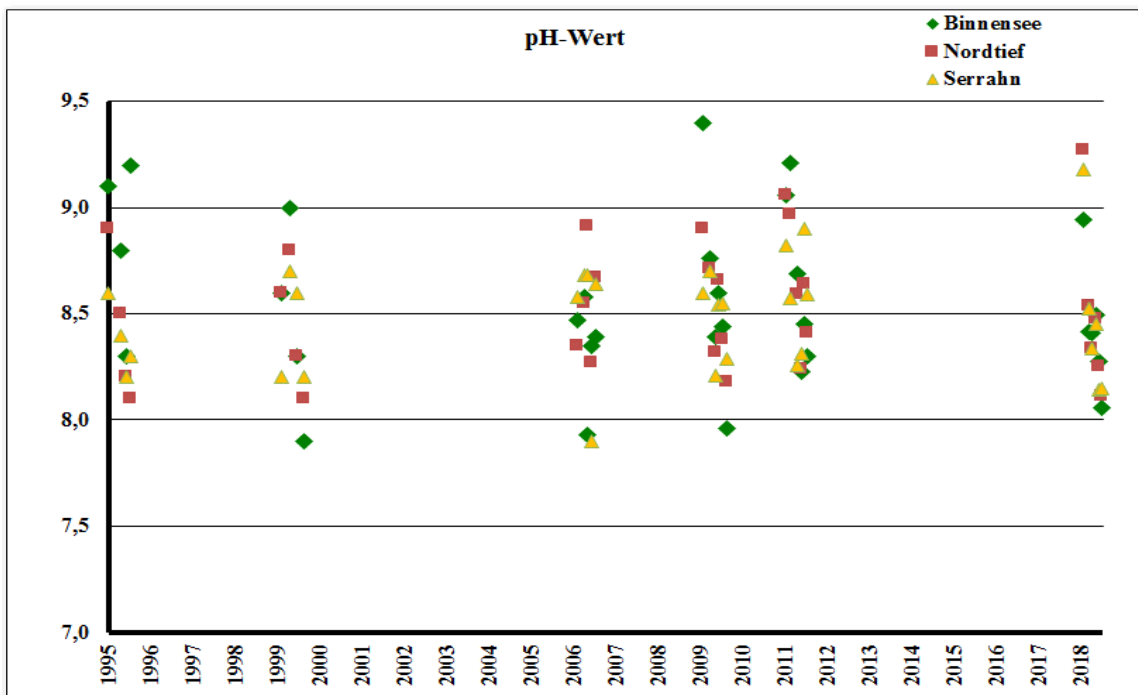
Die Sichttiefen im Untersee lagen außer im Serrahner Seeteil nie unter einem Meter (Abb.2). Im Serrahner Seeteil wurde im August 2018 eine Sichttiefe von 70 cm gemessen. Im Binnensee und im Nordtief lagen die Minima bei 180 bzw. 200 cm. Sie wurden während der Frühjahrsblüte ermittelt. Für den Serrahner See ist bis 2011 eine Verbesserung der Sichtverhältnisse festzustellen. 2018 wurde dies nicht bestätigt (Abb.1). Die maximale Sichttiefe lag 2018 nur bei 160 cm.

Abb.2: Sichttiefen an 3 Meßpunkten



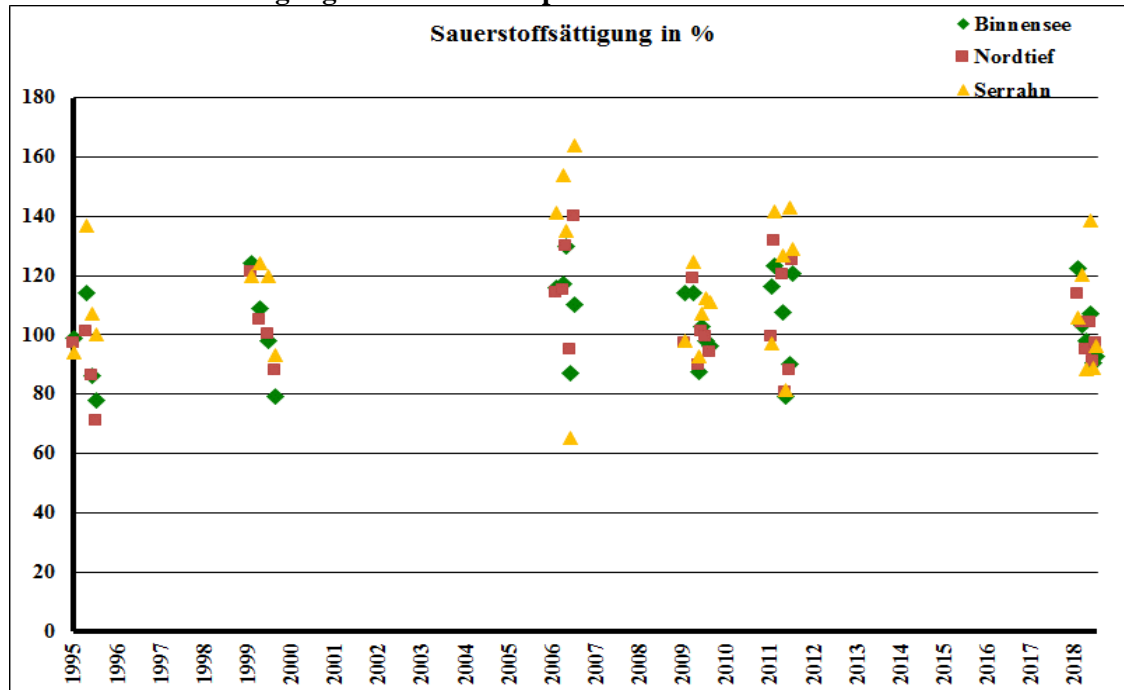
Die Sofortmeßwerte der Meßstellen sind sich sehr ähnlich. In der ersten Jahreshälfte zu Zeiten der Kieselalgenblüte wurden 2018 maximale pH-Werte (Abb.3) von 8,9 (MP1) bis 9,3 (MP4) bzw. 9,2 (MP5) (Abb.3) erreicht. Alle folgenden Werte liegen bei oder leicht unter 8,5. Das gemessene Maximum wurde mit 9,4 2009 im Binnensee ermittelt.

Abb. 3 pH-Werte an 3 Meßpunkten



Stärkere Übersättigungen treten im Binnensee immer zu den Frühjahrsblüten auf und erreichten bisher maximal 124%. Am Nordtief traten Sättigung bis 140% (September 2006) auf. 2018 war diese Meßstelle nur leicht übersättigt (114%). Im Serrahner Seeteil werden häufiger und zudem die höchsten Sättigungen erfaßt (Abb.4). 2018 lag das Maximum bei 139 % im Juli.

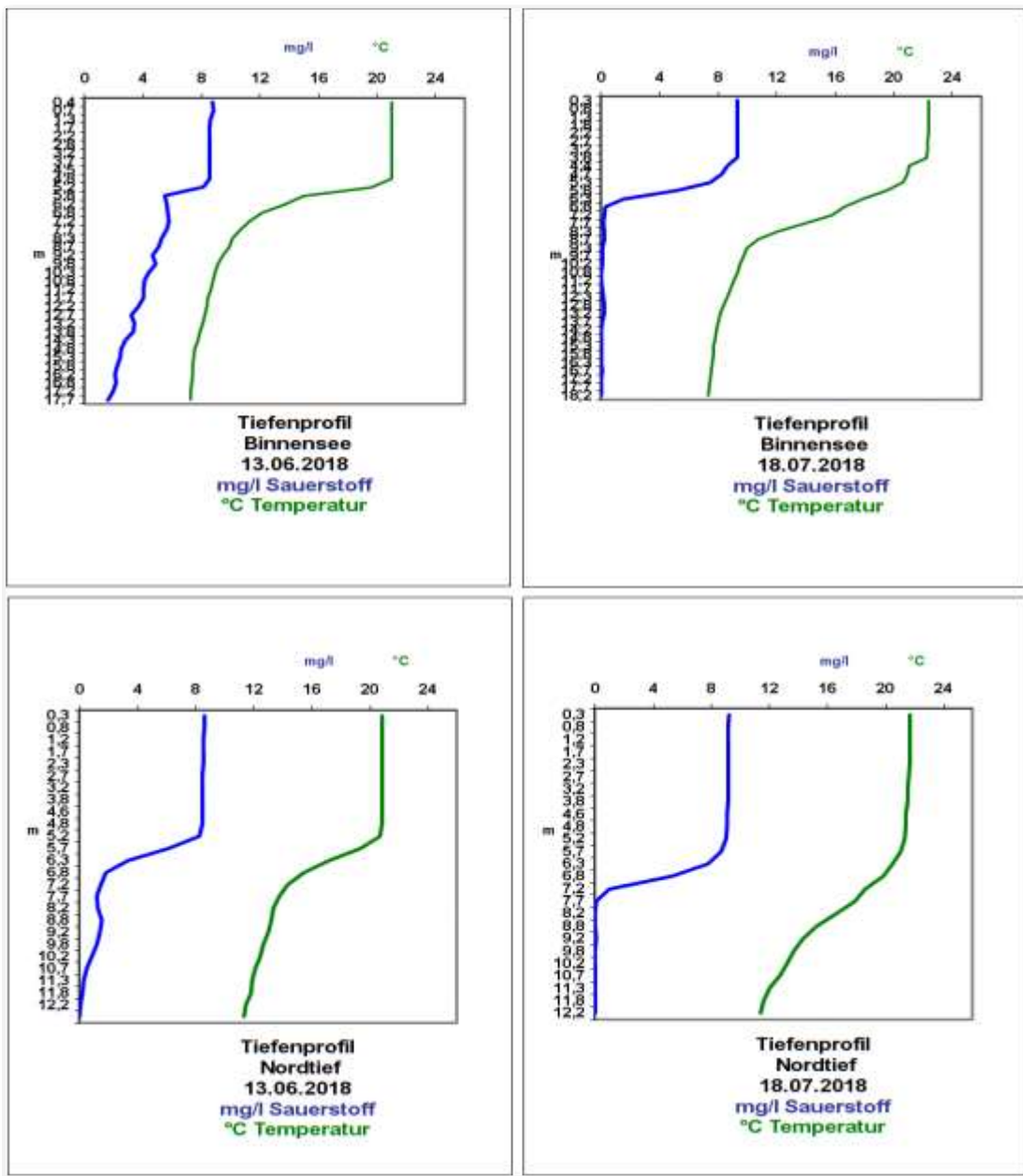
Abb.4 Sauerstoffsättigungsindex an 3 Meßpunkten



Für die Leitfähigkeit lassen sich der Binnensee und das Nordtief vom Serrahner Seeteil abgrenzen. Für den Binnensee und das Nordtief ergeben sich im Mittel Leitfähigkeiten von 479 und 445 $\mu\text{S}/\text{cm}$, für den Seerahner Seeteil lag das Mittel mit 632 $\mu\text{S}/\text{cm}$ erheblich höher. Der Einfluß der Zuläufe wird durch höhere Leitfähigkeiten sichtbar. Der Serrahner Seeteil erhält durch die beiden Zuflüsse z.B. deutlich mehr Nitrat (Abb.10).

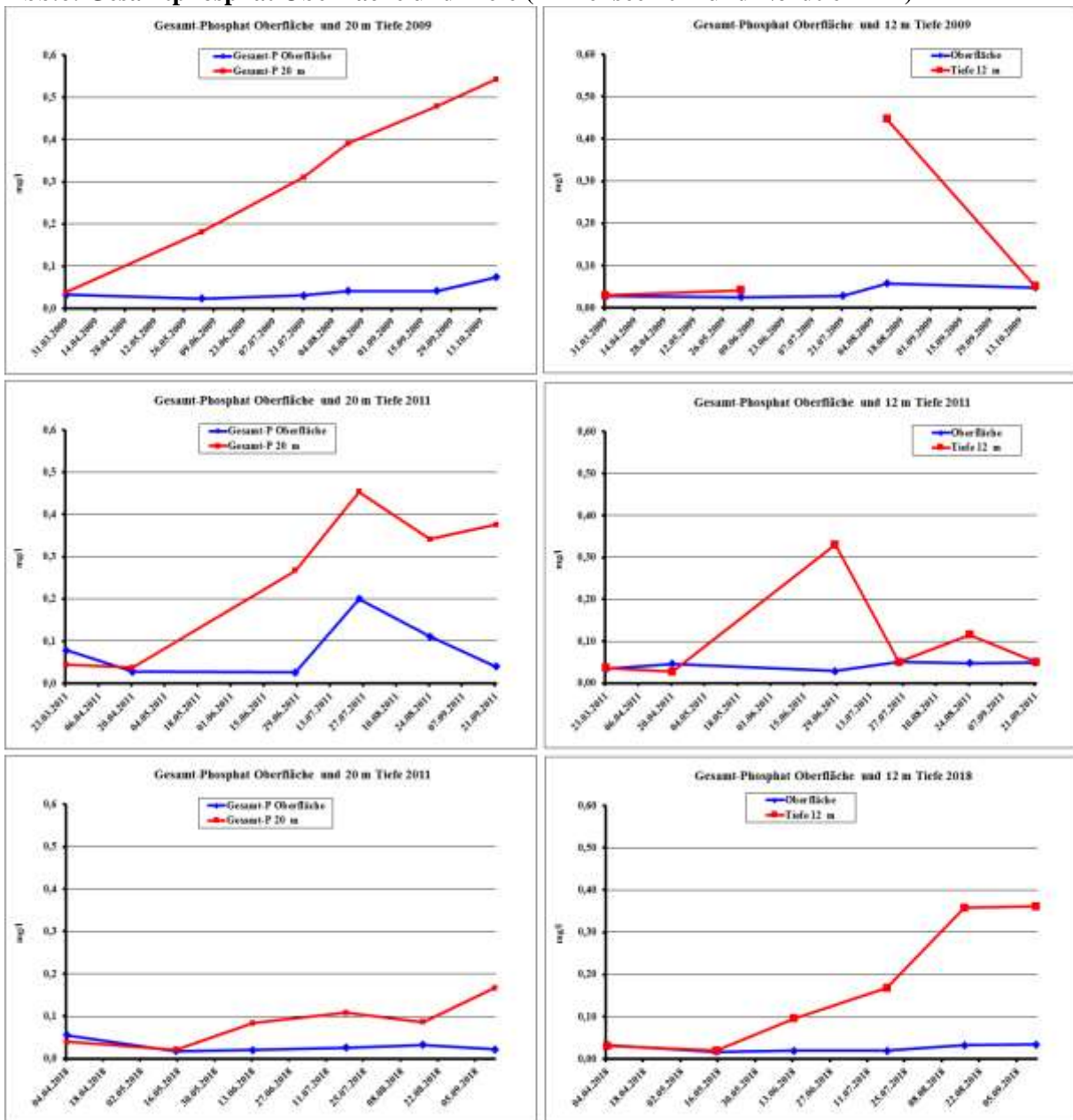
Die im Juni und Juli aufgenommenen Tiefenprofile weisen für die beiden tiefen Meßstellen (MP1 und MP4) eine Temperaturschichtung aus. Parallel zur Temperatursprungschicht wurde eine Sauerstoffschichtung nachgewiesen (Abb.5), die sich 2018 im Juni ausgebildet hat. Unterhalb der Sprungschicht wurde Sauerstoffschwund festgestellt. Ab Juli 2018 wurde ab 6-8 m Wassertiefe kein Sauerstoff gemessen (Abb.5). Im Nordtief liegt die Sprungschicht etwas tiefer als im Binnensee. In anderen Untersuchungsjahren wie 2011 war bereits im Juni kein Sauerstoff mehr unter 8 m im Binnensee vorhanden. Je nach Wetterlage kann sich die Schichtung unterschiedlich ausbilden und auflösen. Die typischen Begleitumstände anaerober Verhältnisse, wie die Freisetzung von Phosphor (Abb.6), der Anstieg von Eisen und Mangan sowie die Zunahme des Ammoniumstickstoffs im Tiefenwasser wurden nachgewiesen.

Abb.5: Tiefenprofile Sauerstoff



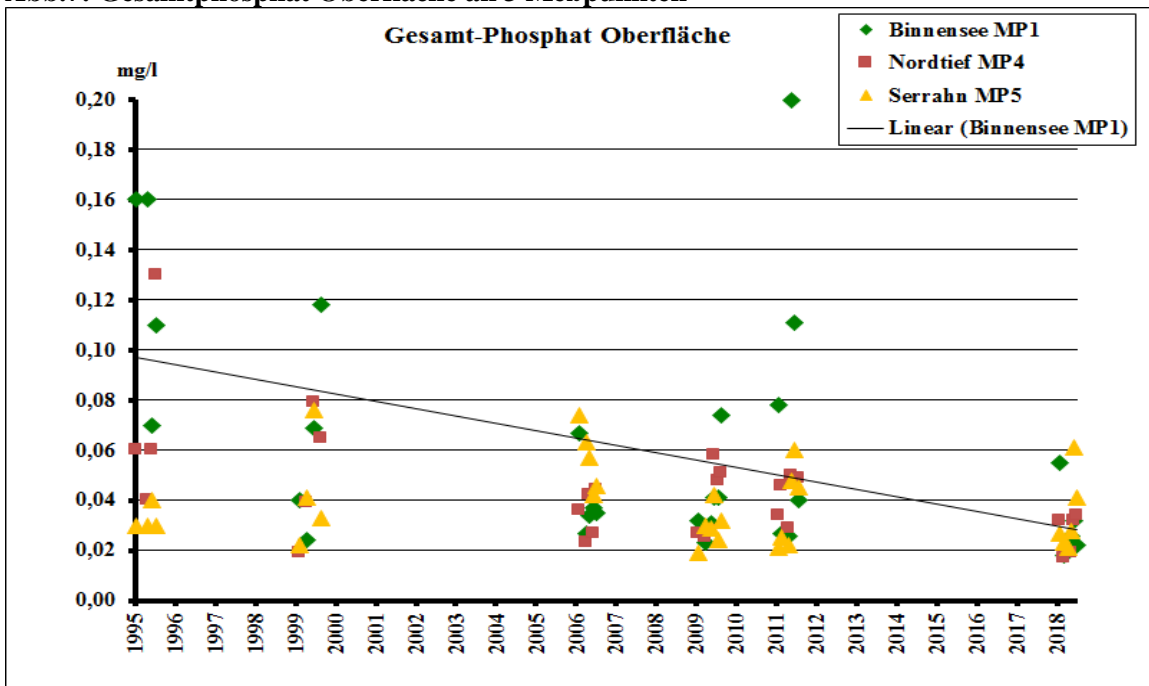
Wie unterschiedlich die Phosphorfreisetzung in den einzelnen Jahren ausfallen kann zeigt die Abbildung 6. Im Binnensee war die Freisetzung im September in allen Untersuchungs Jahren zwar noch nicht beendet aber die Höhe der Phosphorkonzentrationen im Tiefenwasser sehr unterschiedlich. 2018 war sie eher gering. Im Nordtief war sie dagegen 2018 deutlich höher als in den Vorjahren und auch gegenüber dem Binnensee. Hier kann es wie im Juli 2011 (Unwetter und Starkniederschläge) auf Grund der geringen Wassertiefe und der Windanfälligkeit auch zu einem Abbruch kommen. Die Phosphorfreisetzung führt zu einer internen Düngung.

Abb.6: Gesamtphosphat Oberfläche und Tiefe (Binnensee 20m und Nordtief 12m)



Die Phosphatkonzentrationen im Oberflächenwasser haben mit einigen Ausnahmen im Binnensee (2011) seit 1995 an allen Meßstellen sehr stark abgenommen (Abb.7). Die Meßwerte liegen normalerweise unter 80 µg/l P. 2018 wurde eine weitere Abnahme auf Werte unter 60 µg/l festgestellt (Abb.7).

Abb.7: Gesamtphosphat Oberfläche an 3 Meßpunkten



Auch die Gesamtstickstoffgehalte haben leicht abgenommen (Abb.9). Sie waren und sind vergleichsweise gering. Eine Ausnahme ist der Serrahner Seeteil, der stärker durch die landwirtschaftliche Nutzung beeinflusst wird. Die höchsten Werte wurden im Frühjahr gemessen. Hier sind die Nitrateinträge deutlich größer.

Bis auf den Serrahner Seeteil wurden die Meßstellen im Krakower Untersee als geschichtet klassifiziert. Mit einem **Trophieindex von 2,33 ist der Binnensee 2018** mesotroph 2 (m2). Das **Nordtief** ist mit einem **Index von 2,15** ebenfalls mesotroph 2. Der **Serrahner Seeteil** hat mit **2,87** (2018) den höchsten Trophieindex und wird als schwach eutroph (e1) klassifiziert. Bis auf Serrahn war das Klassifizierungsergebnis des Untersees 2018 bisher am besten (Abb.8).

Abb.8: Trophieindex

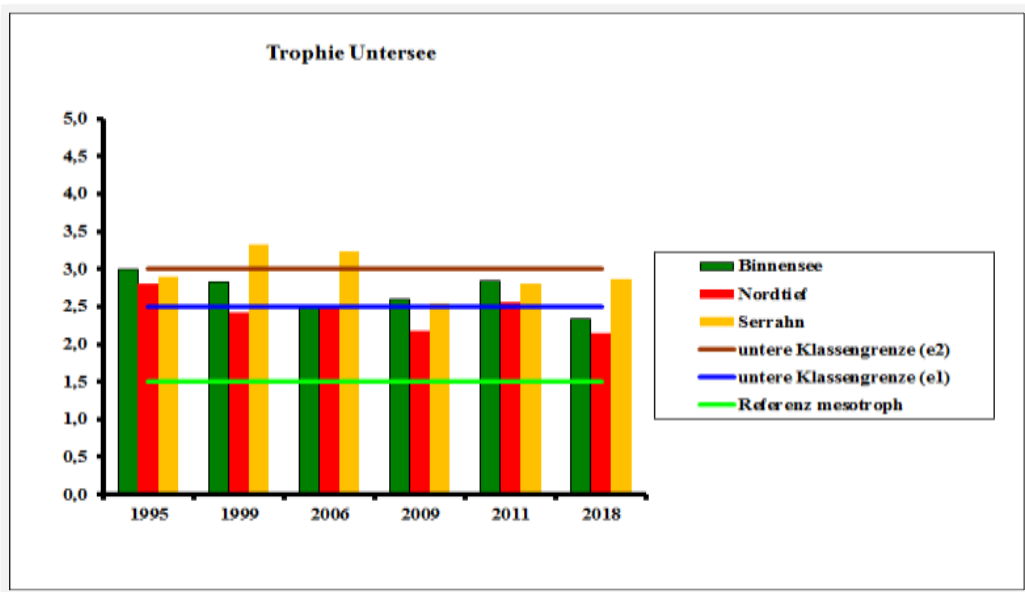
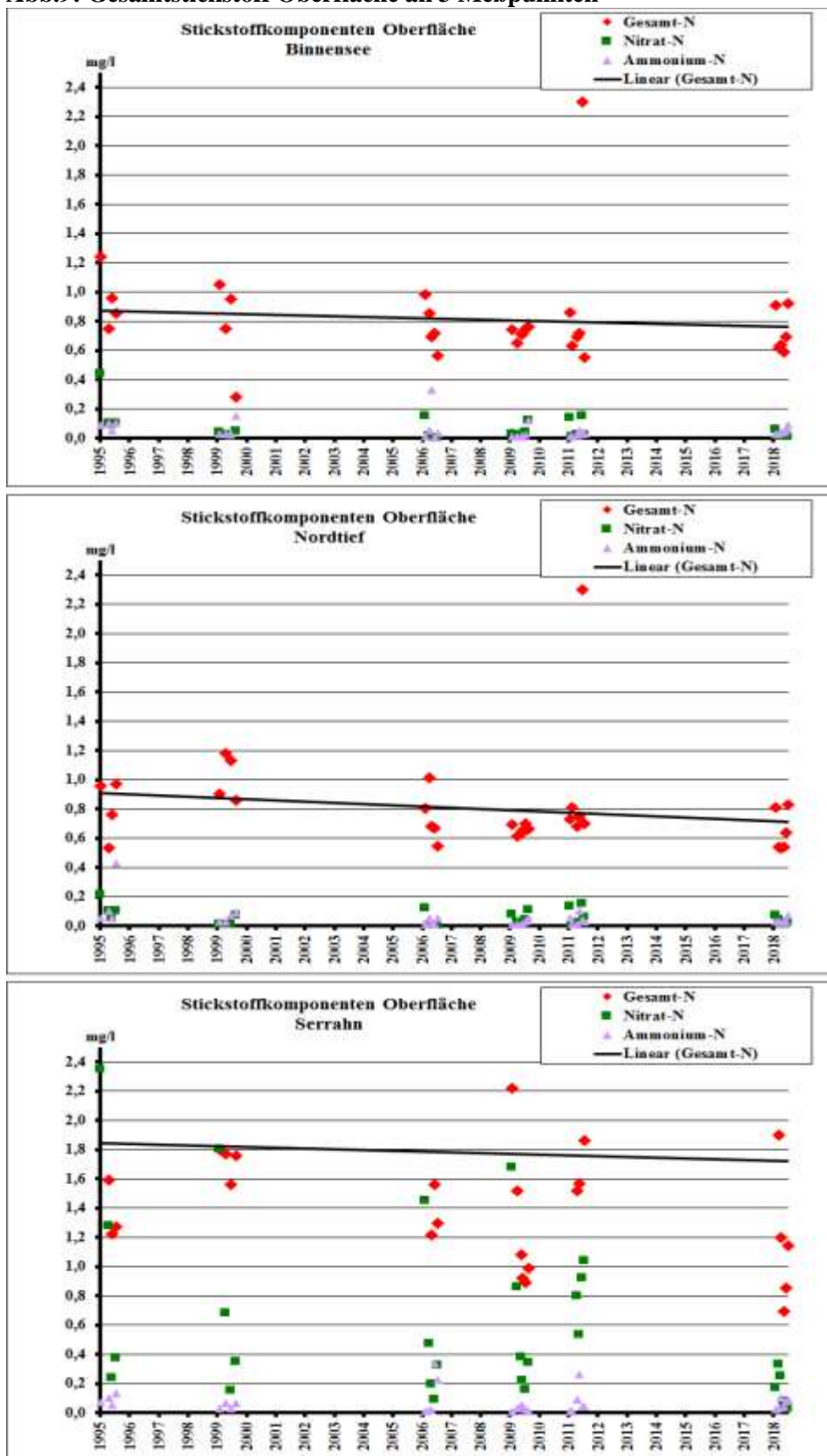


Abb.9: Gesamtstickstoff Oberfläche an 3 Meßpunkten



Die Bewertung nach WRRL an Hand der Trophie weist für die Meßpunkte mit Ausnahme des Serrahner Seeteils den guten Zustand aus, da eine Abweichung von einer Klasse zum Referenzzustand erlaubt ist. Das Phytoplankton wird im limnologischen Gutachten 2018 mit gut und die Makrophyten werden mit mäßig bewertet (Tab.2).

Tab.2: Klassifizierung und Bewertung nach WRRL (Trophie)

Jahr	Trophieindex	Phytoplankton	Makrophyten	Hydromorphologie
2018	mesotroph 2	gut	mäßig	gut

Die Uferkartierung 2004 weist überwiegend „bedingt naturnah“ und „mäßig beeinträchtigt“ Uferstrecken aus (siehe Karte – Uferlinie in Grüntönen). Nur im Stadtbereich und am Wadehäng werden Teile der Uferlinie als „deutlich beeinträchtigt“ und schlechter bewertet (siehe Karte –Uferlinie Gelb oder Orange). Insgesamt ergibt sich ein „gut“.

Phytoplankton

Der Zyklus der Phytoplanktonentwicklung hat sich in den Untersuchungsjahren nicht geändert. Nach der Frühjahrsblüte der Kieselalgen, die mal mehr oder weniger stark von verschiedenen Flagellatenarten begleitet werden, folgen im Sommer sehr geringe Biomassen, die von Panzerflagellaten und Cryptoflagellaten gebildet werden. Im Herbst treten bei höheren Biomassen wieder Kieselalgen auf. An beiden Meßstellen (MP1 und MP4) gibt es kaum Unterschiede. Im Nordtief fehlen allerdings im Herbst weitgehend die Kieselalgen. Für 2018 liegen noch keine entsprechenden Daten im Routinemeßnetz vor. Das limnologische Gutachten 2018 bestätigt die normale Entwicklung des Planktons. Im Gegensatz zum Obersee traten auch 2018 keine Blaualgenblüten auf. Im Serrahner Seeteil wurden nur 1999 Phytoplanktonzählungen durchgeführt. Die hohen Chlorophyll-a Gehalte in diesem Jahr wurden von Blaualgen hervorgerufen, die ansonsten im Untersee keine Rolle spielen.

Krakower Mühlbach (KZ4)

Der Krakower Mühlbach durchfließt im Oberlauf 3 große Seen, die als Nährstofffallen wirken, ehe er die Stadt Krakow durchquert (Karte). Die Nährstoffgehalte sind daher vergleichsweise gering (Abb. 10 und 11, Tab.3). Insbesondere trifft dies auf den Nitratstickstoff zu. Im Juli 2018 wurde ein erhöhter Phosphorgehalt ermittelt. Im August und September kann es auf Grund geringer Wasserführung und der organischen Belastung aus den Seen zu Sauerstoffdefiziten kommen. Die Durchflüsse lagen 2018 zwischen 0,6 und 124 l/s. Tabelle 3 zeigt die daraus folgenden Frachten. Die erhöhten Frachten 2011 ergeben sich aus den extremen Niederschlägen im Sommer.

Tab. 3 Frachten Gesamtstickstoff (GN) und Gesamtphosphor (GP)

Jahr	GN t/a	GP kg/a
2009	1,9	79
2011	6,5	82
2018	3,1	51

Der nach WRRL berichtspflichtige Wasserkörper wird auch im Landesmeßnetz überwacht. Diese Bewertung entspricht den Ergebnissen der Seeüberwachung. Alle Orientierungswerte nach Oberflächengewässerverordnung werden eingehalten (Tab.4)

Tab. 4: Bewertung Wasserkörper

	Orientierungswert eingehalten		ja	nein						
	O2	TOC	BSB5	Chlorid	pH	Pges	o-PO4	NH4-N	NO2-N	BWZ
	90-Perzentil	MW	MW	MW	Min-Max	MW	MW	MW	MW	MW
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Typ 21	>4	15	6	200	7,0-8,5	0,100	0,070	0,200	0,050	2,60
2009	5,9	8,1	2,6	39	7,4-8,1	0,078	0,041	0,122	0,024	1,28
2012	5,7	8,2	2,5	31	7,6-8,2	0,056	0,040	0,111	0,015	1,19
2015	6,5	8,4	2,0	29	7,3-8,1	0,060	0,044	0,063	0,015	1,20
2018	6,2	9,9	2,7	35	7,5-8,0	0,063	0,05	0,073	0,016	1,37

Bach aus Groß Tessin (KZ5)

Der Bach aus Groß Tessin kommt aus dem Karower See, der ebenfalls eine Nährstofffalle ist. Die Nährstoffgehalte insbesondere die Nitratwerte sind daher meist gering (Abb.10). 2018 im Juli gab es mit einem sehr hohen Phosphorwert eine Ausnahme. Danach fiel der Zulauf trocken. Im Sommer kann es zu stärkeren Sauerstoffdefiziten kommen. Die Durchflüsse lagen 2018 zwischen 0 und 118 l/s. Tabelle 5 stellt die berechneten Frachten dar.

Tab. 5 Frachten

Jahr	GN t/a	GP kg/a
2009	1,2	49
2011	4,8	82
2018	3,8	64

Zulauf KZ6

Dieser Zulauf kommt aus Richtung Serrahn Hof. Er wird durch die landwirtschaftliche Nutzung beeinflusst. Die Nitrat- und Gesamtstickstoffkonzentrationen sind daher ganzjährig sehr hoch (Abb.10). Insbesondere 2011 wird dies in Folge der hohen Niederschläge deutlich. Erhöhte Phosphatgehalte traten nicht auf (Abb.10). Der Sauerstoffhaushalt ist nicht beeinträchtigt. Die Leitfähigkeiten sind vergleichsweise hoch. Die Durchflüsse lagen 2018 zwischen 9 und 51 l/s. Die Stickstofffrachten (Tab.6) sind auf Grund der sehr hohen Nitratgehalte von allen Zuläufen am höchsten (Abb.11).

Tab. 6 Frachten

Jahr	GN t/a	GP kg/a
2009	5,8	20,4
2011	7,8	25,4
2018	4,8	20,0

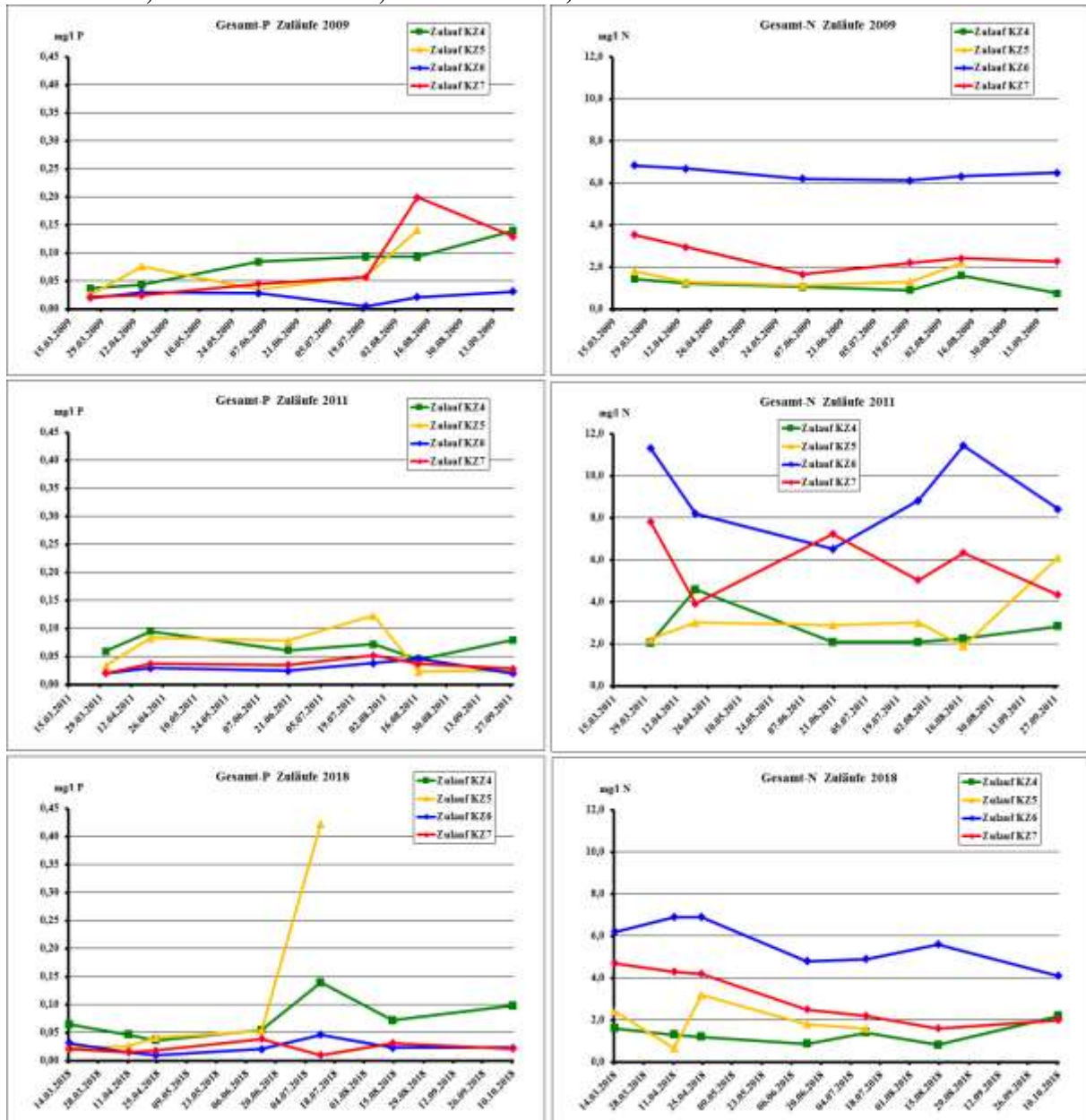
Zulauf KZ7

Dieser Zulauf kommt aus dem Grimmsee, der als Nährstofffalle wirkt. Zudem werden landwirtschaftliche Flächen entwässert. 2011 waren auf Grund der extremen Niederschläge höhere Stickstoffkonzentrationen zu verzeichnen. Ansonsten sind die Nährstoffkonzentrationen eher gering, dies trifft insbesondere für den Phosphor zu (Abb.10). Der Sauerstoffhaushalt ist unbeeinträchtigt. Die Durchflüsse lagen 2018 zwischen 11 und 42 l/. Tabelle 6 zeigt die überschlägigen Frachten für Stickstoff (GN) und Phosphor (GP).

Tab. 7 Frachten

Jahr	GN t/a	GP kg/a
2009	3,0	62
2011	7,2	44
2018	3,0	19

Abb.10: Gesamtstickstoff und Gesamtphosphor Zuläufe (KZ4 Krakower MB, KZ5 Bach aus Groß Tessin; KZ6 – Serrahn Hof, KZ7 Grimmsee)



Vergleich Zuläufe

Die Zuläufe KZ6 und KZ7 münden in die relativ abgeschlossene Serrahner Bucht und beeinflussen den freien Teil des Untersees weniger. Der Z6 trägt die größte Mengen Stickstoff in den See ein (Abb.11). Die Phosphorfrachten nehmen für den KZ7 seit 2009 deutlich ab. Der KZ6 trägt von allen Zuläufen des Untersees die geringste Menge an Phosphor ein. Die Zuläufe KZ4 (Krakower Mühlbach) und KZ5 (Bach aus Groß Tessin) stellen für den Untersee die größten Phosphorquellen dar (Abb.11).

Abb.11 Frachten Zuläufe

