



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des ländlichen Raums

Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete.

Förderprojekt:

Machbarkeitsstudie zur Sanierung und Restaurierung des
Reimershagener Sees (See-Nr. 190380)

Förderziel:

Wiederherstellung, Erhaltung und Verbesserung der biologischen
Vielfalt und des Zustands der europäischen Landschaften durch natur-
nahe Entwicklung von Gewässern

Dieses Projekt ist kofinanziert aus Mitteln der Gemeinschaftsaufgabe des Bundes und der
Länder „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ und wird in Zuständigkeit
des Ministeriums für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklen-
burg-Vorpommern umgesetzt.

<http://ec.europa.eu/agriculture/rural-development-2014-2020>



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



Mecklenburg-Vorpommern
Ministerium für Klimaschutz,
Landwirtschaft, ländliche
Räume und Umwelt



Europäische Fonds EFRE, ESF und ELER
in Mecklenburg-Vorpommern 2014-2020

Machbarkeitsstudie
zur Sanierung und Restaurierung des
Reimershagener Sees
(See-Nr. 190380)



Auftraggeber:
Amt Güstrow-Land
Haselstraße 4
18273 Güstrow



Auftragnehmer:
bioplan GmbH
Institut für angewandte Biologie
und Landschaftsplanung
Strandstraße 32 a
18211 Ostseebad Nienhagen



April 2023

**Machbarkeitsstudie
zur Sanierung und Restaurierung
des Reimershagener Sees
(See-Nr. 190380)**

Auftraggeber:

Amt Güstrow-Land
Haselstraße 4
18273 Güstrow

Auftragnehmer:

bioplan GmbH
Institut für angewandte Biologie und Landschaftsplanung
Strandstraße 32 a
18211 Ostseebad Nienhagen

Verantwortliche Bearbeiter:

Dr. Stefan Sandrock

.....

Dr. André Wizemann

.....

unter Mitarbeit von:

Benjamin Rach
Kai Wichmann
Kilian Bonin

Bearbeitungszeitraum:

Januar 2022 – April 2023

5.3.2 ERGEBNISSE	53
5.3.2.1 SEDIMENTSTÄRKE	53
5.3.2.2 SEDIMENTQUALITÄT.....	56
5.3.2.3 PHOSPHATRÜCKLÖSUNG AUS DEM SEDIMENT	61
5.3.2.4 SEDIMENTATIONSRATE IM REIMERSHAGENER SEE	68
5.4 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG DES ISTZUSTANDS DES REIMERSHAGENER SEES	
2022	69
5.5 NÄHRSTOFFBILANZIERUNG FÜR DEN UNTERSUCHUNGSZEITRAUM.....	70
6 ABLEITUNG VON MÖGLICHEN RESTAURIERUNGS-/SANIERUNGSMAßNAHMEN	75
7 KOSTENSCHÄTZUNG	85
8 ZUSAMMENFASSUNG	87
9 QUELLENVERZEICHNIS.....	90
10 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	93
11 GLOSSAR	96

ANLAGEN

- 1 – FELDMESSWERTE
- 2 – ORIGINAL-PROBENAHMEPROTOKOLLE
- 3 – WASSERANALYTIK (SEE, ZULAUF, PEGEL)
- 4 – NÄHRSTOFFFRACHTEN / WASSERBILANZ
- 5 – PHYTOPLANKTON
- 6 – ZOOPLANKTON
- 7 – MAKROPHYTEN
- 8 – MAKROZOOBENTHOS
- 9 – SEDIMENT / P-RÜCKLÖSUNG
- 10 – ERGEBNISBERICHT FÄLLVERSUCH

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb.3.1-1: Lage des Reimershagener Sees südlich von Güstrow.....	3
Abb.3.1-2: Einzugsgebiet des Reimershagener Sees	4
Abb.3.1-3: Höhenlinien rund um den Reimershagener See.....	5
Abb.3.1-4: Schutzstatus im oberirdischen EZG des Reimershagener Sees	5
Abb.3.2-1: Tiefenkarte des Reimershagener Sees	7
Abb.3.3-1: Bodenverhältnisse im EZG des Reimershagener Sees	8
Abb.3.3-2: GW-Flurabstand und Geschütztheitsgrad des GWs im EZG des Reimershagener Sees	8
Abb.3.3-3: GW-Neubildungsrate im EZG des Reimershagener Sees	9
Abb.3.3-4: Grundwasserisohypsen und Grundwasseranströmrichtung im Umfeld des Reimershagener Sees	10
Abb.3.4-1: Lage des oberirdischen Zulaufs zum und des Ablaufs aus dem Reimershagener See.....	11
Abb.3.4-2: Zu- und Ablaufmengen zum bzw. vom Reimershagener See im Jahr 2022.....	11
Abb.3.5-1: Halbmonatsmittel der Lufttemperatur im Jahr 2022 für die Station Goldberg.....	14
Abb.3.5-2: Summe der Niederschläge im Jahr 2022 für die Station Krakow am See	15
Abb.3.5-3: Sonnenscheindauer im Jahr 2022 für die Station Goldberg.....	15
Abb.3.5-4: Mittlere Windgeschwindigkeit im Jahr 2022 für die Station Goldberg.....	16
Abb.3.6-1: Nutzungsarten im Einzugsgebiet des Reimershagener Sees.....	17
Abb.3.6-2: Potenzielle Wind- und Wassererosionsgefährdung im Umfeld des Reimershagener Sees.....	17
Abb.3.6-3: Potenzielle Nitratauswaschungsgefährdung im Winterhalbjahr im Umfeld des Reimershagener Sees	18
Abb.5.1-1: Monatlich untersuchte Messstellen im bzw. am Reimershagener See	21
Abb.5.1-2: Wassertemperaturen im Reimershagener See 2022.....	23
Abb.5.1-3: Tiefenprofile der Sauerstoffsättigung im Reimershagener See 2022	24
Abb.5.1-4: Sichttiefen im Reimershagener See 2022	24
Abb.5.1-5: Chlorophyll a und Sichttiefe im Reimershagener See 2022	25
Abb.5.1-6: Phosphat-Phosphor-Konzentrationen in der Mischprobe im Reimershagener See 2022	25
Abb.5.1-7: Stickstoff-Konzentrationen in der Mischprobe im Reimershagener See 2022.....	26
Abb.5.1-8: Calcium-, Magnesium- und Chlorid-Konzentrationen in der Mischprobe im Reimershagener See 2022	26
Abb.5.1-9: Gesamt- und Karbonathärte in der Mischprobe im Reimershagener See 2022.....	27
Abb.5.1-10: Entwicklung der Gesamt-Phosphor-Konzentration im Reimershagener See seit 1995.....	28
Abb.5.1-11: Entwicklung der Gesamt-Stickstoff-Konzentration im Reimershagener See seit 1995.....	29
Abb.5.1-12: Entwicklung der Chlorophyll a-Konzentration im Reimershagener See seit 1995.....	29

Abb.5.1-13: Entwicklung der Sichttiefe im Reimershagener See seit 1995	30
Abb.5.1-14: TP-Konzentration in Zulauf 1 (WAMI-1900) im Vergleich zum See 2022.....	31
Abb.5.1-15: TN-Konzentration in Zulauf 1 (WAMI-1900) im Vergleich zum See 2022	31
Abb.5.1-16: P-Einträge über Zulauf 1 (WAMI-1900) im Jahr 2022	32
Abb.5.1-17: N-Einträge über Zulauf 1 (WAMI-1900) im Jahr 2022.....	32
Abb.5.1-18: Lage der SW-Pegel am Reimershagener See 2022.....	34
Abb.5.1-19: Gesamt-Phosphat-Phosphor-Konzentration in den SW-Pegeln am Reimers- hagener See 2022	34
Abb.5.1-20: Gesamt-Stickstoff-Konzentration in den SW-Pegeln am Reimershagener See 2022.....	35
Abb.5.1-21: Höhe der Wasserstände in den SW-Pegeln am Reimershagener See und See- wasserstand des Reimershagener Sees 2022.....	35
Abb.5.1-22: Über das oberflächennahe Schichtenwasser/Zwischenabfluss in den Reimers- hagener See eingetragene P-Fracht im Jahr 2022	36
Abb.5.1-23: Über das oberflächennahe Schichtenwasser/Zwischenabfluss in den Reimers- hagener See eingetragene N-Fracht im Jahr 2022.....	36
Abb.5.2-1: Phytoplanktonabundanzen im Reimershagener See 2022	38
Abb.5.2-2: Phytoplanktonbiomassen im Reimershagener See 2022	38
Abb.5.2-3: Zooplanktonabundanzen im Reimershagener See 2022	40
Abb.5.2-4: Zooplanktonbiomassen im Reimershagener See 2022	40
Abb.5.2-5: Steckbrief und gemittelttes Radardiagramm des Reimershagener Sees 2022 im bewertungsrelevanten Zeitraum (24.06 bis 07.10.) nach PhytoLoss 3.1	42
Abb.5.2-6: Radardiagramme mit ausführlicher Entwicklung des Grazingpotenzials und der Futterqualität im Jahresverlauf der Beprobungstermine im Reimershagener See 2022.....	43
Abb.5.2-7: Entwicklung der mittleren saisonalen Biomasse des Phytoplanktons im Rei- mershagener See seit 1995	44
Abb.5.2-8: Entwicklung der mittleren saisonalen Biomasse des Zooplanktons im Reimers- hagener See im Vergleich zu 1995.....	45
Abb.5.2-9: Verbreitung der Makrophyten im Reimershagener See 2022.....	46
Abb.5.2-10: Auswahl einiger im Reimershagener See vorkommender Algen und Makro- phyten.....	47
Abb.5.2-11: Probenahmestellen Makrozoobenthos Reimershagener See 2022	48
Abb.5.2-12: Beim Harken nach Makrophyten im Reimershagener See gefundene Gemeine Teichmuschel <i>Anodonta anatina</i> und Malermuschel <i>Unio pictorum</i>	50
Abb.5.3-1: Mechanisches Sondiergestänge zur Erfassung der Schlammmächtigkeit	50
Abb.5.3-2: Lage der Schnitte zur Erfassung der Schlammmächtigkeit im Reimershagener See.....	51
Abb.5.3-3: LIMNOS-Sedimentstechrohr	51
Abb.5.3-4: Lage der Sedimentprobenahmestellen (Sed1-Sed6) im Reimershagener See 2022.....	52
Abb.5.3-5: Sediment im Reimershagener See	53

Abb.5.3-6: Schematische Darstellung der Schlammmächtigkeit – Schnitt C, Reimersha- gener See	54
Abb.5.3-7: Schematische Darstellung der Schlammmächtigkeit – Schnitt K, Reimersha- gener See	55
Abb.5.3-8: Sediment an Sed1	56
Abb.5.3-9: Korngrößenverteilung an den 6 Probenahmestellen (Sed1-Sed6)	57
Abb.5.3-10: P-Gehalte im Sediment in 0-40 cm an den 6 Messstellen im Reimershagener See, aufgeschlüsselt nach der Verfügbarkeit (P-Fraktionen nach PSENNER et al. 1988).....	62
Abb.5.3-11: P-Gehalte im Sediment in den Horizonten 0-4 cm, 4-8 cm und 8-12 cm an der tiefsten Stelle (Sed1) im Reimershagener See, aufgeschlüsselt nach der Verfüg- barkeit (P-Fraktionen nach PSENNER et al. 1988)	63
Abb.5.3-12: Probenahmestellen zur Ermittlung der P-Rücklösung im Reimershagener See ..	64
Abb.5.3-13: Ergebnisse des Laborversuchs zur P-Rücklösung aus dem Sediment an den 3 Messstellen im Reimershagener See	64
Abb.5.3-14: Vergleich der ortho-P-Mittelwerte des Laborversuchs mit den Werten der in-situ-Probenahme an den 3 Messstellen	65
Abb.5.3-15: Hypothetische P-Rücklösungsrate bzw. P-Festlegung des Sediments im Rei- mershagener See an MST1, MST2 und MST3 im Jahr 2022	66
Abb.5.3-16: Hypothetische P-Eintragsbilanz aus der P-Rücklösung im Reimershagener See 2022	66
Abb.5.3-17: Ergebnisse der Porenwasseranalytik an den Messstellen MST1-MST3.....	67
Abb.5.3-18: Sedimenthöhen in den Sediment-Sammelgefäßen (Frischsediment) im Rei- mershagener See 2022.....	68
Abb.5.5-1: Prinzipielle P-Eintragspfade in ein Standgewässer.....	71
Abb.5.5-2: Erosionsgefährdete, landwirtschaftlich genutzte Flächen am Reimershagener See	73
Abb.5.5-3: Verteilung der P-Einträge und N-Einträge in den Reimershagener See im Jahr 2022.....	75
Abb.6-1: Ergebnis Fällversuch im Herbst 2022.....	76
Abb.6-2: Zufahrtsmöglichkeit für den Antransport von Fällmittel zum Reimershagener See.....	77
Abb.6-3: Blick in das Niederungsgebiet, das in die Bresenitz (WAMI-1900) und wenige 100 Meter unterhalb in den Reimershagener See entwässert	78
Abb.6-4: Beispiel für einen Erosionsschutzstreifen an einem anderen See – Pannekower See (Amt Gnoien)	79
Abb.6-5: Geplanter Erosionsschutzstreifen von 20 m Breite entlang der Niederung.....	79
Abb.6-6: Installation eines Retentionsfilters (Schemazeichnung) an der zulaufenden Brese- nitz (Z1) in Fließrichtung unterhalb der Straßenquerung	80
Abb.6-7: Hängige, nordwestlich gelegene Ackerfläche, für die die Anlage eines Solarfelds zur Erosionsminderung mit Direkteinleitung von Regenwasser in den See vorge- schlagen wird.	81

Abb.6-8: Anbringen einer Rinne am unteren Rand der Solarpaneele zum Auffangen des Regenwassers (Prinzipdarstellung).....	82
Abb.6-9: Gegenwärtige Situation am Ablauf des Reimershagener Sees	83

TABELLENVERZEICHNIS

Tab.3.2-1: Morphometrische Daten Reimershagener See	6
Tab.3.4-1: Kalkulation der monatlichen Menge des hypodermischen Schichtenwasser- und Grundwasserzuflusses zum Reimershagener See 2022.....	12
Tab.3.6-1: Nutzungsstruktur im Einzugsgebiet des Reimershagener Sees	16
Tab.5.1-1: Zusammenstellung der im Rahmen des Untersuchungsprogramms im bzw. am Reimershagener See untersuchten Wassergüteparameter	22
Tab.5.1-2: Klassifizierung gemäß LAWA (2014) für den Reimershagener See im Jahr 2022	27
Tab.5.1-3: Trophie-Klassifizierung des Reimershagener Sees nach LAWA (2014) seit 1995	30
Tab.5.2-1: Indexwert und Gesamtbewertung des Phytoplanktons im Reimershagener See 2022	39
Tab.5.2-2: Liste der im Reimershagener See 2022 gefundenen Makrophyten	47
Tab.5.2-3: Artenliste des Makrozoobenthos im Reimershagener See 2022 an den 3 Benthosstationen B1, B2 und B3.....	49
Tab.5.3-1: Koordinaten der Sedimentprobenahmestellen im Reimershagener See 2022.....	52
Tab.5.3-2: Allgemeine Charakterisierung des Oberflächensediments des Reimershagener Sees in 0-40 cm Tiefe an Sed1 bis Sed6 im Jahr 2022.....	56
Tab.5.3-3: Vergleich der im Sediment des Reimershagener Sees (0-40 cm) an Sed1 und Sed4 jeweils in der Gesamtfraktion und in der Feinfraktion gefundenen Metallgehalte mit den verfügbaren Grenzwerten der Klärschlammverordnung und EU-Grenzwerten.....	58
Tab.5.3-4: Vergleich der ermittelten Schadstoffwerte aus dem Sediment des Reimershagener Sees mit den Orientierungswerten ausgewählter Schadstoffe der OGewV (2016).....	58
Tab.5.3-5: Vergleich der im Sediment (in der Gesamtfraktion) des Reimershagener Sees (Mischprobe 0-40 cm) gefundenen Metallgehalte mit der LAGA-Verordnung	59
Tab.5.3-6: Vergleich der im Sediment des Reimershagener Sees (0-40 cm) gefundenen Schadstoffgehalte an Sed1 und Sed4 (in Gesamt- und Feinfraktion) mit verfügbaren Richtwerten aus der Literatur	59
Tab.5.3-7: Vergleich der im Sediment des Reimershagener Sees (0-40 cm) an Sed1 und Sed4 (Gesamtfraktion) ermittelten Schadstoffgehalte mit dem 70 %-Vorsorgewert nach BBodSchV	60
Tab.5.3-8: P-Gehalt im Sediment in 0-40 cm an den 6 Messstellen im Reimershagener See in mg/kg in verschiedenen Bindungsformen	61

Tab.5.3-9: P-Gehalt im Sediment in den Horizonten 0-4 cm, 4-8 cm und 8-12 cm an der tiefsten Stelle (Sed1) im Reimershagener See in mg/kg in verschiedenen Bindungsformen	62
Tab.5.3-10: Ergebnisse der Analytik auf ausgewählte Parameter der Horizonte 0-4 cm, 4-8 cm und 8-12 cm an der tiefsten Stelle (Sed1/MST1) im Reimershagener See	68
Tab.5.5-1: P- und N-Einträge in den Reimershagener See, kalkuliert aus Messdaten des Jahres 2022	75
Tab.6-1: Flurstücke, die für den Aufbau eines Solarfelds am Reimershagener See empfohlen werden	82
Tab.6-2: Vorgeschlagene Maßnahmen für die Sanierung/Restaurierung des Reimershagener Sees.....	85
Tab.7-1: Kostenschätzung Restaurierungs-/Sanierungsmaßnahmen Reimershagener See	86

1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Der Reimershagener See (See-Nr. 190380) ist ein typischer Flachsee mit einer Fläche von 22,4 ha, einer maximalen Wassertiefe von ca. 2,5 m und einer mittleren Tiefe von 2,0 m. Er befindet sich in Privateigentum und wird von der nach der EU-WRRL berichtspflichtigen Bresenitz (WAMI-1900), die ihren Ursprung in einer Niederung etwa 500 m westlich des Sees besitzt, durchflossen. Aufgrund der Größe (< 50 ha) ist der See selbst nicht berichtspflichtig nach der EU-WRRL. Im Rahmen des Landesmonitorings MV wurde der Reimershagener See jedoch seit den 1990er Jahren mehrmals untersucht; die erste Untersuchung fand im Jahr 1995 statt. Neben Daten zur Trophie und Chemie liegen für das Gewässer auch Sondendaten (Wassertemperatur, O₂-Konzentration und -sättigung, Leitfähigkeit und pH-Wert) sowie Untersuchungsergebnisse zum Phyto- und Zooplankton vor. In den Jahren 1995 und 2001 wurde der See jeweils als polytroph p1 eingeschätzt, im Jahr 2015 erreichte der See einen eutroph e2-Zustand und befand sich damit im Referenzzustand (= potenziell natürlicher Zustand nach Seebeckenmorphometrie).

Mit der vom Amt Güstrow-Land in Auftrag gegebenen Studie soll die Zustandsbeschreibung aktualisiert, die biologischen Qualitätskomponenten aufgenommen, eine Nährstoffbilanzierung zur Ermittlung der Ursachen der Belastungen durchgeführt und adäquate Maßnahmen zur Seetherapie abgeleitet und dargestellt werden.

2 GRUNDSÄTZLICHES METHODISCHES VORGEHEN

Der inhaltliche und methodische Rahmen der Untersuchungen wurde im Wesentlichen durch die Leistungsbeschreibung vorgegeben. Sie beinhaltet die zusammenfassende Darstellung der Unterlagen zu den Schwerpunkten

- historische Betrachtung der Gewässerentwicklung unter besonderer Beachtung der Gewässergüte
- Einzugsgebiet und Nutzungen/Belastungsquellen
- Hydrologie einschließlich der Überschwemmungsgebiete, Zu- und Abflüsse
- klimatische Bedingungen
- Gewässermorphometrie
- Daten zu Flora und Fauna
- Sedimentdaten
- Bewirtschaftungsplanung nach WRRL

sowie das Aufzeigen von Defiziten in der Datenlage. Darüber hinaus sollte der Ist-Zustand des Reimershagener Sees erfasst werden. Dies erfolgte durch ein monatliches, von Mai bis September 14-tägiges, Monitoringprogramm sowie durch eine Untersuchung der externen oberirdischen und unterirdischen Nährstoffeinträge, ausgewählter biologischer Parameter (Plankton, Makrophyten, Makrozoobenthos) und der Rolle und Qualität sowie Quantität des Sediments.

Im Ergebnis der ermittelten Daten erfolgte die Ableitung von konkreten Handlungsempfehlungen.

Mit dem monatlichen, von Mai bis September 14-tägigen, Monitoring wurden an der tiefsten Stelle des Sees (MST) die wichtigsten Wassergüteparameter im See erfasst und durch Untersuchung der Oberflächenzuläufe und des anströmenden Grundwassers der Versuch unternommen, möglichst vollständig die externen und internen Nährstoffeinträge zu ermitteln und zu quantifizieren.

Grundlage für die Trophieeinschätzung des Gewässers waren insgesamt 17 Probenahmen vom Boot aus an der tiefsten Stelle (MST). Die Analytik der Wasserchemie umfasste die Parameter TP, SRP, TN, NO₃-N, NO₂-N, NH₄-N, Ca, Mg, Chlorid, Gesamt- und Karbonathärte, Säurekapazität sowie Chlorophyll a und Phaeophytin, ergänzt jeweils durch die Ermittlung der Sichttiefe sowie eine Profilaufnahme der Sondenparameter Wassertemperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt/-sättigung und Redoxpotenzial. Die angewandten Analysemethoden werden im entsprechenden Kapitel genauer benannt.

Das anstehende Sediment ist zudem an 6 Stationen hinsichtlich der allgemeinen Parameter und TP, TN, S und Fe sowie der verschiedenen Bindungsfractionen des Phosphors und an 2 Stellen weitergehend bezüglich relevanter organischer Schadstoffe und Metalle charakterisiert worden. Die Sedimentmächtigkeit wurde orientierend anhand von 3 Längs- und 7 Querschnitten durch Sondierungen erfasst.

Zur Einschätzung der biologischen Komponenten sind die Qualität und Quantität des Phyto- und Zooplanktons untersucht, Makrozoobenthosproben entnommen und ausgewertet sowie die Wasserpflanzen im See kartiert und bewertet worden.

Für die Bewertung des aktuellen Trophiezustands wurde die Bewertungsvorschrift nach LAWA (2014) herangezogen. Für das Phyto- und Zooplankton und auch die Makrophyten liegen mit PhytoSee, PhytoLoss und PHYLIB WRRL-konforme Verfahren vor, die hier entsprechend angewendet wurden. Die Bewertung der biologischen Komponente Makrozoobenthos erfolgte auf vereinfachte Weise anhand weniger Einzelproben entsprechend der Vorgaben im LV.

Angaben zum Einzugsgebiet und zu vorhandenen Altdaten/Gutachten wurden durch den Landkreis Rostock, das StALU Mittleres Mecklenburg und das Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Referat 420 - Gewässerkunde, Seenprogramm; MKLLU 2022) zur Verfügung gestellt und/oder dem Kartenportal Mecklenburg-Vorpommern (LUNG MV 2023b) bzw. dem Fachinformationssystem FIS WRRL (LUNG MV 2023a) entnommen.

3 GENESE UND UMGEBUNGSFAKTOREN

3.1 RÄUMLICHE LAGE UND EINZUGSGEBIET

Der Reimershagener See befindet sich östlich einer Linie Güstrow-Goldberg im Süden des Landkreises Rostock in Mecklenburg-Vorpommern. Das Stadtgebiet von Güstrow beginnt etwa 11 km nördlich des Sees, Krakow am See befindet sich etwa 5 km südöstlich und Goldberg etwa 10 km südwestlich. Die namensgebende Ortschaft Reimershagen grenzt an das Westufer; hier befindet sich eine offizielle Badestelle. An das Ostufer des Sees grenzt das Waldgebiet Cossenheide, ein „Ausläufer“ der Nossentiner/Schwinzer Heide.

Das Gebiet um den Reimershagener See wird der Planungsregion Mittleres Mecklenburg/Rostock zugeordnet. Es gehört zur Landschaftszone „Höhenrücken und Mecklenburgische Seenplatte“, zur Großlandschaft „Mecklenburger Großseenlandschaft“ und zur Landschaftseinheit „Kraukower Seen- und Sandergebiet“ (LUNG MV 2023b).

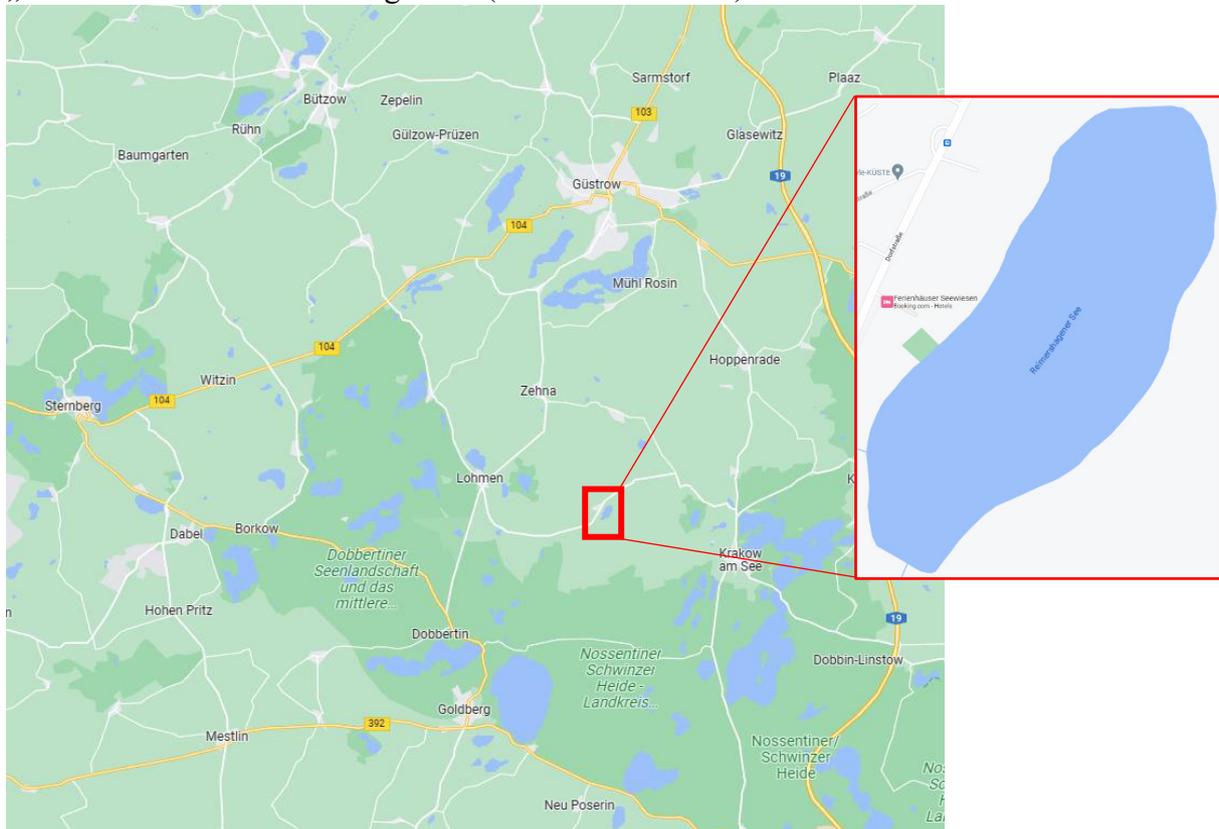


Abb.3.1-1: Lage des Reimershagener Sees südlich von Güstrow (GOOGLE MAPS 2023)

Die Größe des Oberflächen-Einzugsgebiets des Reimershagener Sees beträgt ca. 3,5 km² (Abb.3.1-2). Es erstreckt sich insbesondere östlich, nordöstlich und westlich des Sees und ist überwiegend von Waldflächen und untergeordnet von Siedlungs- sowie landwirtschaftlich genutzten Flächen geprägt. Gemäß FIS WRRL (2023) sind die Ackerflächen im Einzugsgebiet nicht dräniert (LUNG MV 2023a).

In den Reimershagener See mündet lediglich ein Oberflächenzulauf. Dabei handelt es sich um die Bresenitz (Wasserkörper WAMI-1900), einem Gewässer II. Ordnung, welches seinen Ursprung im Karinmoor südwestlich der Ortschaft Reimershagen hat, als Zulauf 1 (Bezeichnung AN) dem Reimershagener See zufließt, anschließend den See am Südufer verlässt und über den Breerer See, Suckwitzer See, Nienhäger See, Garder See, Woseriner See und Bresenitzsee der Mildenitz zufließt, die nach weiteren etwa 26 km und nach Durchquerung mehrerer Seen in die Warnow mündet (LUNG MV 2023a).

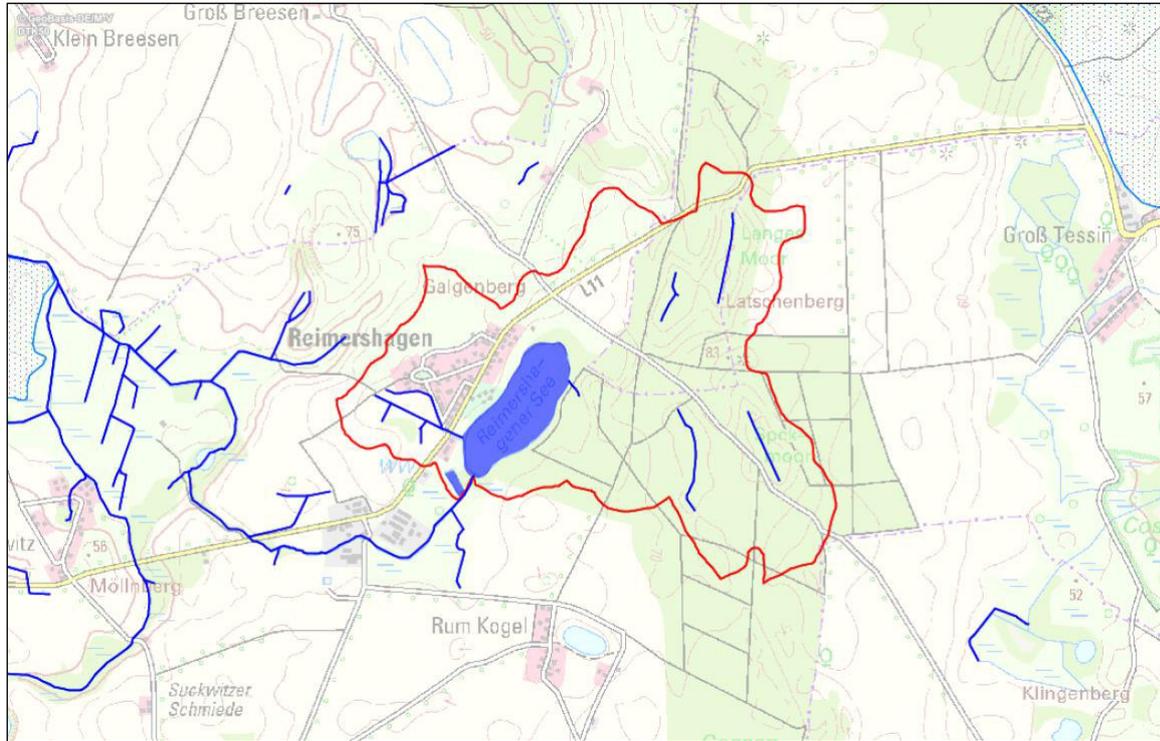


Abb.3.1-2: Einzugsgebiet des Reimershagener Sees (blau umrandet und gepunktet: dranierte Flächen; LUNG MV 2023a, LUNG MV 2023b)

Die mittlere Wasserspiegelhöhe des Reimershagener Sees beträgt 55,80 m NHN. Die angrenzenden Uferbereiche im Westen bzw. Osten sind mit ca. 6 bzw. 4 % mäßig steil. Der Ablauf befindet sich in einer Niederung mit einem Gefälle < 2 % (Abb.3.1-3).

Innerhalb des EZG des Reimershagener Sees liegen mehrere gesetzlich geschützte Biotope, von denen 3 Feuchtbiotope zusätzlich als Flächennaturdenkmäler ausgewiesen sind (vermoorte Senken im Waldgebiet Cossenheide). Nahezu der gesamte Uferbereich des Sees ist als *naturnaher Bruch-, Sumpf- und Auwald mit Röhrichtbeständen und Rieden* ausgewiesen. Weitere Schutzgebiete befinden sich nicht im oberirdischen EZG des Reimershagener Sees (LUNG MV 2023b).

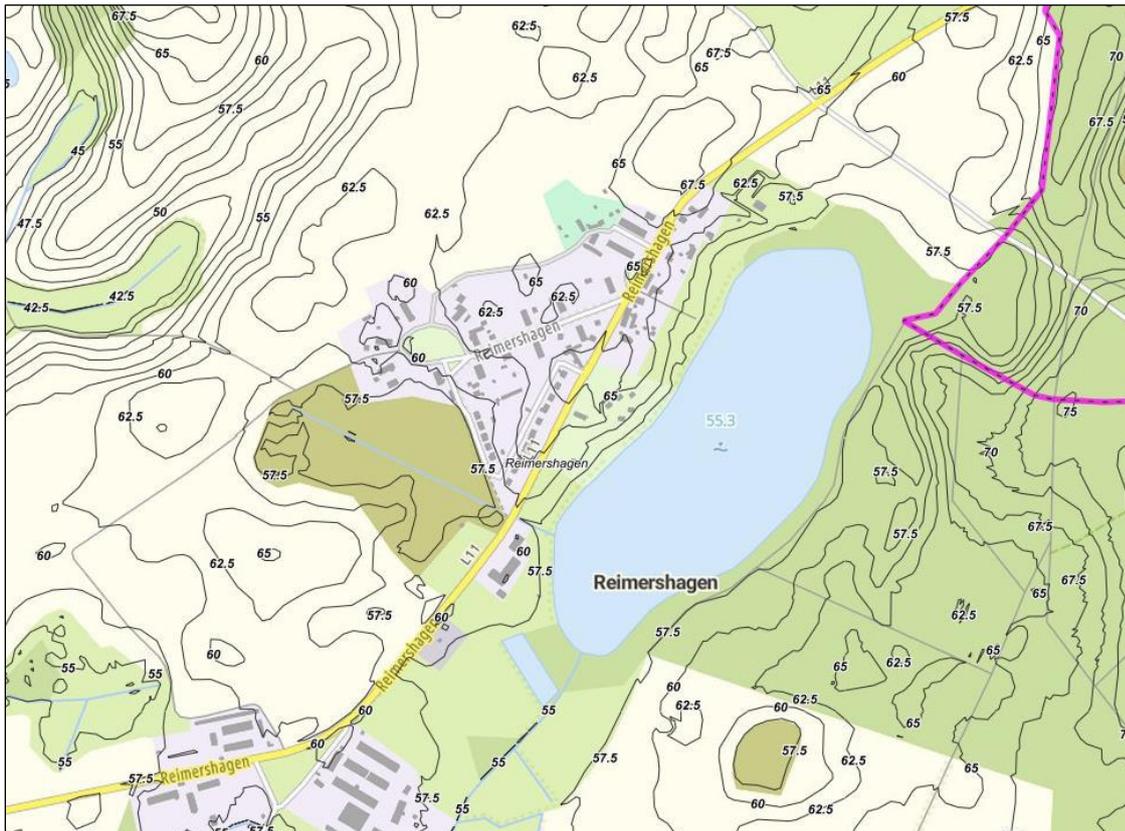


Abb.3.1-3: Höhenlinien rund um den Reimershagener See (LAIV MV, Geodatenviewer MV, GAIA-MVprofessional 2023)

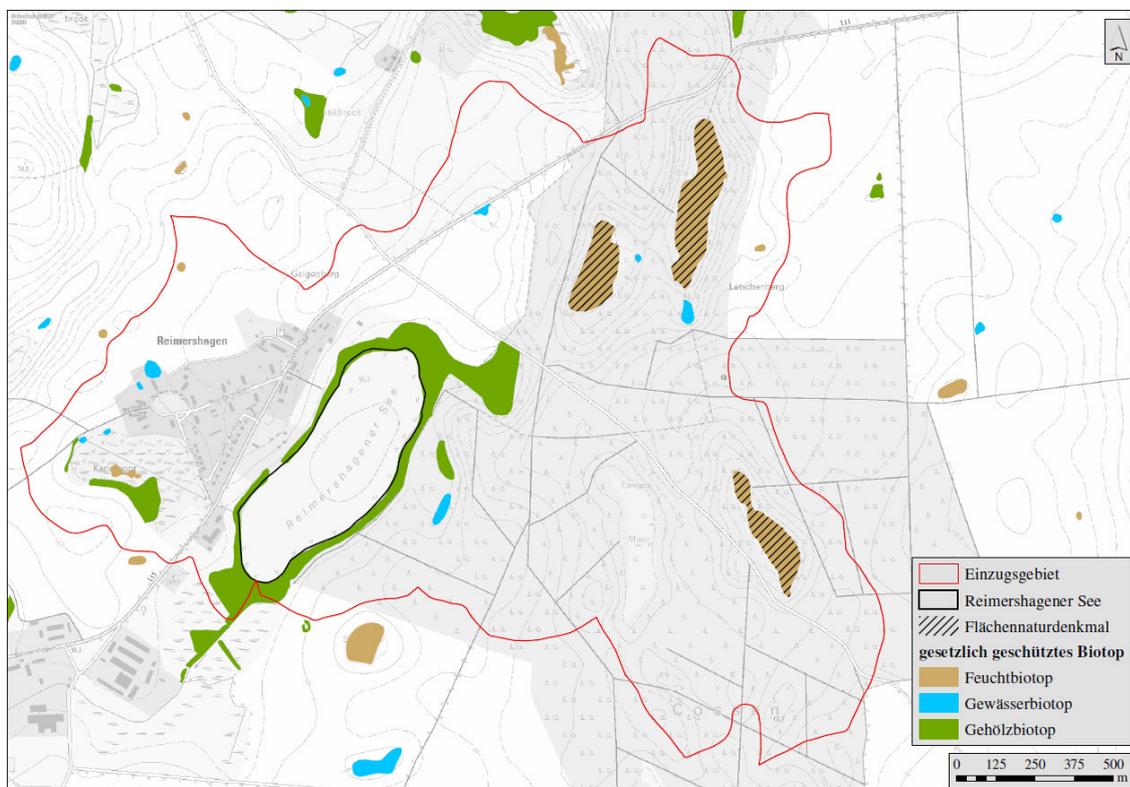


Abb.3.1-4: Schutzstatus im oberirdischen EZG des Reimershagener Sees (LUNG MV 2023b)

3.2 MORPHOMETRISCHE DATEN

Die Morphometrie eines Sees ist weitgehend durch seine Entstehungsgeschichte bestimmt, entsprechend lassen sich aus ihr auch Aussagen über die Eigenschaften und Reaktionsmuster/-möglichkeiten des Gewässers ableiten. Die morphometrischen Größen zum Reimershagener See wurden vom Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt Mecklenburg-Vorpommern, Seenprogramm MV (2022) bereitgestellt und sind in Tab.3.2-1 aufgeführt.

Tab.3.2-1: Morphometrische Daten Reimershagener See (Seenprogramm MV 2022)

See-/Messstellennummer	190380
Mittlere Wasserspiegelhöhe über NHN	55,80 m
Maximale Tiefe	2,50 m
Mittlere Tiefe	2,00 m
Seefläche	22,43 ha
Seevolumen	448.105 m ³
Einzugsgebietsgröße	3,5 km ²
Uferlänge	2.085 m
Uferentwicklung	1,24
Effektive Länge	892 m
Effektive Breite	306 m
Schichtung	ungeschichtet
Tiefengradient	1,19
Flächengradient	15,4
Volumengradient	7,7

Die Uferentwicklung drückt als Verhältnis von Uferlänge zur Seefläche den Buchtenreichtum eines Sees aus, was in der Regel einen entscheidenden Einfluss auf die litoralen Pflanzenbestände hat. Je mehr Buchten vorhanden sind desto größer ist die mögliche flächenmäßige Ausprägung der Pflanzenbestände längs des Ufers. Der Reimershagener See besitzt mit 1,24 eine geringe Uferentwicklung. Aufgrund der insgesamt geringen Tiefe des Gewässers kann hier dennoch ein großflächiger Bewuchs mit submersen Wasserpflanzen erwartet werden (Abb.3.2-1). Die Größe des Einzugsgebiets und damit die Menge an Niederschlag, die dem See zufließt, aber auch die Nutzung im Einzugsgebiet, bestimmen wesentlich den trophischen Zustand des Sees. Zur Beschreibung des Einflusses des Einzugsgebiets auf den See dienen die Umgebungsfaktoren (ausgedrückt durch den Flächengradienten und/oder den Volumengradienten), die sich aus dem Verhältnis von Einzugsgebietsfläche zur Seefläche bzw. Einzugsgebietsfläche zum Seevolumen errechnen. Der Umgebungsfaktor entscheidet über den Grad der Autarkie des Sees.

Er gibt an, inwieweit der geologische Untergrund, die Zuflüsse, die umgebende Vegetation und das Relief Einfluss auf den See haben. Die Werte des Umgebungsfaktors beim Reimershagener See betragen 15,4 (Flächengradient) und 7,7 (Volumengradient). Das spricht, neben punktuellen Belastungsquellen, für einen generell großen Einfluss des oberirdischen Einzugsgebiets auf den See.



Abb.3.2-1: Tiefenkarte des Reimershagener Sees (LUNG MV 2023)

3.3 BODENVERHÄLTNISSSE, OBERFLÄCHENRELIEF UND GRUNDWASSERZUFLUSS

Böden, Oberflächenrelief und Grundwasserzufluss im Einzugsgebiet von Standgewässern sind für deren Trophiesituation von entscheidender Bedeutung. Östlich des Reimershagener Sees herrschen sandige Böden vor, der westliche Teil des EZG wird von Lehmböden dominiert (Abb.3.3-1) (LUNG MV 2023b).

Die Ackernutzung, die sowohl auf den lehmigen als auch auf den sandigen Böden im Einzugsgebiet des Sees stattfindet, stellt ein Problem für den See dar. Sandige Böden sind durchlässig für Nähr- und Schadstoffe; auf lehmigen, hängigen Böden führt die Ackernutzung zu einem hohen Phosphor-Erosionspotenzial (DWA 2023), insbesondere wenn Mais angebaut wird.

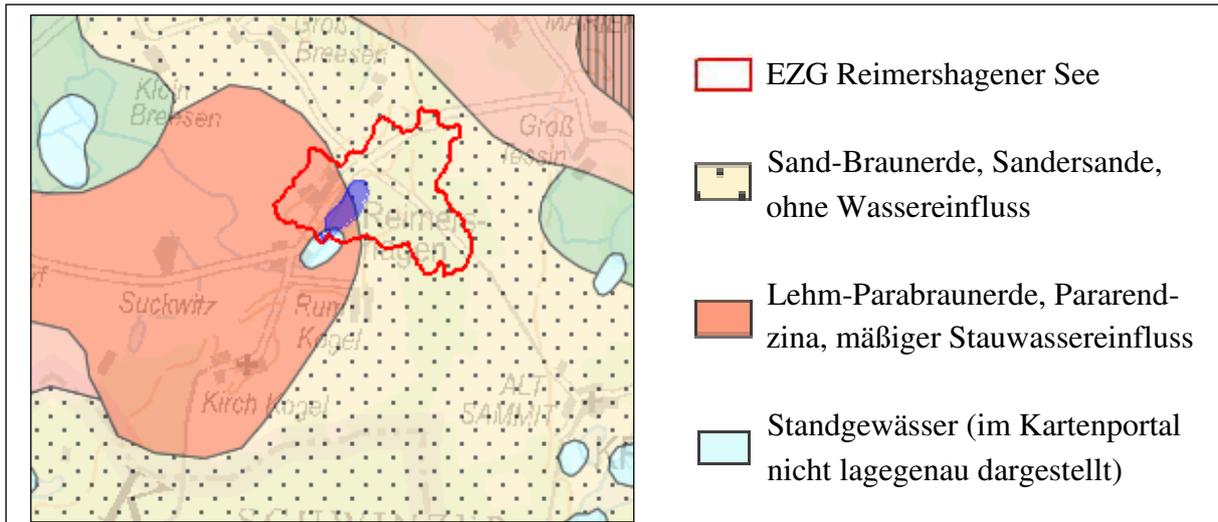


Abb.3.3-1: Bodenverhältnisse im EZG des Reimershagener Sees (LUNG MV 2023b)

Der für den Reimershagener See relevante Grundwasserkörper (WP_WA_6_16) wird großräumig der Planungseinheit „Warnow“ zugeordnet. Direkt im Umfeld des Sees beträgt der Grundwasserflurabstand < 2 m; mit zunehmender Entfernung zum See nimmt der GW-Flurabstand zu, im östlichen Bereich des EZG auf > 10 m (Abb.3.3-2). Der Geschützteitsgrad des Grundwassers wird insgesamt als gering eingestuft. Die Mächtigkeit bindiger Deckschichten beträgt < 5 m (LUNG MV 2023b).

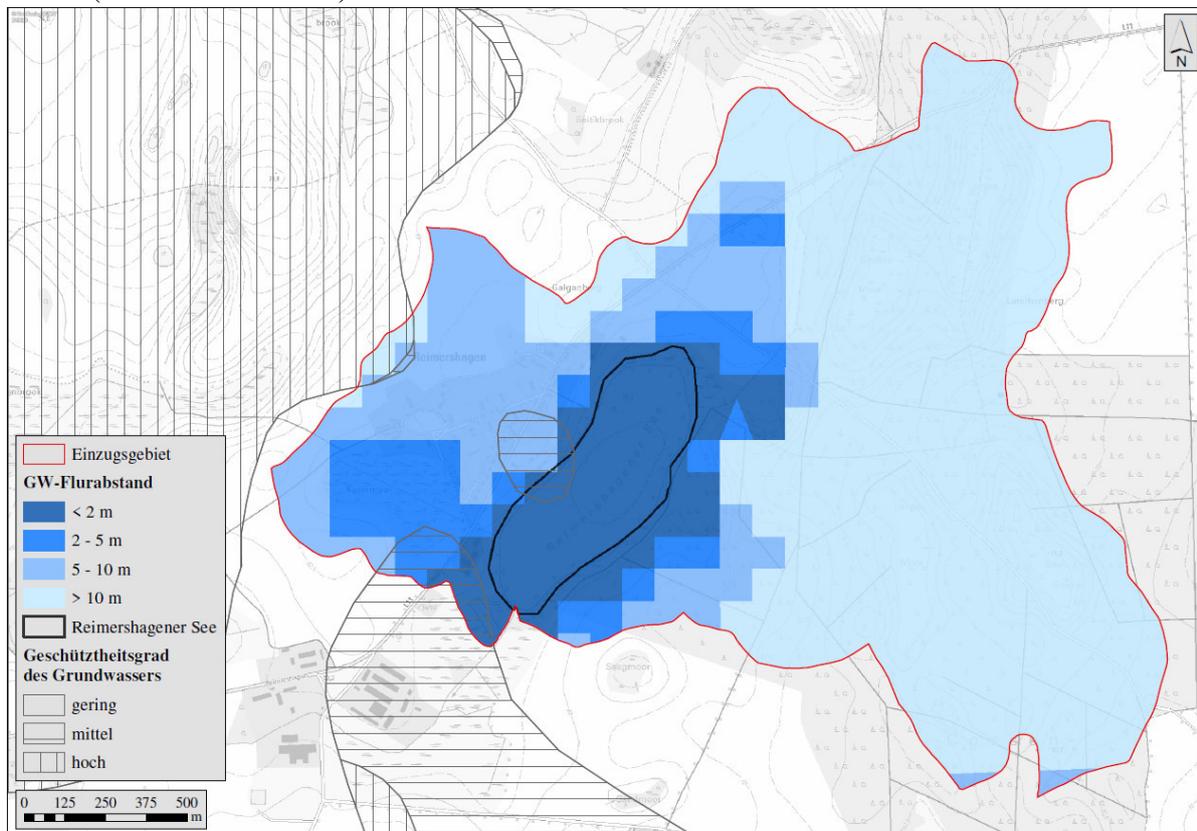


Abb.3.3-2: GW-Flurabstand und Geschützteitsgrad des GWs im EZG des Reimershagener Sees (LUNG MV 2023b)

Als Grundwasserneubildungsrate (GWN) werden im Kartenportal MV für den Waldbereich östlich des Sees überwiegend 50-100 mm/a angegeben (Abb.3.3-3). Im Bereich des Reimershagener Sees sowie am direkten Ostufer ist die GWN mit maximal 50 mm/a etwas geringer, wohingegen sie am Westufer sowie nördlich des Sees deutlich höhere Werte erreicht (LUNG MV 2023b).

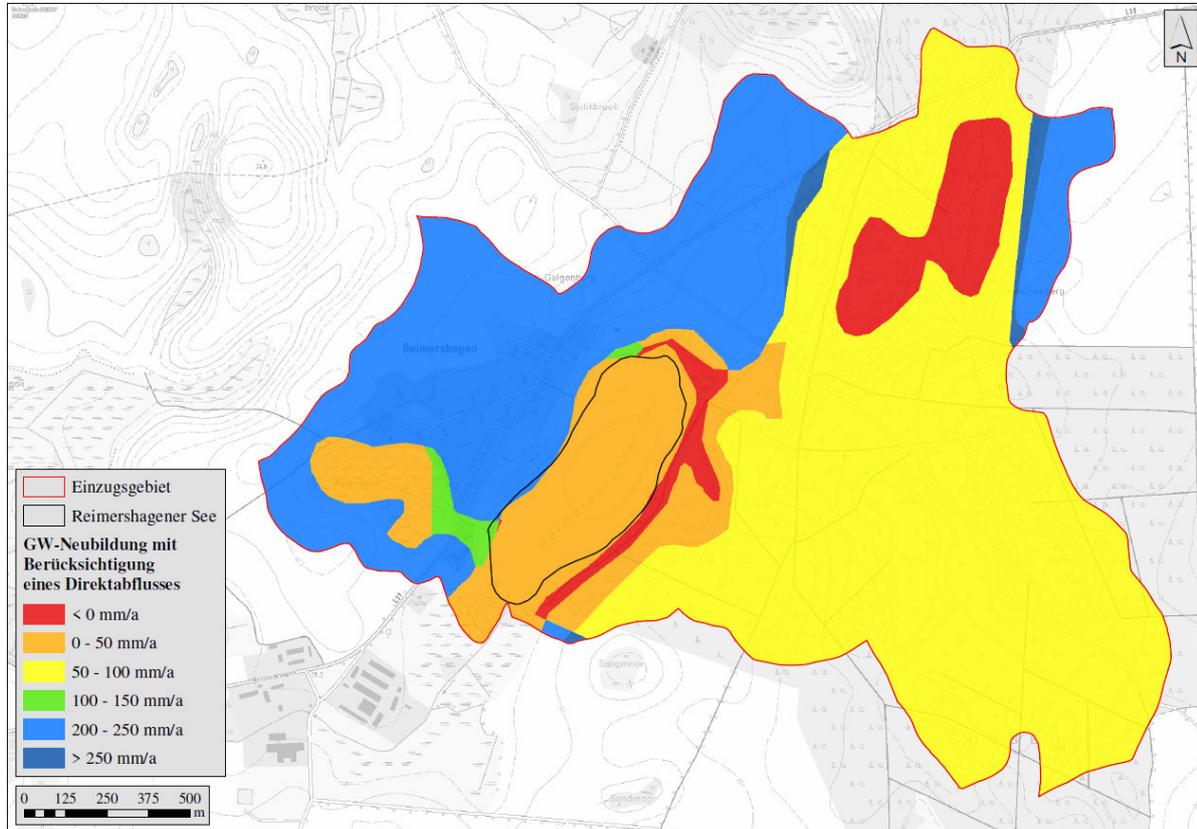


Abb.3.3-3: GW-Neubildungsrate im EZG des Reimershagener Sees (LUNG MV 2023b)

Abb.3.3-4 zeigt die Lage der Grundwasserisohypsen sowie die Grundwasserfließrichtung. Demnach strömt das Grundwasser dem Reimershagener See aus südlicher bis südöstlicher Richtung zu und strömt anschließend weiter Richtung Norden bzw. Nordwesten (LUNG MV 2023b).



Abb.3.3-4: Grundwasserisohypsen und Grundwasseranströmrichtung (rote Pfeile) im Umfeld des Reimershagener Sees (LUNG MV 2023b)

3.4 HYDROLOGIE

Wie bereits erwähnt, wird der Reimershagener See von der nach der EU-WRRL berichtspflichtigen Bresenitz (WAMI-1900) durchflossen. Sie entspringt in einer Niederung (Karinmoor) etwa 500 m westlich des Sees, fließt dem See am Südwestufer zu und verlässt diesen am Südufer (Abb.3.4-1). Die Gebietsabflussspende des Zulaufs bei Seeintritt entsprechend der Einzugsgebietsgröße (3,46 km²) beträgt ca. 21,5 l/s (LUNG MV 2023a). Der Zulauf, welcher monatlich bzw. 14-tägig kontrolliert wurde, war nur in den Monaten Februar bis April wasserführend. Im Zuge der Beprobung im o.g. Zeitraum sind Durchflussmessungen mit einem induktiven Strömungsmesser (MF pro, Firma OTT HydroMet) durchgeführt worden. Ein Ablauf aus dem Reimershagener See wurde lediglich im März und April festgestellt. Bei den eigenen Untersuchungen im Jahr 2022 ist zu berücksichtigen, dass es sich um ein etwas zu trockenes Jahr gehandelt hat (vgl. Kap.3.5), sodass für den Zulauf und damit auch die Aufenthaltszeit des Wassers im See unterdurchschnittliche Werte ermittelt wurden. Aus den gemessenen Werten errechnet sich für den Zeitraum von Januar bis Dezember 2022 ein mittlerer Oberflächenzulauf von 0,7 l/s (entspricht ca. 3,25 % der Gebietsabflussspende) zum Reimershagener See (Abb. 3.4-2).

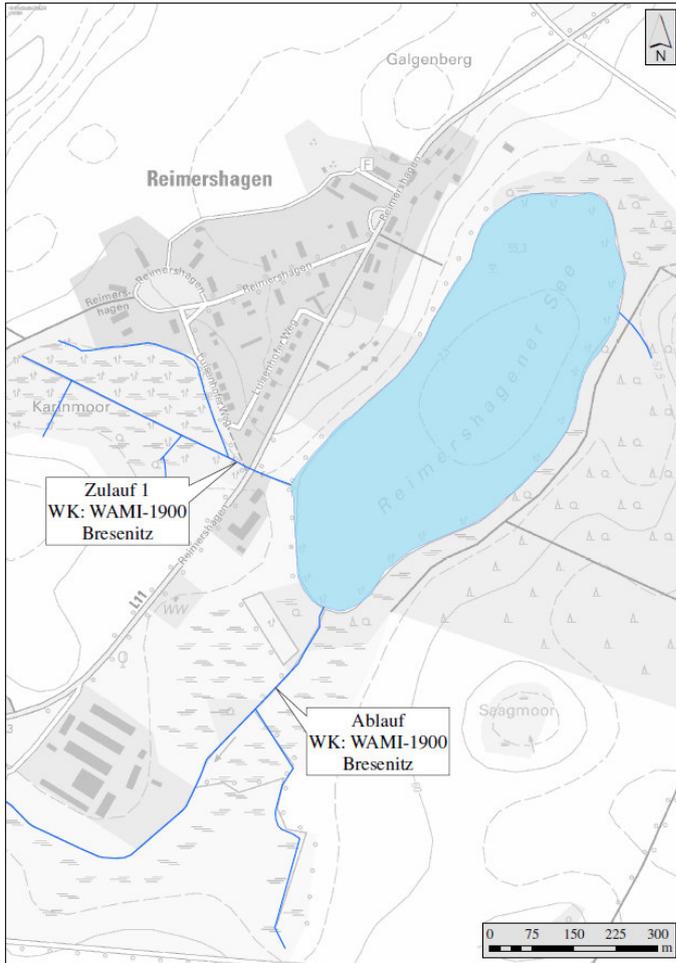


Abb.3.4-1: Lage des oberirdischen Zulaufs zum und des Ablaufs aus dem Reimershagener See (LUNG MV 2023b)

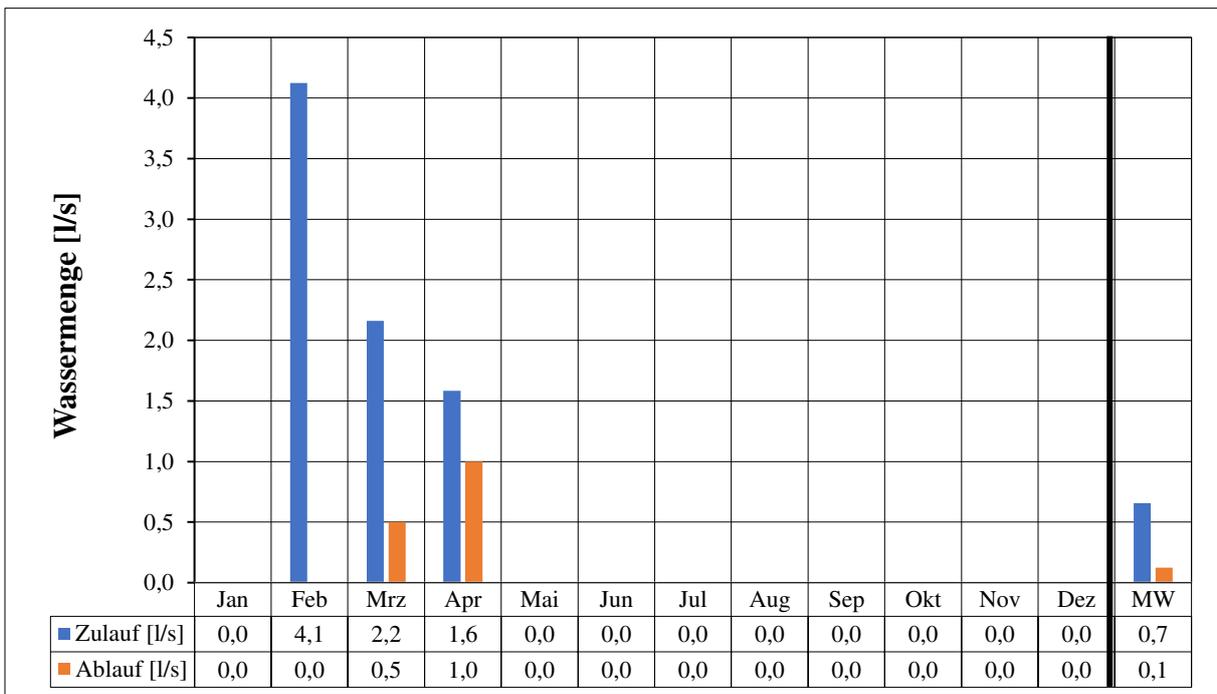


Abb.3.4-2: Zu- und Ablaufmengen zum bzw. vom Reimershagener See im Jahr 2022

Um die Verweilzeit des Wassers im See abschätzen zu können, ist die über den Zeitraum von 12 Monaten (Januar bis Dezember 2022) ermittelte Gesamtablaufmenge von 4.017 m³ mit dem Seevolumen von 448.105 m³ ins Verhältnis gesetzt worden. Daraus errechnet sich eine äußerst geringe Austauschzeit von 111,5 a, d.h. das Wasser des Reimershagener Sees tauscht sich 0,01 x pro Jahr aus.

Die Menge des unterirdisch zugeflossenen Wassers ist auf der Grundlage der Wasserhaushaltsgleichung bzw. Kontinuitätsgleichung ermittelt worden, in welcher die unterschiedlichen Elemente der Zu- und Abgänge zum/vom Wasservolumen des Standgewässers in Beziehung zueinander gesetzt werden. Die allgemeine Wasserhaushaltsgleichung für Seen lautet:

$$P + Q_{z,o} + Q_{z,u} - ET - Q_{a,o} - Q_{a,u} = \Delta S / \Delta t$$

Hierbei stellt P den Niederschlag auf die Seeoberfläche, $Q_{z,o}$ den oberirdischen Zufluss, $Q_{z,u}$ den Zwischen- oder hypodermischen Abfluss, ET die Verdunstung von der Seeoberfläche, $Q_{a,o}$ den Abfluss aus dem See, $Q_{a,u}$ die Grundwasserneubildung und $\Delta S / \Delta t$ die Speicherinhaltsänderung dar. Die Niederschläge in den betreffenden Monaten sind beim Deutschen Wetterdienst abgefragt worden, die Verdunstung nach der Berechnungsformel von DALTON zur Verdunstung von der freien Wasserfläche des Sees gemäß dem vereinfachten Verfahren nach RICHTER (1984 in DVWK-Merkblatt 238/1996) abgeschätzt worden. Zuflüsse wurden gemessen. Aus den verfügbaren Werten ist dann für die einzelnen Untersuchungsmonate jeweils die Menge des unterirdisch zufließenden Wassers wie folgt näherungsweise abgeschätzt worden:

$$Q_{z,u} = \Delta S / \Delta t + Q_{a,o} + ET - P - Q_{z,o}$$

Die ermittelten Daten zeigt Tab.3.4-1. Bei negativen Ergebnissen ist davon auszugehen, dass es keinen Eintrag über den hypodermischen Zufluss bzw. das Grundwasser gibt. Dies war in den Monaten Februar, Mai bis Juli, September, November und Dezember der Fall.

Tab.3.4-1: Kalkulation der monatlichen Menge des hypodermischen Schichtenwasser- und Grundwasserzuflusses zum Reimershagener See 2022

	Zulauf	Ablauf	Verdunstung	Niederschlag	Speicherinhaltsänderung	unterirdischer Wasserzufluss
2022	m ³ /Monat	m ³ /Monat				
Jan	0	0	1.570	12.673	24.673	13.570
Feb	9.979	0	2.243	25.615	20.187	-13.164
Mrz	5.785	1.339	5.159	90	17.944	18.567
Apr	4.106	2.678	11.215	9.129	4.486	5.145
Mai	0	0	17.495	6.213	-13.458	-2.176
Jun	0	0	21.533	5.899	-20.187	-4.553
Jul	0	0	23.327	8.142	-56.075	-40.890

Fortsetzung Tab.3.4-1

	Zulauf	Ablauf	Verdunstung	Niederschlag	Speicherinhaltsänderung	unterirdischer Wasserzufluss
2022	m ³ /Monat	m ³ /Monat				
Aug	0	0	21.757	13.346	13.458	21.869
Sep	0	0	15.701	28.823	6.729	-6.393
Okt	0	0	9.421	3.499	2.243	8.165
Nov	0	0	5.608	3.836	-4.486	-2.714
Dez	0	0	3.365	18.819	4.486	-10.968
Summe	19.870	4.017	138.393	136.083		-13.542

Der unterirdische Zustrom (hypodermischer Schichtenwasser- und Grundwasserzufluss) lag im betrachteten Untersuchungszeitraum von Januar bis Dezember 2022 bei ca. -13.542 m³. D.h., dass der See in Summe Wasser an den Grundwasserkörper abgegeben hat.

Die für den Zeitraum Januar bis Dezember 2022 kalkulierten Zuflussmengen für das unterirdisch zufließende Wasser sind genutzt worden, um aus den Ergebnissen der Nährstoffuntersuchungen der Proben aus 4 seenah gesetzten Pegelrohren Frachten ableiten zu können. Die Nährstofffrachten über diesen Pfad sind jeweils mit dem gewichteten Mittelwert der monatlichen Werte aus allen 4 Pegelmessstellen kalkuliert worden, sofern die Wasserstände in den Pegeln höher lagen als der Seewasserstand. Die Wichtung erfolgte entsprechend der Höhe des Wasserstands im jeweiligen Pegel; es wird davon ausgegangen, dass der Druck und somit auch die unterirdische Zulaufmenge mit dem Wasserstand im Pegel ansteigen.

3.5 KLIMAVERHÄLTNISSE UND WITTERUNG

Klima und Witterung spielen vor allem über die Temperatur, den Niederschlag, die Sonneneinstrahlung, aber auch den die Durchmischung des Wasserkörpers bestimmenden Wind bei der Trophieentwicklung eines Standgewässers eine entscheidende Rolle. Es soll deshalb an dieser Stelle kurz auf die grundsätzlichen sowie die speziellen klimatischen/witterungsbedingten Besonderheiten im Untersuchungsgebiet und -zeitraum eingegangen werden.

Die Planungsregion Mittleres Mecklenburg/Rostock weist Niederschläge um 600 mm im langjährigen Mittel auf und kann damit im Vergleich zum Osten und Süden des Landes als niederschlagsbegünstigt eingestuft werden. Regional sind allerdings z.T. erhebliche Unterschiede vorhanden. Die vorherrschenden Windrichtungen sind der atlantischen Prägung entsprechend dem Westsektor (ca. 40-50 %) zuzuordnen. Winde aus östlicher Richtung treten mit einer Häufigkeit von 25-30 % auf. Die größte Häufigkeit erreichen Winde aus Südwesten. Die mittlere Windgeschwindigkeit erreicht Werte von bis zu 6,0 m/s, wobei im Binnenland eine Abnahme der mittleren Windgeschwindigkeit zu verzeichnen ist. Das Einzugsgebiet des Reimershagener Sees befindet sich in knapp 55 km Entfernung zur Ostsee und ist damit dem maritim geprägten Binnenplanarklima zuzuordnen (LUNG MV 2007).

Als Referenzstationen für den Reimershagener See dienen die Stationen Goldberg (Lufttemperatur, Sonnenscheindauer, Windgeschwindigkeiten) sowie Krakow am See (Niederschlagshöhe). Alle Daten entstammen den öffentlich verfügbaren Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD).

Das langjährige Mittel (Jahre 1991-2020) der Lufttemperatur beträgt an der Station Goldberg 9,2°C. Im Untersuchungsgebiet lag die Durchschnittstemperatur im Jahr 2022 bei 10,3°C, also 1,1°C über dem 30-jährigen Mittelwert (Abb.3.5-1). In Deutschland war 2022, neben dem Jahr 2018, das wärmste Jahr seit Messbeginn (DWD 2023).

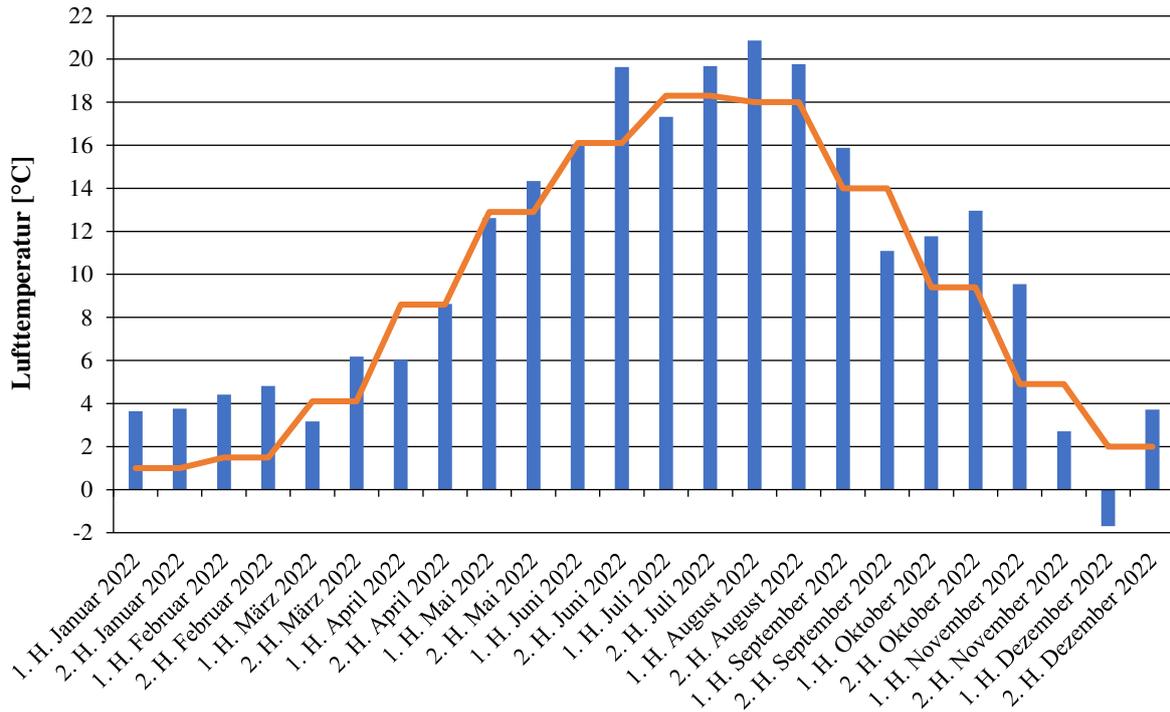


Abb.3.5-1: Halbmonatsmittel der Lufttemperatur im Jahr 2022 für die Station Goldberg (ID: 1694), orangefarbene Linie: Langjähriges Mittel (1991-2020) für die Station Goldberg (DWD 2023)

Im Jahr 2022 sind im Untersuchungsgebiet 606,7 mm Niederschlag gefallen (Station Krakow am See). Das langjährige Mittel der Niederschläge beträgt für diese Station 657,5 mm. Insgesamt sind für das Jahr 2022 damit etwa 92 % des zu erwartenden Niederschlags ermittelt worden. In den Monaten Februar, September und Dezember wurden 40-150 % höhere Niederschläge verzeichnet als im langjährigen Mittel (1991-2020) zu erwarten gewesen wären (Abb.3.5-2). Die Monate Mai bis Juli sowie Oktober und November waren besonders niederschlagsarm (30-52 % der üblichen Niederschlagsmenge). Im März ist im Grunde genommen überhaupt kein Niederschlag gemessen worden (0,4 mm). In Januar, April und August lagen die Regenmengen im Bereich des langjährigen Mittels (DWD 2023).

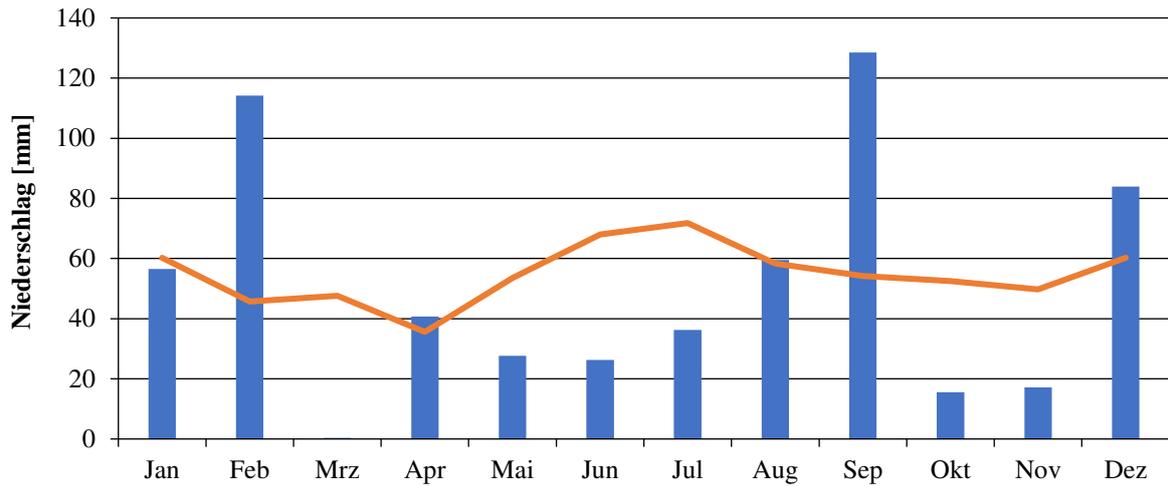


Abb.3.5-2: Summe der Niederschläge im Jahr 2022 für die Station Krakow am See (ID: 2725), orangefarbene Linie: Langjähriges Mittel (1991-2020) für die Station Krakow am See (DWD 2023)

Das langjährige Mittel (Jahre 1991-2020) der Sonnenscheindauer beträgt für die Station Goldberg 1.706 h. Für das Jahr 2022 sind im Untersuchungsgebiet mit 1.982 h ungefähr 16 % mehr Sonnenstunden ermittelt worden, wobei insbesondere die Monate März und April sowie Juni, August, Oktober und November sonnenscheinreich waren (11-92 % mehr Sonnenstunden). Die Monate Januar und Dezember waren verhältnismäßig sonnenscheinarm (etwa 20 % weniger Sonnenstunden). In allen anderen Monaten lag die Sonnenscheindauer im Bereich des langjährigen Mittelwerts der Jahre 1991-2020 (DWD 2023).

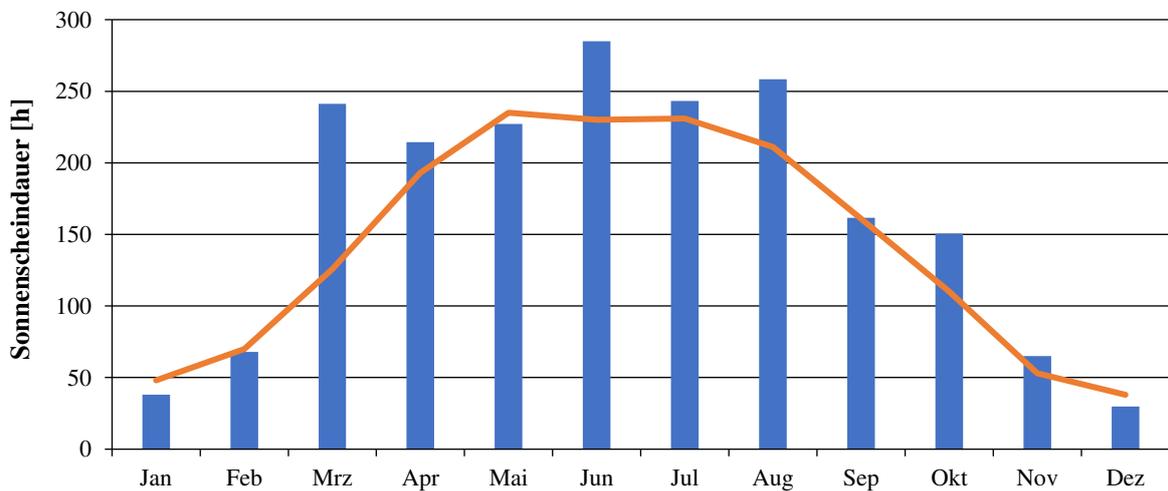


Abb.3.5-3: Sonnenscheindauer im Jahr 2022 für die Station Goldberg (ID: 1694), orangefarbene Linie: Langjähriges Mittel (1991-2020) für die Station Goldberg (DWD 2023)

Die mittlere Windgeschwindigkeit für die Station Goldberg betrug im Jahr 2022 zwischen 2,0 m/s (August) und 5,4 m/s (Februar) mit Windspitzen von 2,5 m/s (Dezember) bis 27,8 m/s (Februar) (Abb.3.5-4, DWD 2023).

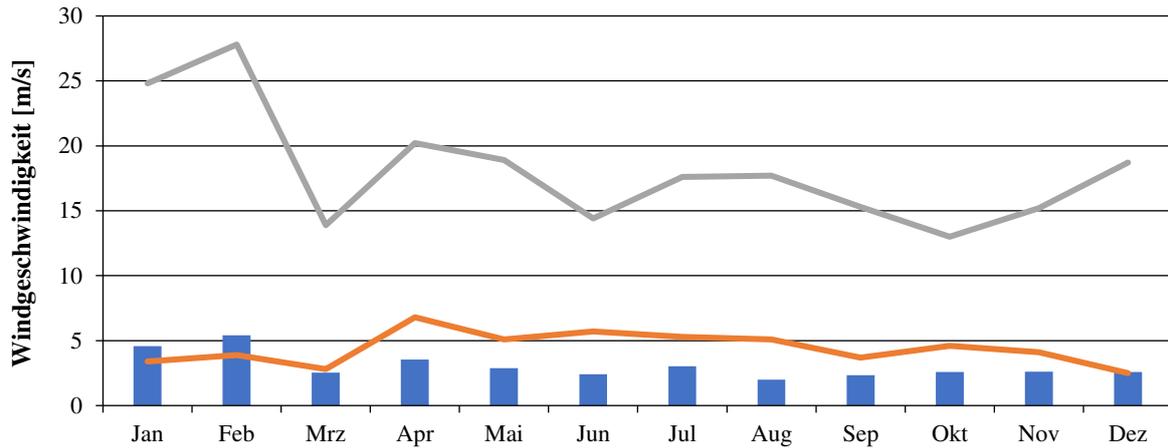


Abb.3.5-4: Mittlere Windgeschwindigkeit im Jahr 2022 für die Station Goldberg (ID: 1694), orangefarbene Linie: minimale Windspitze, graue Linie: maximale Windspitze (DWD 2023)

3.6 NUTZUNG IM EINZUGSGEBIET UND POTENZIELLE EXTERNE BELASTUNGSQUELLEN

Das Einzugsgebiet des Reimershagener Sees hat eine Größe von etwa 346 ha und ist überwiegend von Waldflächen geprägt (204 ha bzw. 59 %), die sich teilweise bis an das Ostufer des Sees erstrecken (Tab.3.6-1 und Abb.3.6-1). Landwirtschaftlich genutzte Flächen (Acker und Grünland) nehmen eine Fläche von 75 ha ein (21,6 % Flächenanteil). Der Reimershagener See selbst sowie das sich anschließende Siedlungsgebiet machen etwa 6,7 bzw. 6,5 % der EZG-Fläche aus. Alle weiteren Nutzungen spielen flächenmäßig lediglich eine untergeordnete Rolle.

Tab.3.6-1: Nutzungsstruktur im Einzugsgebiet des Reimershagener Sees

Nutzungsart	Fläche [ha]	Fläche [%]
Wald	203,5	58,8
Acker	53,4	15,4
Standgewässer einschließlich Uferstrukturen	23,0	6,7
Siedlung	22,3	6,5
Grünland (teilweise beweidet)	21,3	6,2
Moor	9,5	2,7
Gehölz, Baumreihe/-gruppe, Hecke, Offenland	4,7	1,4
Verkehrsfläche einschließlich straßenbegleitender Vegetation und Schutzstreifen	3,2	0,9
Freifläche, Badestelle	3,1	0,9
Reitplatz	1,1	0,3
Schneise	0,6	0,2
Kleingewässer einschließlich Uferstrukturen	< 0,1	< 0,1
Summe	345,8	100,0

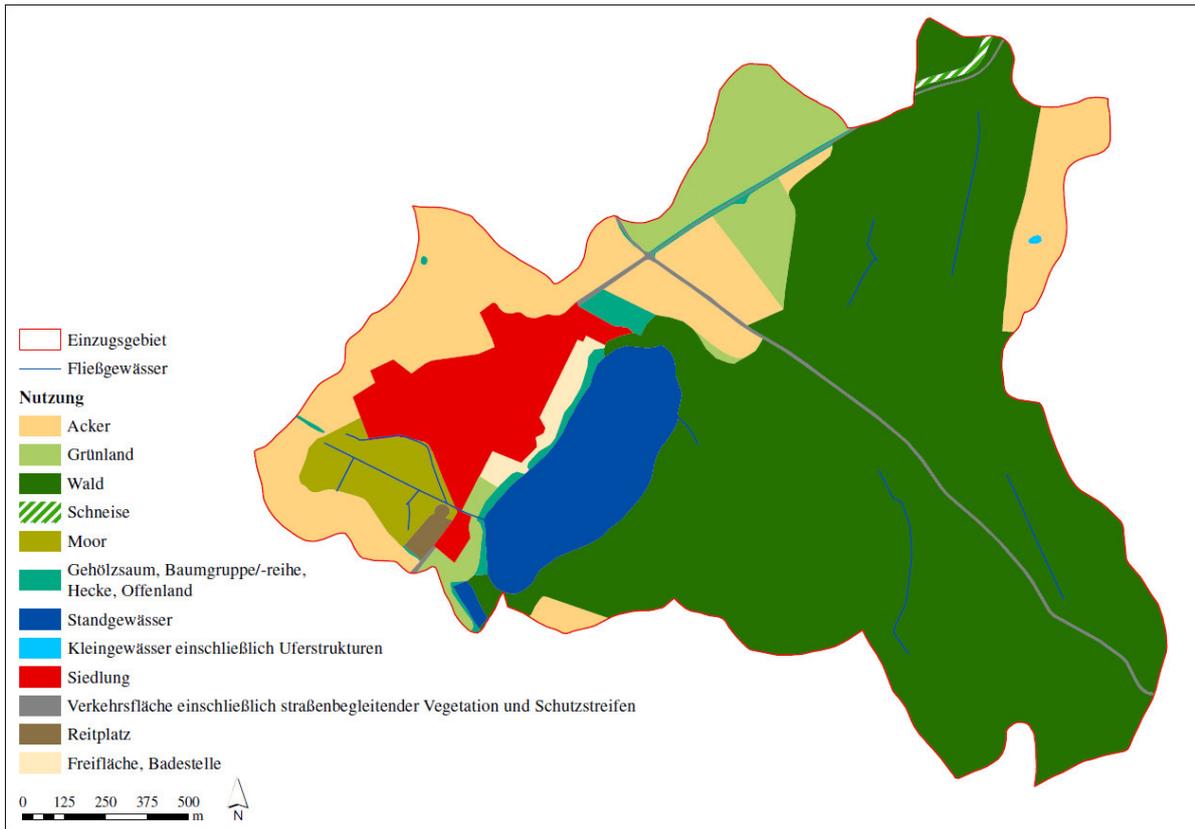


Abb.3.6-1: Nutzungsarten im Einzugsgebiet des Reimershagener Sees

Insbesondere aus der Acker- und Grünlandnutzung im Einzugsgebiet erwächst grundsätzlich ein relativ großes Nährstoffbelastungspotenzial für Standgewässer. Einträge erfolgen normalerweise über das Grundwasser, über Dränagen und Gräben, teilweise aber auch durch wind- oder niederschlagsbedingte Erosion. Die windbedingte Erosion über kurze Distanz spielt am See keine Rolle (Abb.3.6-2); die niederschlagsbedingte Erosionsgefährdung wird im Kartenportal MV v.a. direkt am Westufer, hier ist die Hangneigung besonders groß und hier befinden sich auch Siedlungsflächen, eine Badestelle sowie eine Pferdekoppel, mit „mittel“ bis „sehr hoch“ angegeben (LUNG MV 2023b).

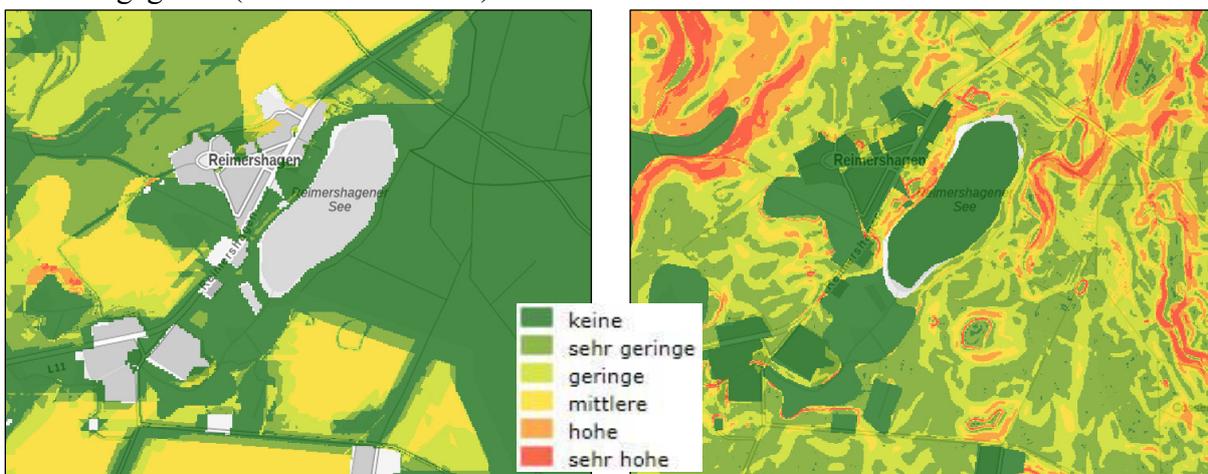


Abb.3.6-2: Potenzielle Wind- (links) und Wassererosionsgefährdung (rechts) im Umfeld des Reimershagener Sees (LUNG MV 2023b)

Die potenzielle Nitratauswaschungsgefährdung im Winterhalbjahr wird im Kartenportal MV auf der Ackerfläche südlich des Reimershagener Sees als „hoch“ eingestuft (Abb.3.6-3); von allen anderen Bereichen geht demnach eine geringe oder keine Gefährdung aus, was in Anbetracht der Sandböden im nördlichen Einzugsgebiet jedoch als sehr fraglich anzusehen ist. Für das Einzugsgebiet des Reimershagener Sees gibt es keine eingetragenen Wasserrechte (LUNG MV 2023b).

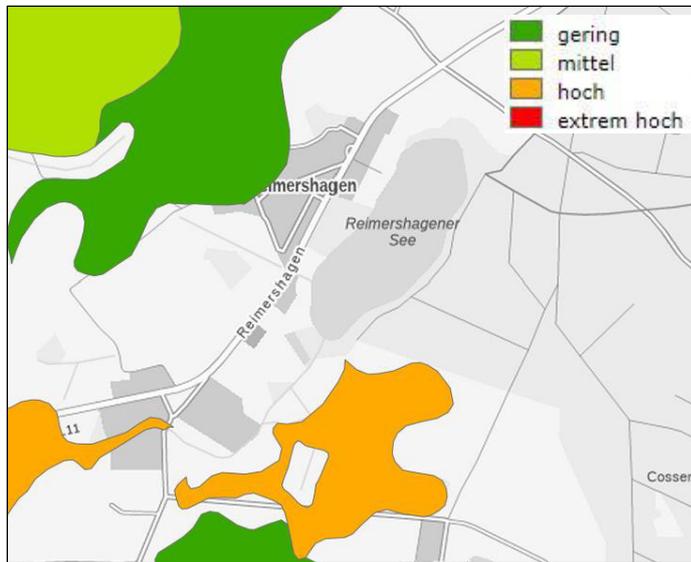


Abb.3.6-3: Potenzielle Nitratauswaschungsgefährdung im Winterhalbjahr im Umfeld des Reimershagener Sees (LUNG MV 2023b)

Die touristische Infrastruktur im Einzugsgebiet des Reimershagener Sees spielt eine untergeordnete Rolle. Am Westufer des Sees gibt es eine Vermietung von 3 Ferienwohnungen („Anglerparadies Reimershagener See“) und dort befindet sich auch die offizielle Badestelle (nicht an die EU gemeldet) mit Badesteg. Der See ist an heißen Sommertagen stark frequentiert, im Mittel besuchen in den Sommermonaten etwa 50 Badegäste pro Tag den See. Außerdem wird der See zum Angeln genutzt. Die Angelnutzung beschränkt sich jedoch auf wenige Urlauber, die mit Erlaubnis der Seeigentümerin – der See ist Eigentum der Familie Ahrendt – den See entweder von den vorhandenen Stegen oder vom Boot aus beangeln dürfen.

4 REFERENZ- UND ZIELZUSTAND DES SEES

Anzustrebendes Ziel der Sanierung/Restaurierung eines Standgewässers ist im Idealfall, seinen Referenzzustand zu erreichen. Dieser sich sowohl aus der Morphometrie des Gewässers als auch den wesentlichen Faktoren seines Umlands (Boden und Vegetationsbedeckung) ableitbare „natürliche Gütezustand“ kann für verschiedene Gewässertypen durchaus sehr verschieden sein. Der Ermittlung des Referenzzustands bei Planungen zur Gewässersanierung kommt daher eine zentrale Bedeutung zu. Einerseits um keine über den natürlicherweise gegebenen Zielzustand hinausgehenden Erwartungen zu wecken. Andererseits aber auch, um unbefriedigende Gütezustände nicht hinnehmen zu müssen. Für die Einschätzung des Seezustands liegen mit der Trophieklassifizierung nach LAWA (2014) sowie der Seetypologie nach der OGeWV (2016) und RIEDMÜLLER et al. (2022) ineinandergreifende Bewertungsgrundlagen vor.

Durch das Seenprogramm MV (Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt MV) wurde als Referenzzustand für den Reimershagener See auf der Grundlage seiner Seebecken-Morphometrie ein eutropher Zustand (e2) nach LAWA (2014) ausgewiesen. Nach der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) werden die Standgewässer nach ihren spezifischen natürlichen Eigenschaften wie Morphometrie, Einzugsgebietsgröße und geografische Lage bestimmten Typen zugeordnet, für die wiederum für spezifische ausgewählte Kenngrößen Grenzbereiche für die Abtrennung von Gewässern mit „gutem“ und „sehr gutem“ Zustand und „nicht gutem“ Zustand festgelegt worden sind. Da der Reimershagener See mit < 50 ha nicht WRRL-berichtspflichtig ist, lässt er sich nur angelehnt an die Seetypen-Typologie einschätzen (OGewV 2016, RIEDMÜLLER et al. 2022). Danach ist der Reimershagener See der Ökoregion Norddeutsches Tiefland zuzuordnen. Als kalkreicher, ungeschichteter See mit einem relativ großen Einzugsgebiet (Volumenquotient > 1,5) und einer mittleren Tiefe < 3,0 m kann er, in Anlehnung an die OGewV (2016), dem Seetyp 11.2 (Flachseen) zugeordnet werden. Damit liegt die „sehr gut“/„gut“-Grenze beim Gesamt-Phosphor im Saisonmittel bei 0,028-0,035 mg/l, die „gut“/„mäßig“-Grenze im Saisonmittel bei 0,035-0,055 mg/l, was gemäß LAWA (2014) einem schwach eutrophen Zustand (e1) als potenziellem Referenzzustand entspricht. Da der See Teil eines WRRL-berichtspflichtigen Gewässers (der Bresenitz; WAMI-1900) ist, sind die Anforderungen für den „guten“ Zustand als durchaus bedeutend anzusehen.

Nach EU-WRRL ist mindestens der „gute“ (im Idealfall der „sehr gute“) Zustand zu erreichen, wobei nicht nur der chemische, sondern auch der ökologische Zustand ausschlaggebend ist. Für einen Wasserkörper kann der „gute“ ökologische Zustand nur ausgewiesen werden, wenn sich alle Qualitätskomponenten im guten Zustand befinden. Der Zustand der biologischen Qualitätskomponenten nimmt dabei als integrierendes und ganz wesentlich von allen anderen Qualitätskomponenten beeinflusstes Element eine zentrale und bestimmende Stellung ein. Wie erwähnt ist der Reimershagener See auf Grund seiner Seefläche (< 50 ha) zwar kein nach WRRL berichtspflichtiges Gewässer, jedoch gelten die Ziele der WRRL für alle Gewässer. Die nachfolgend genannten Vorgaben für die biologischen Qualitätskomponenten und die physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten sind somit nach der OGewV (2016) nicht bewertungsrelevant, jedoch können sie eine gute Orientierung bieten, nach denen sich der ökologische Zustand des Sees gutachterlich einschätzen lässt.

Im Referenzzustand des Seetyps 11.2 (typische Flachseen; RIEDMÜLLER et al. 2022) setzt sich das Phytoplankton hauptsächlich aus den Algenklassen der Diatomeen (Bacillariophyceae), Chlorophyceae, Cryptophyceae, Dinophyceae und Cyanophyceae zusammen. Das saisonale Gesamtbiovolumen sollte 3,5 mm³/l nicht überschreiten. Die Algenklassen der Diatomeen, Cyanophyceae und Cryptophyceae sind zumeist mit < 1 mm³/l im Saisonmittel vertreten. Die Chlorophyceae können artenreich vertreten sein, jedoch mit < 0,1 mm³/l im Saisonmittel. Der Anteil der Chrysophyceae am saisonalen Gesamtbiovolumen liegt bei 3-7 %.

Das Zooplankton ist mit rund 50 % von Copepoden dominiert, wobei die cyclopoiden Copepoden mit etwa 30 % den Hauptanteil stellen. Das Zooplankton kann in Seen des Typs 11 einem mittleren bis sehr hohen Prädationsdruck durch Fische ausgesetzt sein, sodass dann große

Daphnien-Taxa oft durch kleinere, z.B. *Bosmina coregoni* und *Daphnia cucullata*, ersetzt werden. Rotatorien können generell sehr artenreich vertreten sein.

Als charakteristisch für das Makrozoobenthos ist für Seen des Tieflands vor allem das Vorkommen von Sedimentfressern und Sand-/Schlammbewohnern ausgewiesen. Chironomiden bilden den Hauptanteil an den vorkommenden Insektentaxa, jedoch wäre im Referenzzustand auch eine geringe Anzahl an Taxa sensibler Arten (Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata) zu erwarten.

Die submerse Makrophytengemeinschaft kann flache Seen fast durchgängig besiedeln (z.B. Characeenrasen). Es dominieren meso-eutraphente Arten. Die Uferzone ist oft durch breite Röhricht- und Schwimmblattgemeinschaften charakterisiert.

In Anlehnung an die OGewV (2016) sollte für Flachseen als Mindestziel ein Phosphorsaisonmittelwert zwischen 0,035 mg/l und 0,055 mg/l angestrebt werden, um auch das Erreichen eines „guten“ ökologischen Zustands sicherzustellen. Es würden sich dann voraussichtlich im Saisonmittel Sichttiefen ab 1,30 m und Chlorophyllwerte von < 13 µg/l einstellen, was wiederum die Ausbildung eines artenreichen Bestands an submersen Makrophyten ermöglichen würde.

5 AKTUELLE UNTERSUCHUNGEN AM REIMERSHAGENER SEE

5.1 CHEMISCHE UND PHYSIKOCHEMISCHE PARAMETER DES REIMERSHAGENER SEES UND DER OBER- UND UNTERIRDISCHEN ZULÄUFE

5.1.1 METHODEN

Der aktuelle Trophiezustand des Reimershagener Sees ist von Januar bis April sowie Oktober bis Dezember 2022 monatlich und von Mai bis September 2022 14-tägig (insgesamt 17 Termine) untersucht worden. Die Probenahme erfolgte an allen Terminen vom Boot aus an der tiefsten Stelle (MST, Abb.5.1-1). Es wurde jeweils eine Mischprobe aus der euphotischen Zone (OF bis 2,5 x Sichttiefe) entnommen. Die OF-Mischprobe wurde in Unterproben für die Nährstoff-, Chlorophyll- und Phytoplanktonanalyse geteilt. Parallel wurde ein Profil der Sofortparameter Wassertemperatur, Sauerstoffkonzentration und -sättigung, spezifische Leitfähigkeit, pH-Wert sowie Redoxpotenzial aufgenommen. Zooplanktonproben sind als 30 l-Netzproben über die gesamte Wassersäule (ggf. bis zur anoxischen Grenzschicht < 0,5 mg/l O₂) entnommen worden.

Am 13.10.2022 erfolgte die Entnahme von Sedimentproben an 6 Messstellen (Sed1-Sed6, vgl. Abb.5.1-1). Verwendet wurde ein Sedimentstechrohr der Firma LIMNOS. Analysiert wurde jeweils der obere Horizont (0,0-0,4 m). Am 15.02.2023 erfolgte eine zusätzliche Beprobung der oberen Sedimentschichten an der tiefsten Stelle in 3 Horizonten (0-4 cm, 4-8 cm und 8-12 cm) sowie eine Beprobung an derselben Stelle sowie an 2 weiteren Stellen zur Analyse der P-Rücklösung.

In Tab.5.1-1 sind alle untersuchten Parameter sowie die verwendeten Methoden zusammengestellt. Die Untersuchungen wurden durch entsprechende Erhebungen zum Makrophytenbestand (1 x im Sommer) und Makrozoobenthos (2 Termine – Frühjahr, Herbst) an 3 Probenahmestellen komplettiert. Die verwendeten Methoden sowie die Untersuchungsstellen werden in den Kapiteln 5.2.2 und Kap.5.2.3 erläutert.

Um die Einträge über den Zulauf bzw. den Austrag über den Ablauf zu erfassen, wurden diese von Januar bis Dezember 2022 monatlich (von Mai bis September 14-tägig) beprobt. Dabei wurde auch jeweils das Strömungsvolumen ermittelt, um eine Wasserbilanz des Sees erstellen und Nährstoffein- und -austräge quantifizieren zu können. Der Seewasserstand wurde hierzu ebenfalls aufgenommen.

Zur Erfassung des hypodermisch zufließenden Schichtenwassers wurden im Januar 2022 in Ufernähe 4 Pegelrohre eingebracht und monatlich, im Sommer 14-tägig, beprobt.

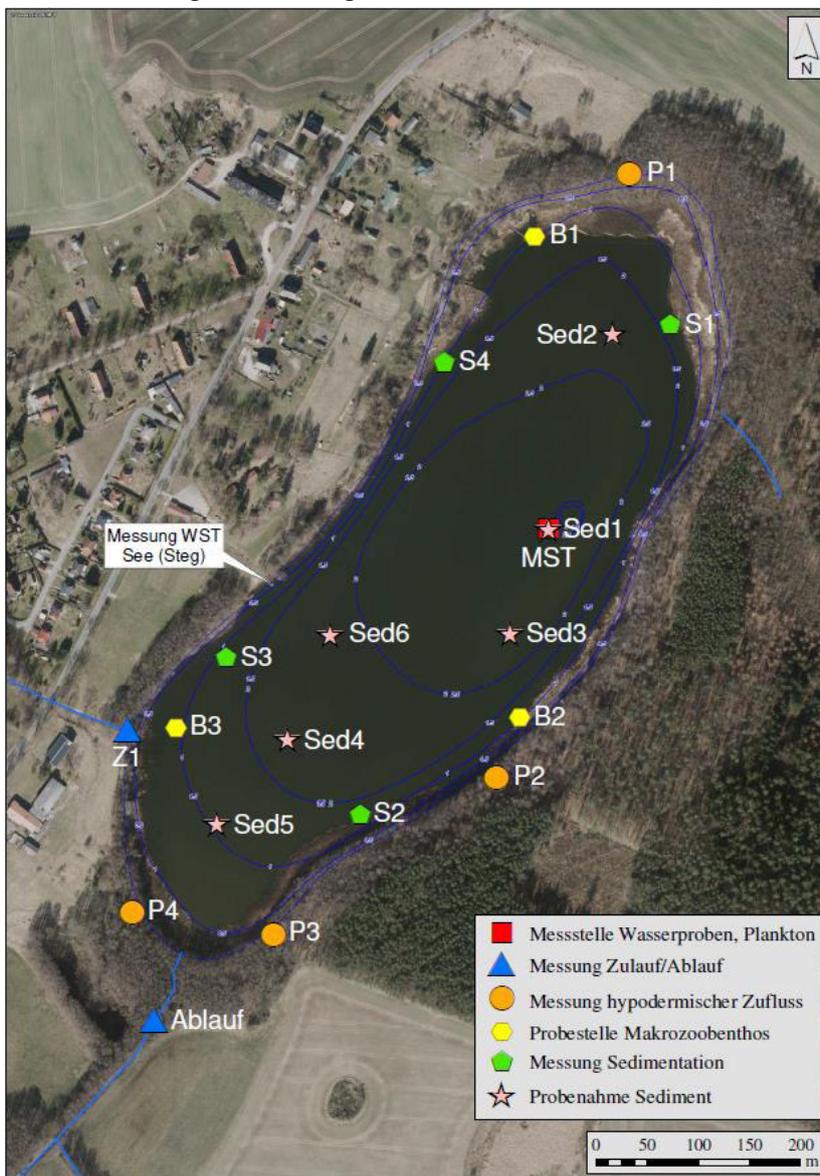


Abb.5.1-1: Monatlich untersuchte Messstellen im bzw. am Reimershagener See

Tab.5.1-1: Zusammenstellung der im Rahmen des Untersuchungsprogramms im bzw. am Reimershagener See untersuchten Wassergüteparameter

Parameter	Methode	Seemess- stelle	Zuläufe / Ablauf	Pegel
Gesamt-Phosphat-Phosphor (TP)	DIN EN ISO 6878 (D11) 2004-09	x	x	x
ortho-Phosphat-Phosphor (SRP)	DIN EN ISO 15681-2 (D46) 2005-05	x	x	x
Nitrat-Stickstoff	DIN EN ISO 13395 (D28) 1996-12	x	x	
Nitrit-Stickstoff	DIN EN ISO 13395 (D28) 1996-12	x	x	
Ammonium-Stickstoff	DIN EN ISO 11732 (E23) 2005-05	x	x	
Gesamt-Stickstoff (TN)	DIN EN ISO 11905-1 (H36) 1998-08	x	x	
Chlorophyll a	DIN 38412-L16:1985-12	x		
Phaeopigmente	DIN 38412-L16:1985-12	x		
Alkalinität/Säurekapazität	DIN 38409 H7 2005-12	x		
BSB ₅	DIN EN 1899-1 / DIN EN 1899-2		x	
Chlorid	EN ISO 10304-1: 2009-07	x	x	
Calcium	DIN EN ISO 1 885, 09/2009 (E22)	x		
Magnesium	DIN EN ISO 1 885, 09/2009 (E22)	x		
TOC	DIN 38409 H3		x	
Karbonathärte	DIN 38409 H6	x		
Gesamthärte	DIN 38409 H6	x		
Sichttiefe	Secchi-Scheibe	x		
gelöster Sauerstoff und Sauerstoffsättigungsindex (SSI)	DIN EN 25814:1992-11 (G22) Datenlogger GRANT/YSI	x	x	x
pH	DIN 38404 C5: 2009-07 Datenlogger GRANT/YSI	x	x	x
Redoxpotenzial	DIN 38404-C6:1984-05 Datenlogger GRANT/YSI	x	x	x
Leitfähigkeit	DIN EN 27888:1993-11 (C8) Datenlogger GRANT/YSI	x	x	x
Wassertemperatur	DIN 38404-C4: 1976-12 Datenlogger GRANT/YSI	x	x	x

5.1.2 ERGEBNISSE

5.1.2.1 AKTUELLER TROPHIEZUSTAND DES REIMERSHAGENER SEES IM JAHR 2022

5.1.2.1.1 MESSDATEN UND KLASSIFIZIERUNG

Es wird an dieser Stelle nur auf ausgewählte Parameter eingegangen, alle Einzelmessergebnisse sind in entsprechenden Tabellen in den Anlagen enthalten.

Wassertemperatur: Die von der Oberfläche bis 1 m über Grund in 0,5 m-Schritten gemessenen Wassertemperaturen waren über die Wassertiefe sehr ausgeglichen. Die höchste gemessene Oberflächenwassertemperatur wurde am 19.08.2022 mit 23,1°C gemessen (Abb.5.1-2).

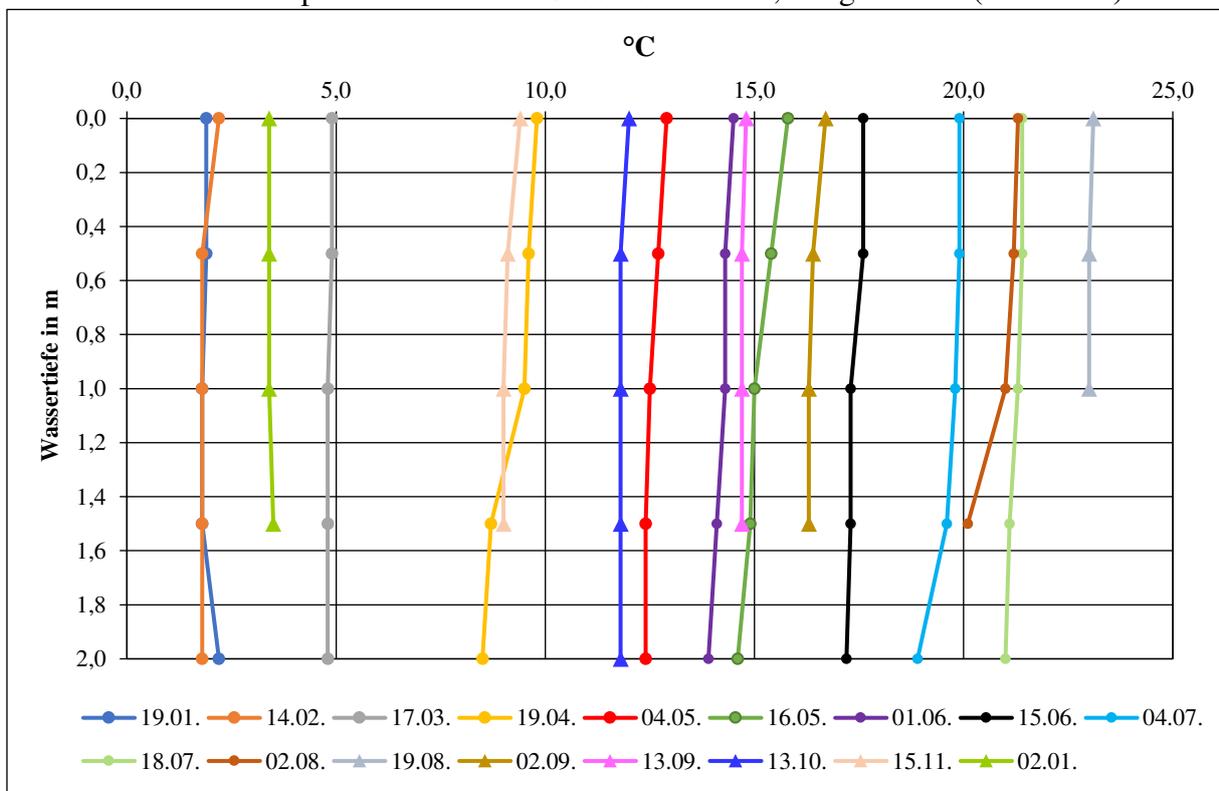


Abb.5.1-2: Wassertemperaturen im Reimershagener See 2022

Bei den Sauerstoffwerten war zu allen Jahreszeiten ein deutlicher Rückgang ab 1,5 m Tiefe, im August und September auch schon ab 1 m Tiefe, zu beobachten. Eine völlige Sauerstofffreiheit über Grund trat allerdings nicht auf. Die oberflächennahe Übersättigung war Mitte April mit 126 % am höchsten (Abb.5.1-3).

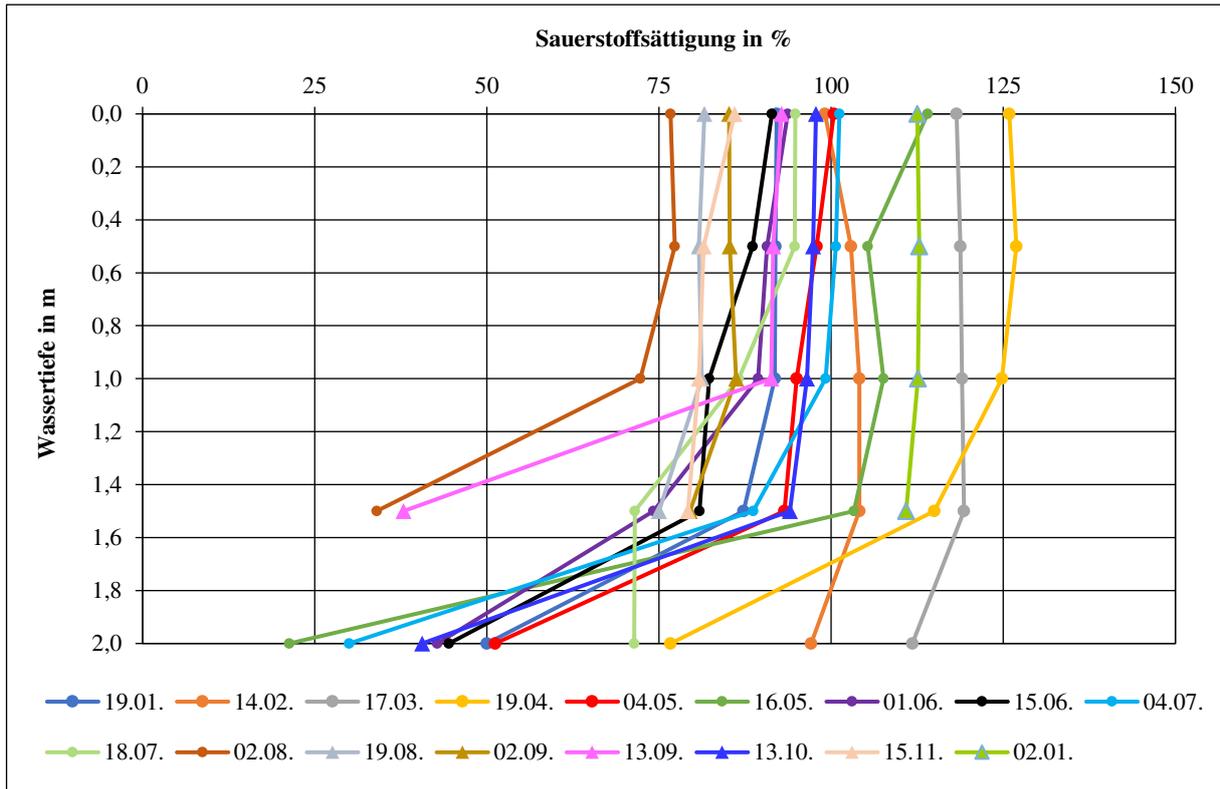


Abb.5.1-3: Tiefenprofile der Sauerstoffsättigung im Reimershagener See 2022

Sichttiefe: Die Sichttiefe im Reimershagener See erreichte im Untersuchungszeitraum Werte zwischen 0,5 m Mitte Juni/Anfang Juli und 2,0 m im November 2022 und Januar 2023 (Ersatztermin für Dezember 2022/Eisbedeckung) (Abb.5.1-4). Der Mittelwert lag bei 1,0 m.

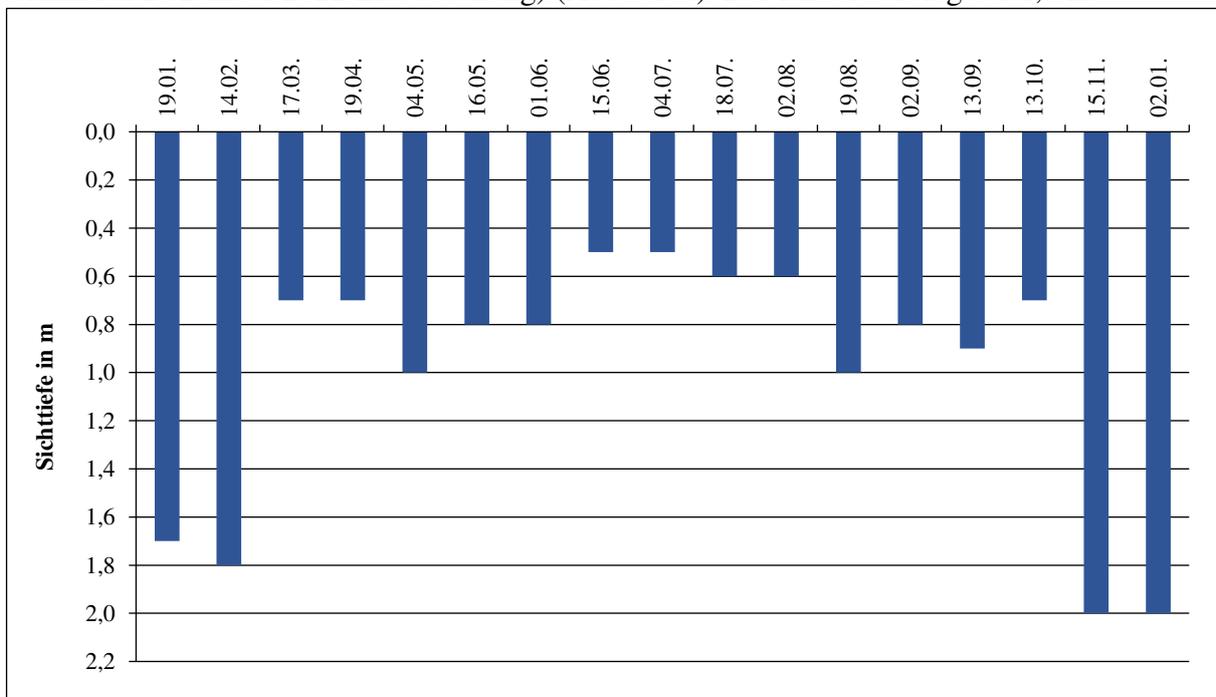


Abb.5.1-4: Sichttiefen im Reimershagener See 2022

Die im Reimershagener See ermittelten Chlorophyll a-Werte zeigten mit 39,0 µg/l ein Maximum am 15.06.2022 (Abb.5.1-5). Der Mittelwert für das Jahr 2022 lag bei 22,4 µg/l. Die grafische Kombination der Sichttiefe mit der Konzentration von Chlorophyll a zeigt einen annähernd gespiegelten Verlauf. Damit war die Sichttiefe eher vom Phytoplankton und weniger von windbedingten Aufwirbelungen beeinflusst.

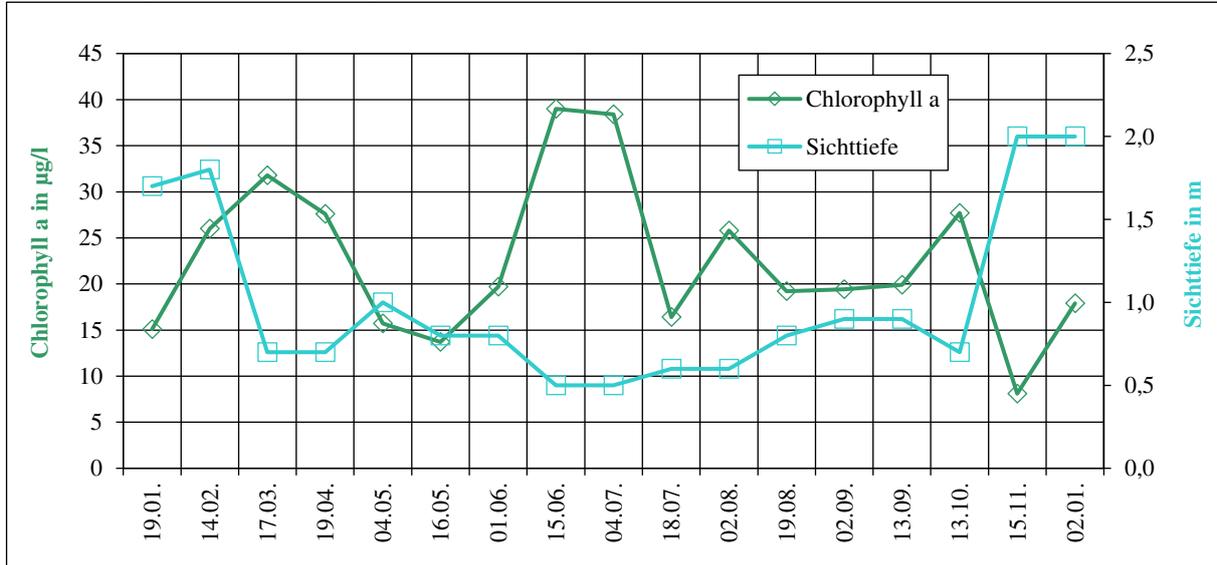


Abb.5.1-5: Chlorophyll a und Sichttiefe im Reimershagener See 2022

Phosphor: Die im Jahresverlauf im Reimershagener See gemessenen Gesamtphosphor-Werte (TP) bewegten sich in der Mischprobe zwischen 0,033 mg/l im April und 0,077 mg/l im Februar (Abb.5.1-6). Der Mittelwert über den Untersuchungszeitraum lag bei 0,050 mg/l.

Die ortho-Phosphat-Konzentrationen (SRP) zeigten einen ähnlichen Verlauf und sind mit durchschnittlich 0,003 mg/l als sehr gering anzusehen (Abb.5.1-6). Auch hier wurde der Maximalwert im Winter festgestellt (0,026 mg/l, 19.01.2022).

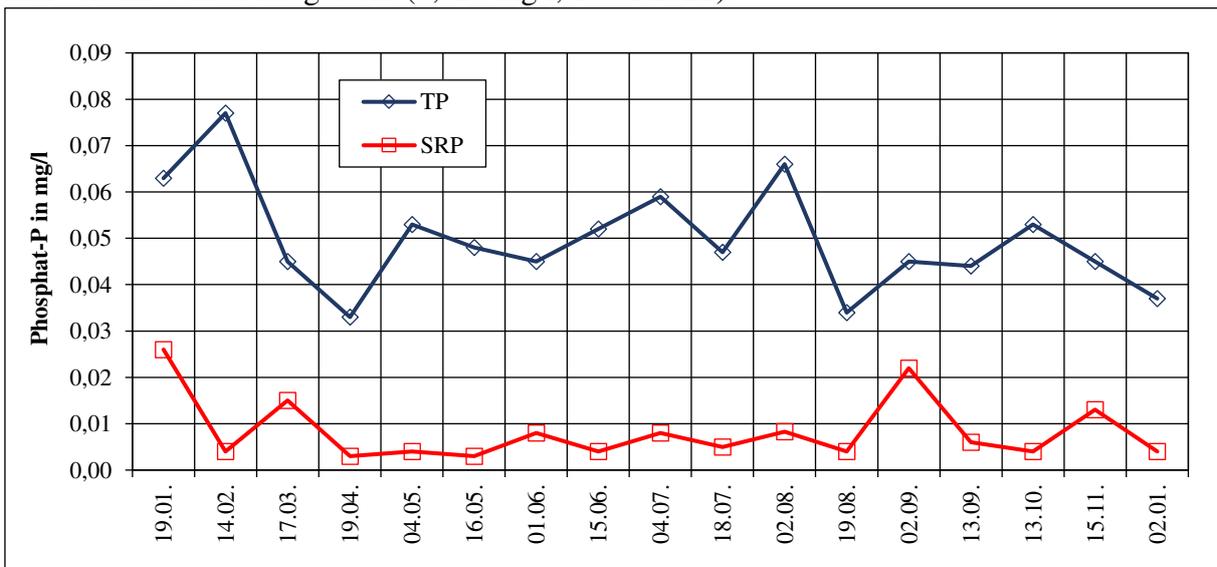


Abb.5.1-6: Phosphat-Phosphor-Konzentrationen in der Mischprobe im Reimershagener See 2022

Auch bei den Gesamt-Stickstoffwerten war ein Maximum im Winter (3,85 mg/l am 19.01.2022) zu erkennen; ansonsten lagen die Werte ziemlich gleichmäßig zwischen 2 und 3 mg/l (Abb. 5.1-7). Die vergleichsweise geringen Nitrat-, Nitrit- und Ammoniumkonzentrationen verweisen darauf, dass der überwiegende Teil der Stickstoffverbindungen in organisch gebundener Form vorliegt (vgl. Planktonentwicklung).

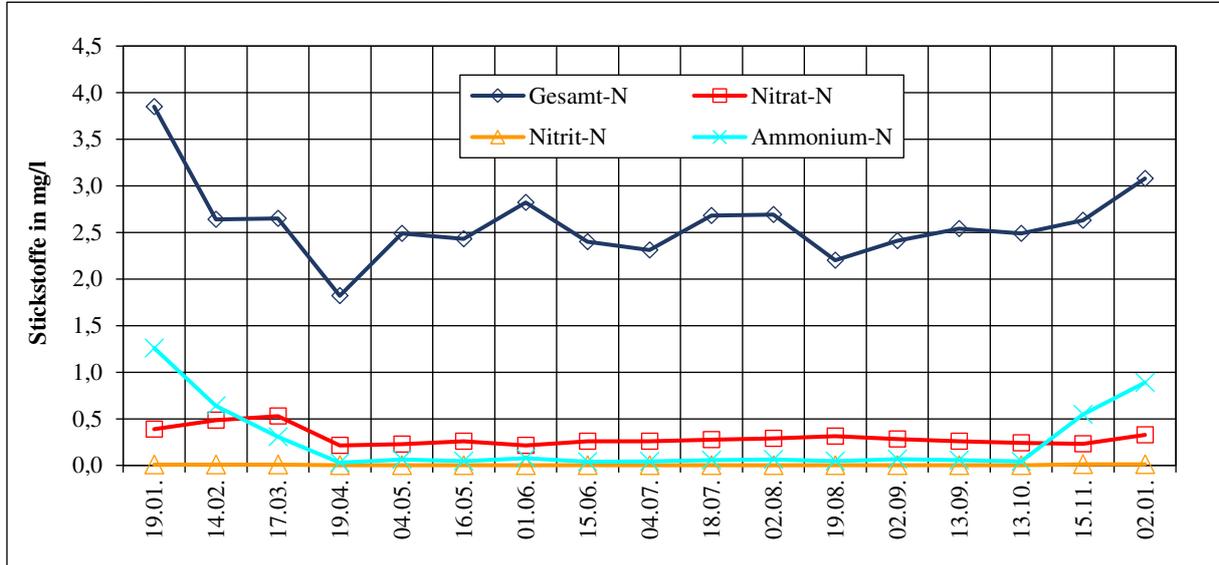


Abb.5.1-7: Stickstoff-Konzentrationen in der Mischprobe im Reimershagener See 2022

Die Calcium-Konzentrationen lagen bei 63,7 mg/l im März und 70,6 mg/l im September und zeigten damit keine großen Schwankungen (Abb.5.1-8). Bei den Magnesiumwerten war von März bis September eine Zunahme von 4,36 mg/l auf 10,9 mg/l zu verzeichnen. Die Chlorid-konzentrationen zeigten wenig Änderungen (33,0 mg/l und 37,1 mg/l) und müssen als Belastungsanzeiger auf einen anthropogenen Einfluss (Abwasser, Düngemittel aus der Landwirtschaft oder Salz von Straßenabläufen) gewertet werden.

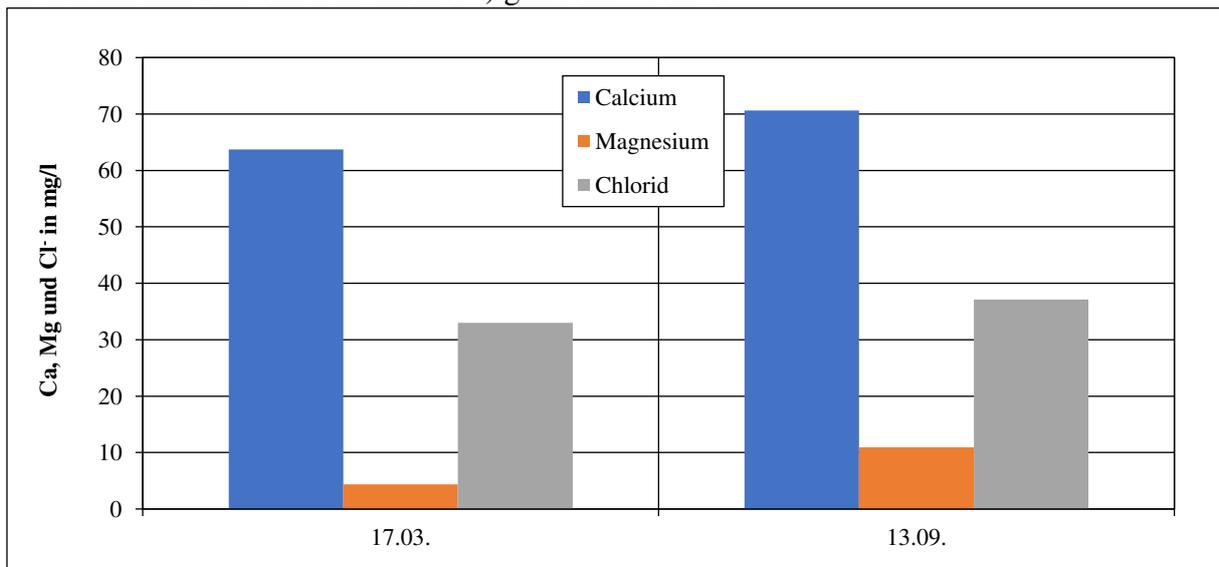


Abb.5.1-8: Calcium-, Magnesium- und Chlorid-Konzentrationen in der Mischprobe im Reimershagener See 2022

Die Karbonathärte lag bei 90,0 mg/l CaO, die Messwerte der Gesamthärte bei 99,4 bzw. 124 mg/l CaO (Abb.5.1-9) und damit in einem Bereich, der für mäßig kalkreiche Seen typisch ist.

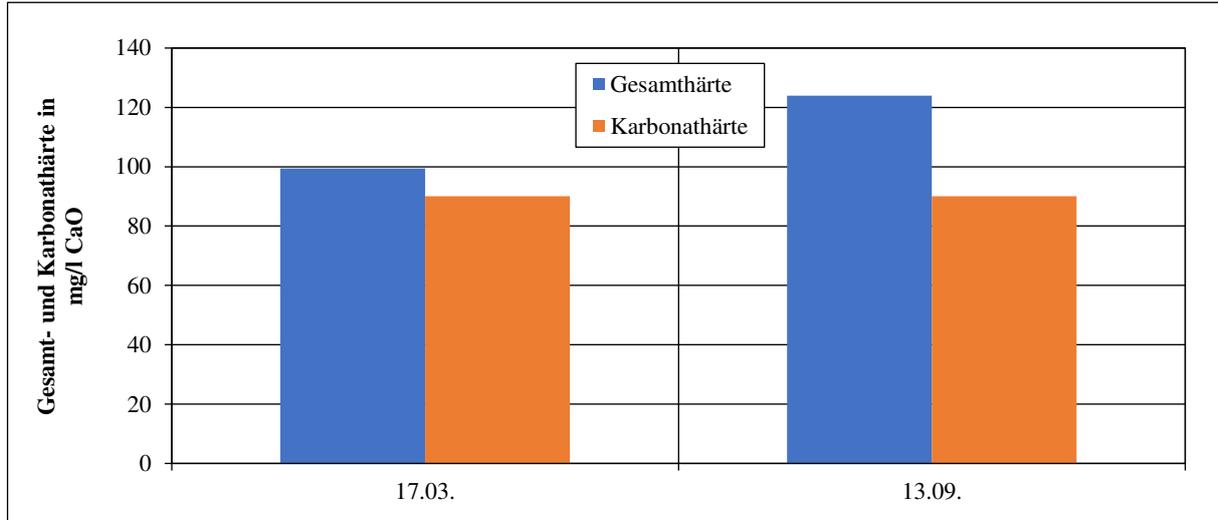


Abb.5.1-9: Gesamt- und Karbonathärte in der Mischprobe im Reimershagener See 2022

Die Säurekapazität (KS4,3) lag in den Mischproben bei 2,65 bzw. 2,73 mmol/l (ohne Abbildung). Mit Blick auf eine mögliche Nährstofffällung ist offenbar eine gute Pufferkapazität gegeben. Da der Herbstwert etwas höher lag als der Frühjahrswert, käme eine Fällung im Spätherbst auch aus diesem Grund eher infrage als eine Fällung im zeitigen Frühjahr.

Die Trophieberechnung nach LAWA (2014) ergab für den Reimershagener See im Jahr 2022 einen Trophieindex von 3,24 (Abb.5.1-2). Dies entspricht einem hoch eutrophen Zustand (e2). Die Trophie liegt damit, angelehnt an die OGewV (2016), noch eine Stufe schlechter als der für den entsprechenden Seetyp 11.2 angegebene natürliche Referenzzustand (e1).

Tab.5.1-2: Klassifizierung gemäß LAWA (2014) für den Reimershagener See im Jahr 2022 (polymiktischer See, mittlere Tiefe < 3 m)

	Mrz/Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	MW	Index	Wichtung	Produkt	Iges
Sichttiefe (m)	0,70	0,90	0,65	0,55	0,80	0,85	0,74	3,72	6	22,31	
Chlorophyll a (µg/l)	29,7	14,7	29,4	27,4	22,5	19,7	23,90	3,28	10	32,77	
Gesamt-PO ₄ -P (µg/l)	39	51	49	53	50	45	47,83	2,95	6	17,67	
Gesamt-PO ₄ -P (µg/l)	39						39	2,89	4	11,54	
									Summe	84,29	3,24

Referenzzustand: eutroph e1

eutroph e2

5.1.2.1.2 VERGLEICH MIT VERFÜGBAREN DATEN AUS DEN VORJAHREN/ENTWICKLUNG

Für eine Entscheidung über Handlungsbedarf und Handlungsoptionen hinsichtlich des Gütezustands eines Gewässers spielt auch dessen Langzeitentwicklung eine entscheidende Rolle, zumal dieser witterungsbedingt teilweise deutlichen jährlichen Schwankungen unterliegen kann

und aus der Untersuchung einer Vegetationsperiode ohne Kenntnis der Langzeitentwicklung unter Umständen fehlerhafte Schlüsse gezogen werden könnten. Die Auswertung der vom Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt (Referat Seenprogramm) MV zur Verfügung gestellten Messergebnisse und der Vergleich mit den Messergebnissen von 2022 ist im Folgenden dargestellt.

Bei den chemischen Parametern sind Daten aus den Jahren 1995, 2001 und 2015 vorhanden. Es handelt sich dabei aber nicht um Jahresgänge. 1995 und 2001 wurde lediglich an 4 Terminen beprobt, 2015 an 6 Terminen, aktuell an 17, so dass die Trendeinschätzung tendenziell sicher zutrifft, im Detail aber sehr lückenhaft bleibt.

Die Gesamtposphat-Phosphorkonzentrationen (TP) verringerten sich nach 2001 deutlich, blieben dann aber seit 2015 offenbar stabil auf derzeitigem Niveau (Abb.5.1-10). Vermutlich ist die Verbesserung im Wesentlichen auf den Bau der neuen Kläranlage im Jahr 2001 zurückzuführen.

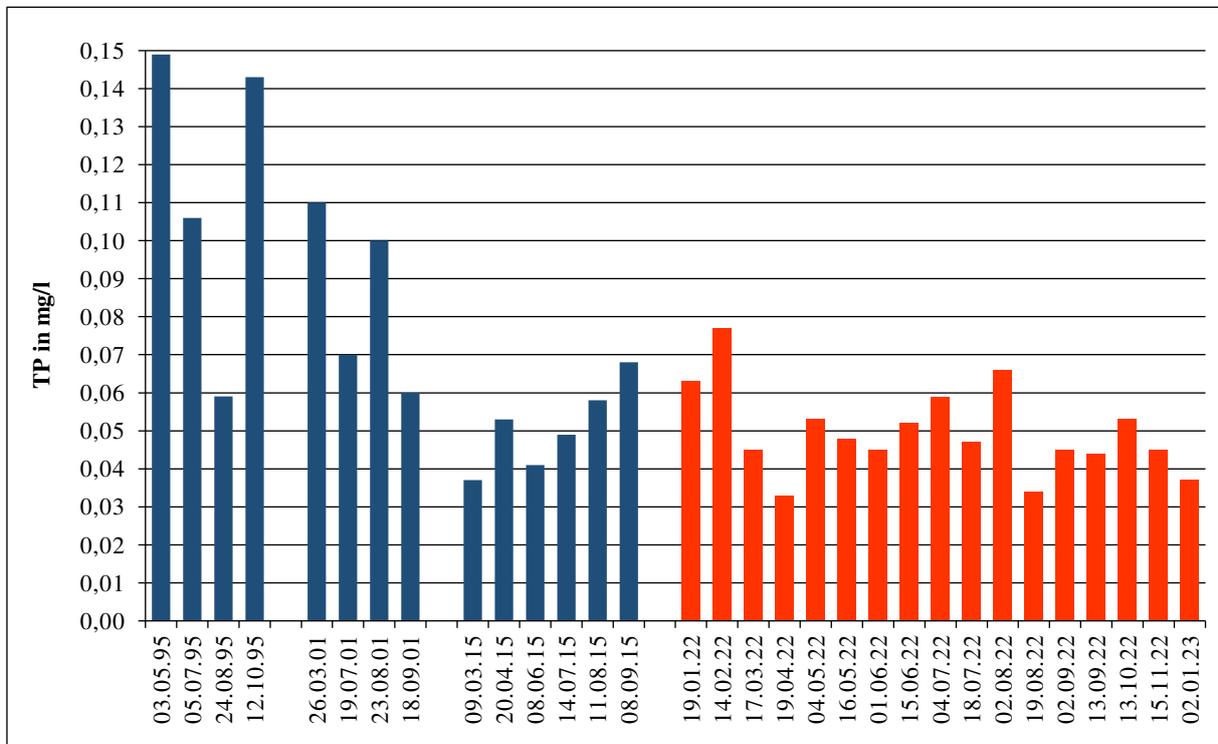


Abb.5.1-10: Entwicklung der Gesamtposphat-Phosphor-Konzentration (TP) im Reimershagener See seit 1995 (Werte aus 2022 sind rot dargestellt)

Bei den Gesamtstickstoffwerten zeigt sich ein anderer Trend (Abb.5.1-11). Von 1995 zu 2001 war ein Anstieg zu verzeichnen, bis 2015 blieben die Konzentrationen dann auf einem ähnlich hohen Niveau; sie stiegen aktuell noch einmal deutlich um mehr als 25 % – ein Trend, der in MV an vielen Oberflächengewässern und im Grundwasser zu beobachten ist. Im Jahr 2022 wurden auch Winterwerte mit aufgenommen, welche tendenziell höhere Konzentrationen als die Sommerwerte aufwiesen, für die Vorjahre aber fehlen. Beim Vergleich der Werte der Sommerhalbjahre ist der Anstieg der Stickstoffkonzentration im See jedoch ebenfalls deutlich zu erkennen.

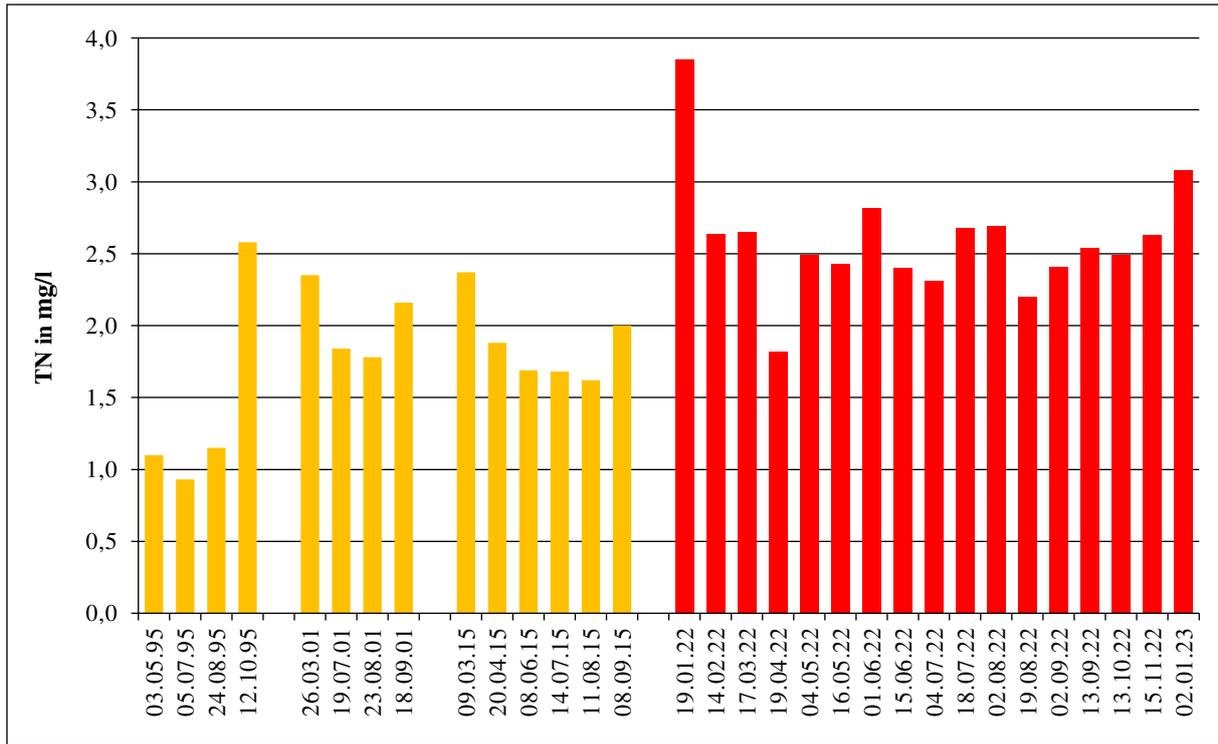


Abb.5.1-11: Entwicklung der Gesamt-Stickstoff-Konzentration (TN) im Reimershagener See seit 1995 (Werte aus 2022 sind rot dargestellt)

Die Entwicklung der Chlorophyll a-Werte ähnelt der der Phosphorwerte (Abb.5.1-12). Seit einem Rückgang zwischen 2001 und 2015 gab es keine signifikante Änderung.

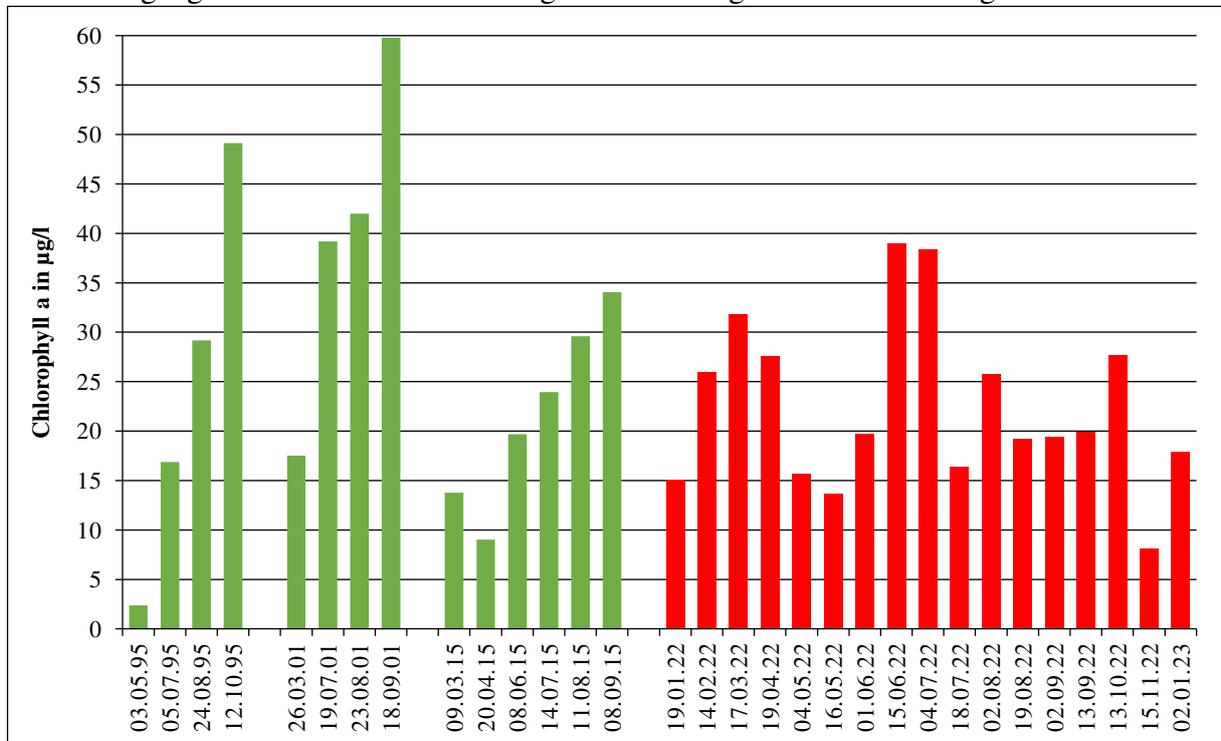


Abb.5.1-12: Entwicklung der Chlorophyll a-Konzentration im Reimershagener See seit 1995 (Werte aus 2022 sind rot dargestellt)

Auch bei der Sichttiefe erfolgte die eigentliche Verbesserung zwischen 2001 und 2015. Die Grafik in Abb.5.1-13 erweckt den Anschein, dass sich die Sichttiefen aktuell stark verbessert haben. Die hohen Sichttiefen 2022 wurden aber in den Wintermonaten gemessen, die in den anderen Jahresauswertungen fehlten.

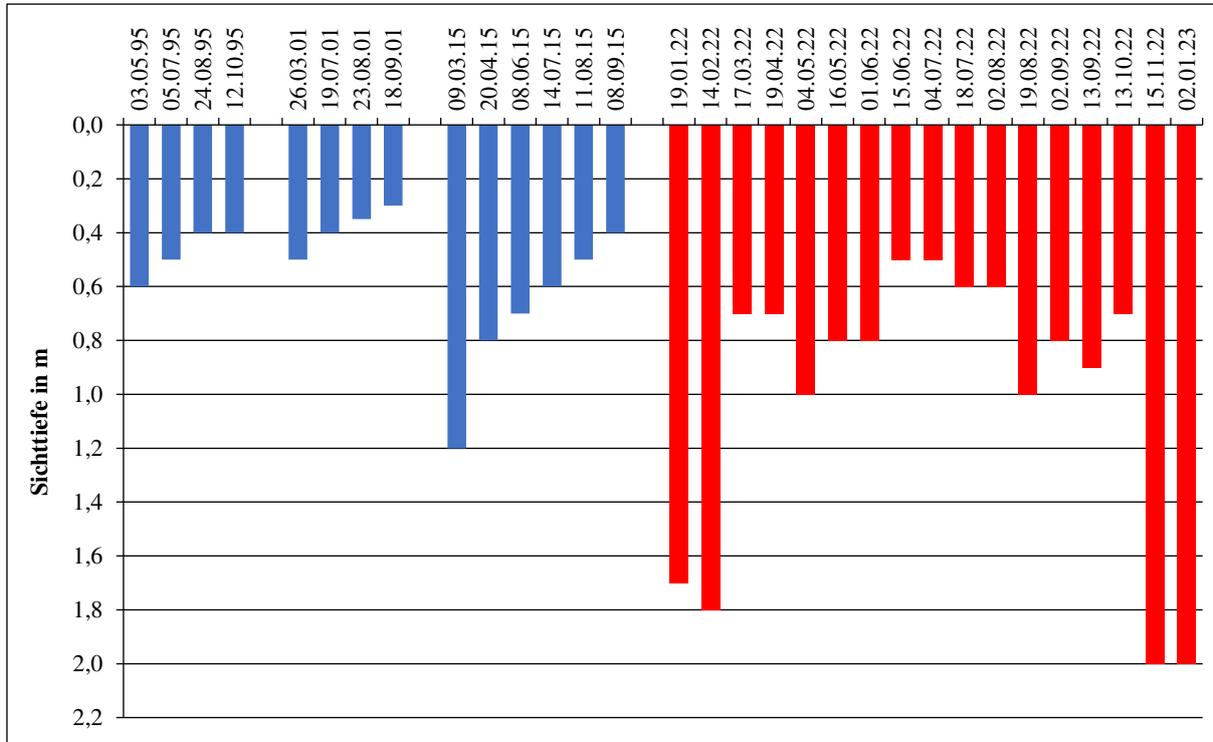


Abb.5.1-13: Entwicklung der Sichttiefe im Reimershagener See seit 1995 (Werte aus 2022 sind rot dargestellt)

Die Entwicklung des Sees spiegelt sich auch in der Trophieeinstufung wider. Der See verbesserte sich von polytroph p1 in den Jahren 1995 und 2001 auf eutroph e2 in den Jahren 2015 und 2022 (Tab.5.1-3).

Tab.5.1-3: Trophie-Klassifizierung des Reimershagener Sees nach LAWA (2014) seit 1995; ungeschichtet, mittlere Tiefe < 3 m

Jahr	Chlorophyll a (µg/l) Saisonmittel	Sichttiefe (m) Saisonmittel	TP (µg/l) Saisonmittel	Trophie-Index	Klassifizierung
1995	24,3	0,5	83	3,82	polytroph 1
2001	47,0	0,4	77	3,96	polytroph 1
2015	21,7	0,7	51	3,27	eutroph 2
2022	23,9	0,7	48	3,24	eutroph 2

5.1.2.2 QUALITÄT UND QUANTITÄT DES OBERFLÄCHENZULAUFES ZUM REIMERSHAGENER SEE

In den Reimershagener See mündet lediglich ein Oberflächengewässer, die den See durchfließende Bresenitz (Wasserkörper WAMI-1900). Sie entspringt im Karinmoor am Westrand der Ortsbebauung. Die Probenahme erfolgte in unmittelbarer Nähe zur Mündung in den See, auf Höhe des kleinen Fußgängerüberwegs. 2022 war der Zulauf nur von Februar bis April wasserführend.

Die Gesamtposphorwerte lagen zwischen 0,150 und 0,447 mg/l und damit jederzeit deutlich über den Seewerten (Abb.5.1-14), so dass es sich in der Bilanz um eine deutliche P-Eintragsquelle handelt. Ähnlich stellt sich die Situation beim Stickstoffeintrag dar (Abb.5.1-15).

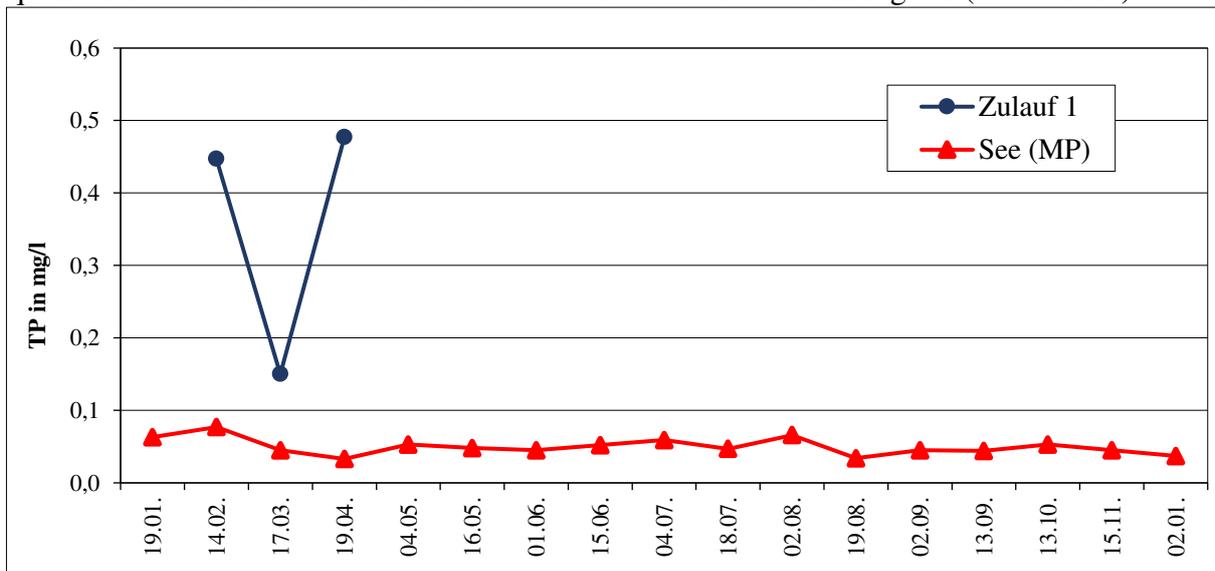


Abb.5.1-14: TP-Konzentration in Zulauf 1 (WAMI-1900) im Vergleich zum See 2022

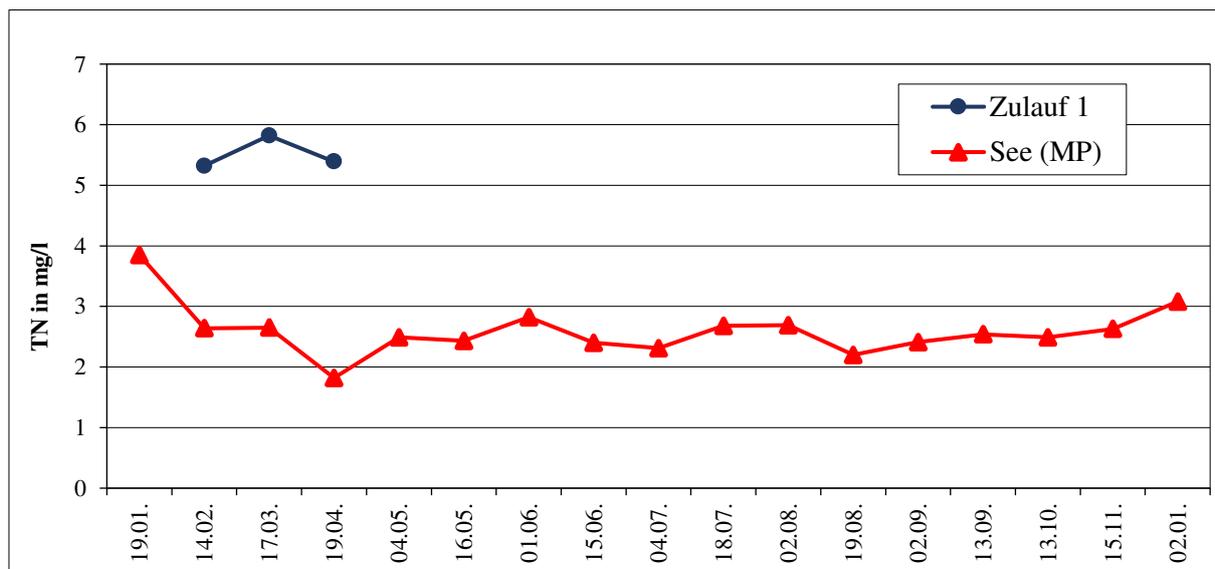


Abb.5.1-15: TN-Konzentration in Zulauf 1 (WAMI-1900) im Vergleich zum See 2022

In Bezug auf den Reimershagener See ist die über den Oberflächenzulauf eingetragene Nährstofffracht (TP und TN) entscheidend. Sie lag 2022 bei 7,3 kg P bzw. 108,9 kg N. Der zeitliche Verlauf der Einträge ist in den Abb.5.1-16 und Abb.5.1-17 dargestellt.

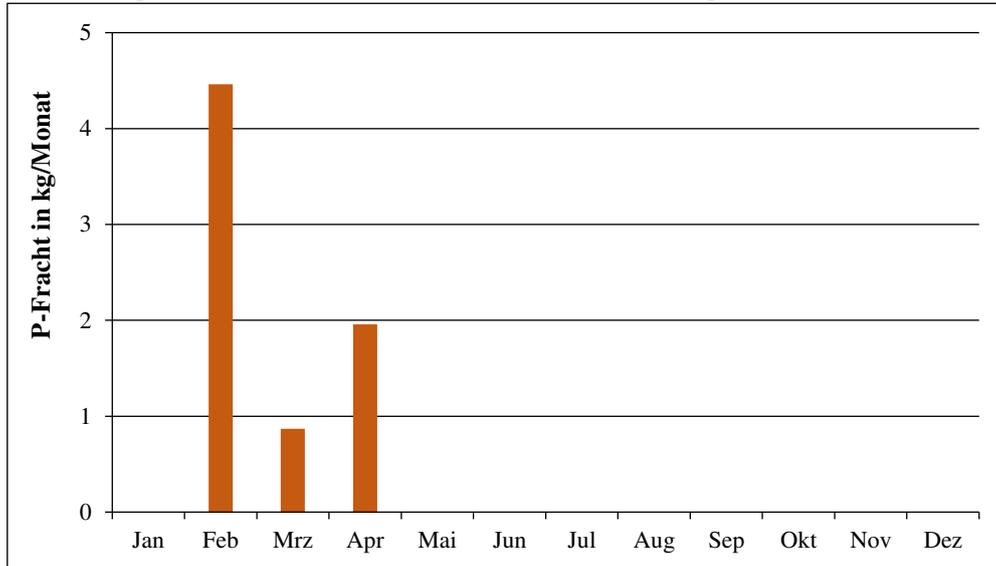


Abb.5.1-16: P-Einträge über Zulauf 1 (WAMI-1900) im Jahr 2022

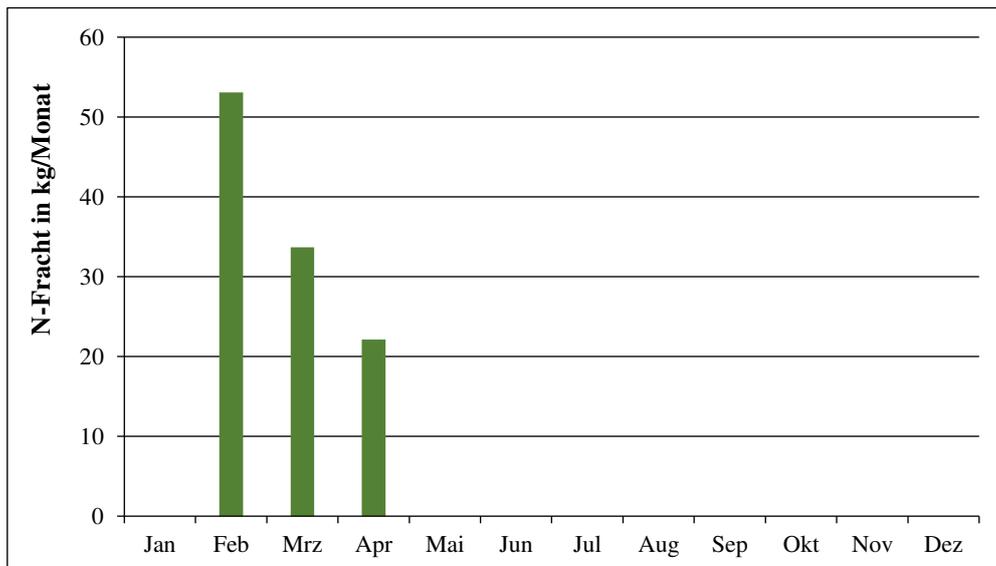


Abb.5.1-17: N-Einträge über Zulauf 1 (WAMI-1900) im Jahr 2022

Für 2015 liegen Altdaten von im März und April auf Höhe der Straßenquerung entnommenen Proben vor (StALU MM). Die Gesamtposphat-Phosphorwerte lagen mit 0,139 bzw. 0,124 mg/l deutlich unter den aktuell gemessenen Werten, die Gesamt-Stickstoffkonzentrationen mit 9,49 und 6,39 mg/l leicht darüber.

Nach den Bestandsaufnahmen der Jahre 2018/2019/2021 befindet sich die Bresenitz (WAMI-1900) als erheblich verändert ausgewiesener Wasserkörper (Bewirtschaftungsziel gutes ökologisches Potenzial) nicht im Zielzustand. Dies trifft sowohl auf den chemischen Zustand (mit ubiquitären Schadstoffen) als auch auf das ökologische Potenzial zu. Defizite sind v.a. beim

Makrozoobenthos (Klasse 4) und bei den Makrophyten (Klasse 3) zu finden; der Fischbestand wurde nicht untersucht. Die hydromorphologischen Qualitätskomponenten Strukturgüte und Durchgängigkeit erhalten lediglich das Urteil „unbefriedigend“; die Vorgaben hinsichtlich der Wassergüte nach OGewV (2016) werden nicht eingehalten. Sowohl die Orientierungswerte für ortho- und Gesamtposphat als auch für Ammonium, Ammoniak, Nitrit, BSB₅ und TOC sowie das Bewirtschaftungsziel (Ostseezuflüsse) für Gesamtstickstoff (Ursache: hohe Ammonium- und Nitrateinträge) werden nicht eingehalten.

Die erheblichen Überschreitungen der OT-Werte an der Landesmessstelle für die Phosphorparameter sind zum einen auf die Einleitung der KA Reimershagen und zum anderen bei Regenereignissen auf die Geländeentwässerung der Stallanlagen zurückzuführen. Entsprechende Maßnahmen sind bereits in der Bewirtschaftungsplanung (M04 – Studie zur Phosphatbelastung; M18 – Verbesserung der Ablaufwerte KA Reimershagen; M19 – Sicherstellung Einleitfreiheit Stallanlage; M20 – Immissionsbetrachtung Stallanlagen, WK-Steckbrief: https://www.fis-wasser-mv.de/doku/m_portal_bp3/m_steckbriefe/WAMI-1900.pdf) festgelegt. In der Niedrigwasserperiode im Jahr 2018 waren die Ammoniumgehalte an den Messstellen außerordentlich hoch. Spitzenwerte fehlten, dafür war das Gesamtniveau höher als in den Vorjahren. Ursache war vermutlich die Emission der Stallanlagen. Die hohe organische Belastung wird durch die KA und die Stallanlagen sowie beim TOC durch den Reimershagener See verursacht. Damit ist auch der Zustand des von der Bresenitz durchflossenen Reimershagener Sees mit entscheidend für die Gewässergüte der Bresenitz (WAMI-1900).

Eine an die OGewV (2016) angelehnte Bewertung der dem See zulaufenden Bresenitz im Jahr 2022 ist nur unter Vorbehalt möglich, da auf Grund der geringen Wasserführung in diesem Jahr nur aus wenigen Monaten (Februar-April) Daten vorliegen. Ein Überschreiten der jeweiligen Orientierungswerte wurde für Phosphor, Stickstoff und auch TOC festgestellt. Die nicht ausreichende Datengrundlage lässt jedoch keine abschließende Beurteilung zu. Die Bewertung für die Jahre 2022 und 2015 ist im Anhang beigelegt (Tab.A-5.1-1 und Tab.A.5.1-2).

5.1.2.3 QUALITÄT UND QUANTITÄT DES UNTERIRDISCH ZUFLIEBENDEN WASSERS

Die Analyse der 4 seenah eingebrachten SW-Pegelrohre (Schichtenwasser-Pegel) erbrachte die in Abb.5.1-19 und Abb.5.1-20 dargestellten Ergebnisse; Abb.5.1-18 zeigt die Lage der SW-Pegel am See.

Durchgängig auffällig hoch waren die TP-Konzentrationen im am Südwestufer gelegenen Pegel P4 (Abb.5.1-19). Der Mittelwert lag bei 0,269 mg/l, der Maximalwert bei 0,366 mg/l (01.06.2022). Hierbei kann es sich um Schichtenwasser aus den hängigen Flächen an der Bresenitz und aus der Niederung des Karinmoors handeln. Leicht erhöht waren die TP-Konzentrationen auch in P1. Der Mittelwert lag in diesem Pegel bei 0,130 mg/l, im Januar wurde ein Maximalwert von 0,219 mg/l gemessen, was sicherlich auf die direkt angrenzende landwirtschaftliche Fläche zurückzuführen ist. P2 und P3 waren beim Phosphor insgesamt unauffällig. Beim TN fiel der Pegel P2 (Ostufer, Wald) mit sehr hohen Konzentrationen von bis zu 56,8 mg/l in der 1. Jahreshälfte auf (Abb.5.1-20). Das liegt vermutlich daran, dass es im Waldgebiet bei Wassersättigung des Bodens (im Frühjahr/Frühsummer) zur Stickstoffanreicherung im Schichtenwasser kommen kann. Wälder gelten generell, durch eine zunehmende hohe atmosphärische Deposition, als stark stickstoffübersättigt (z.B. RASPE et al. 2018). Dieses Phänomen tritt deutschlandweit auf, Ursache ist die intensive Landwirtschaft in der Umgebung. Ab Juli gingen die Werte in Pegel P2 auch dort auf das Niveau der anderen Pegel – durchgehend < 5 mg/l – zurück, was vermutlich mit der dann höheren Stickstoffaufnahme der Bäume in der Vegetationsperiode zusammenhängt.

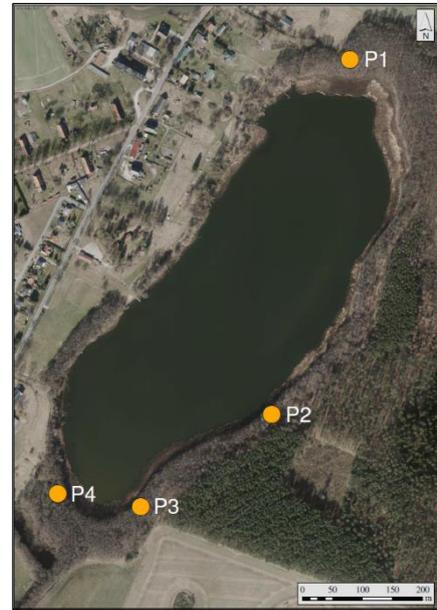


Abb.5.1-18: Lage der SW-Pegel am Reimershagener See 2022

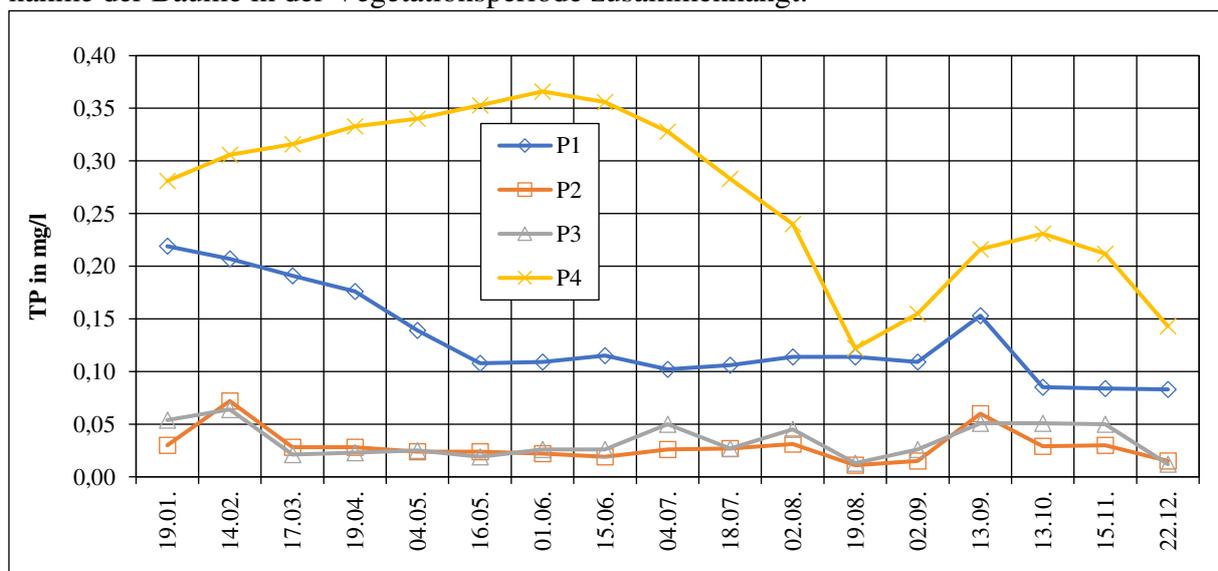


Abb.5.1-19: Gesamt-Phosphat-Phosphor-Konzentration (TP) in den SW-Pegeln am Reimershagener See 2022

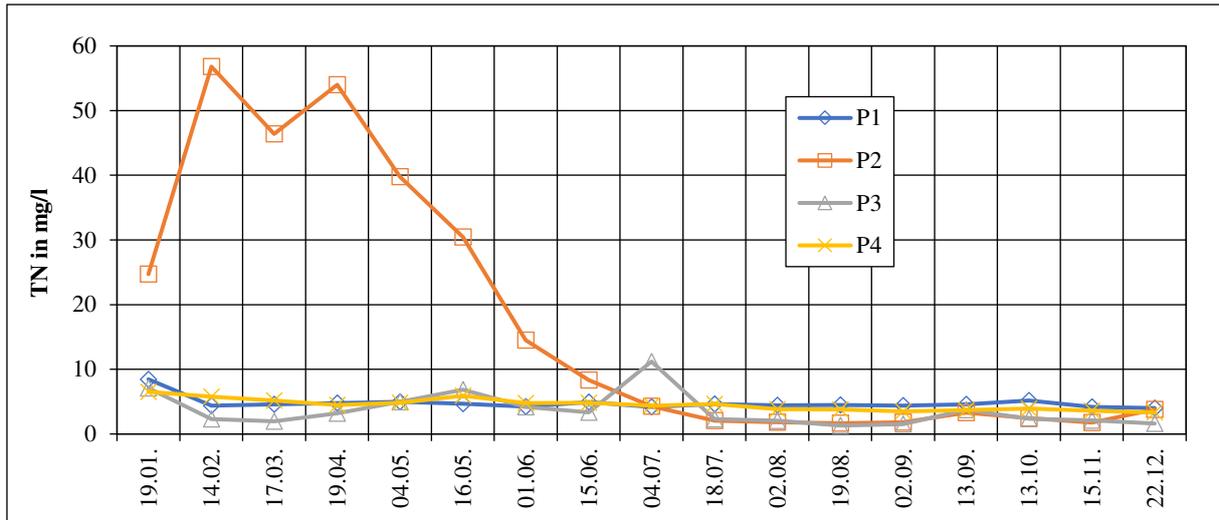


Abb.5.1-20: Gesamt-Stickstoff-Konzentration (TN) in den SW-Pegeln am Reimershagener See 2022

Um beurteilen zu können, welchen Einfluss der hypodermische Zufluss zum See auf dessen Trophie besitzt, ist es erforderlich auch für diesen Eintragspfad Frachten zu ermitteln. Dazu sind zunächst aus den gemäß der Kontinuitätsgleichung kalkulierten, dem See monatlich, unterirdisch zulaufenden Wassermengen und den mittleren monatlichen TP- und TN-Konzentrationen aus den 4 SW-Pegelrohren die jeweils eingetragenen P- und N-Frachten errechnet worden. Zur Berechnung der TP- und TN-Frachten über das hypodermische Schichtenwasser (SW-Pegel) wurden die Pegel angesetzt,

- 1) deren Wasserstand zum jeweiligen Messzeitpunkt über dem Seespiegel lagen (Abb.5.1-21) und
- 2) die am Messzeitpunkt eine positive Wasserbilanz aufwiesen (hier: Zulauf höher als Ablauf = positive Wasserbilanz, vgl. Anlage 4).

Dies war nur für P4 im Januar und März und P2 im Oktober der Fall.

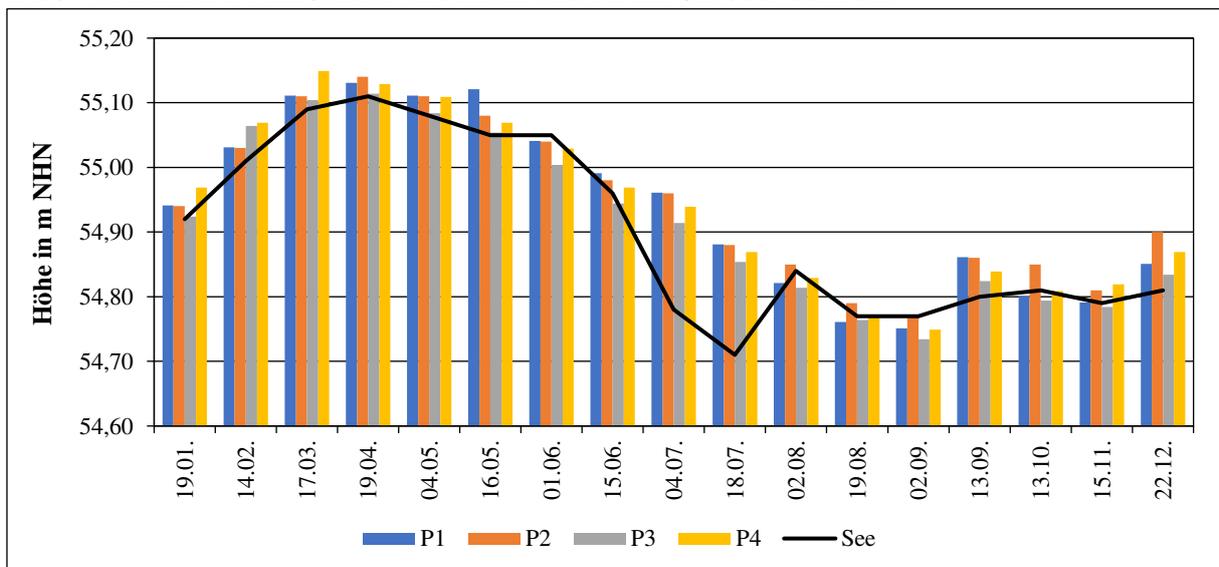


Abb.5.1-21: Höhe der Wasserstände (m NHN) in den SW-Pegeln am Reimershagener See und Seewasserstand (Linie) des Reimershagener Sees 2022

In Abb.5.1-22 und Abb.5.1-23 sind die berechneten, monatlich dem See mit dem oberflächennahen Grundwasser zufließenden Frachten dargestellt. Für die über die Wasserbilanz ermittelten Frachten über das hypodermische Schichtenwasser ergab sich für den Untersuchungszeitraum ein Wert von etwa 10 kg Phosphor. Der Stickstoffeintrag lag bei etwa 204 kg.

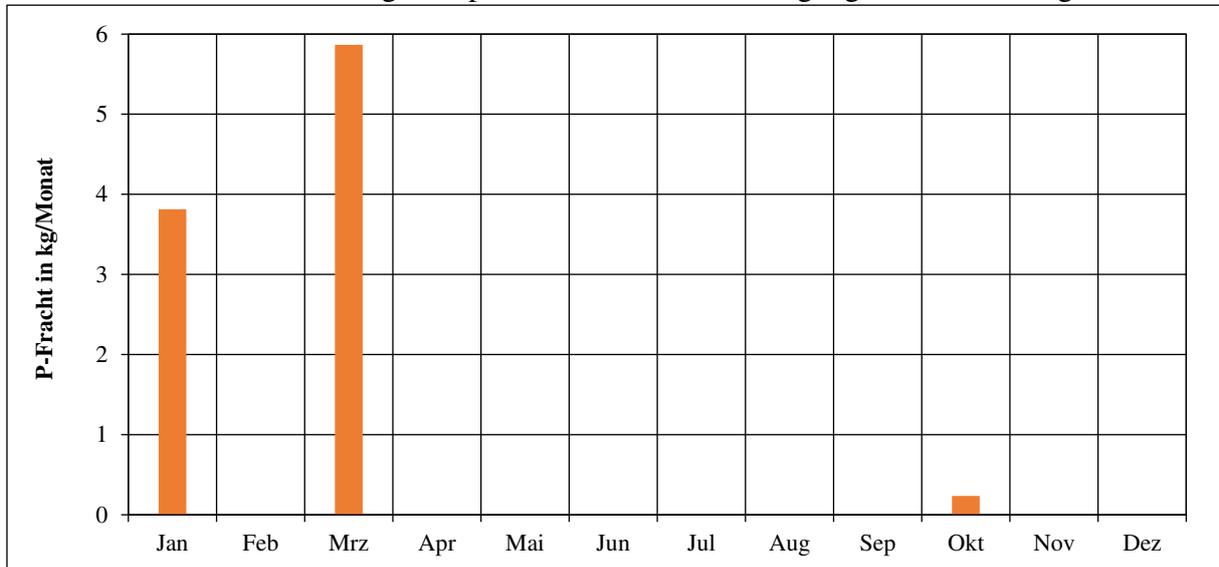


Abb.5.1-22: Über das oberflächennahe Schichtenwasser/Zwischenabfluss in den Reimershagener See eingetragene P-Fracht im Jahr 2022

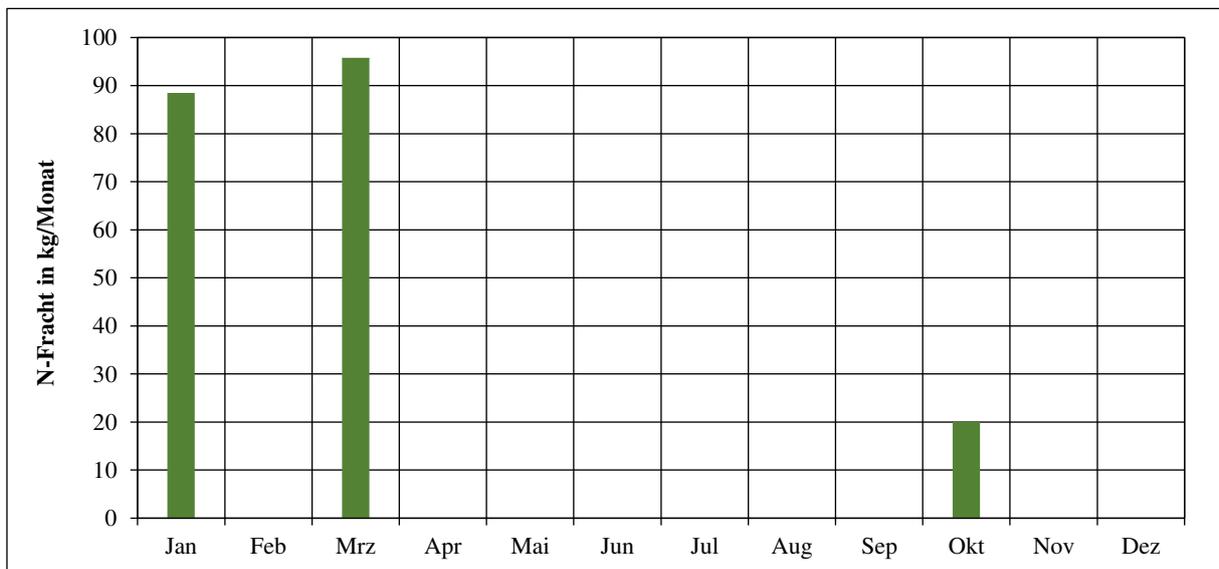


Abb.5.1-23: Über das oberflächennahe Schichtenwasser/Zwischenabfluss in den Reimershagener See eingetragene N-Fracht im Jahr 2022

5.2 BIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

5.2.1 PLANKTON

5.2.1.1 METHODEN

Aus dem Reimershagener See sind im Jahr 2022 von Januar bis Dezember (von Mai bis September 14-tägig) insgesamt jeweils 17 Phyto- und Zooplanktonproben entnommen und untersucht worden. Die Zooplanktonproben wurden als Netzproben (30 l, verteilt über die Wassersäule) an der tiefsten Stelle, die Phytoplanktonproben an gleicher Stelle als Misch-Vollproben entnommen, fixiert und im Labor qualitativ und quantitativ mikroskopisch ausgewertet.

5.2.1.2 ERGEBNISSE

Die Zählprotokolle aller Einzelproben sowie die Artenlisten und die Zusammenstellungen der an den einzelnen Probenahmeterminen jeweils ermittelten Individuenzahlen und Biomassen sind in den Anlagen beigelegt. An dieser Stelle seien nur die wichtigsten Grundaussagen hervorgehoben. Abb.5.2-1 und Abb.5.2-2 fassen jeweils die Entwicklung des Phytoplanktons, Abb.5.2-3 und Abb.5.2-4 die Entwicklung des Zooplanktons im Reimershagener See im Beobachtungszeitraum zusammen.

Hinsichtlich der Abundanzen waren über den gesamten Untersuchungszeitraum die Cyanophyceae (Blaualgen) und Chlorophyceae (Grünalgen) die beiden Gruppen mit den höchsten Zellzahlen, wobei die Cyanophyceae mit Abstand die größten Abundanzen erreichten (Abb.5.2-1). Die Diatomeen (Bacillariophyceae) als drittstärkste Gruppe waren dagegen weit weniger vertreten. Die höchsten Abundanzwerte wurden mit > 140.000 Ind./ml im August ermittelt. Im Frühjahr (April-Mai) und Sommer (Juni-Juli) lagen die Abundanzen etwas niedriger, jedoch zumeist noch auf einem Niveau von > 20.000 Ind./ml.

Bei der Biomasse stellten die Chlorophyceae und Diatomeen die höchsten Anteile. Die Chlorophyceae waren mit 24,2 % und die Diatomeen mit 27,0 % Biomasseanteil im Saisonmittel vertreten (Abb.5.2-2). Neben diesen dominanten Algenklassen hatten noch die Cryptophyceae mit 16,7 % und die Dinophyceae mit 15,8 % höhere Anteile an der Biomasse im Saisonmittel. Letztere traten hauptsächlich im Juni und Juli auf und machen sich auf Grund ihrer Zellgröße deutlicher im mittleren saisonalen Biovolumen bemerkbar. Die Cyanophyceae hatten einen mittleren saisonalen Anteil an der Biomasse von 5,3 %, wobei sich die monatlich hohen Abundanzen auf Grund der kleinen Zellgröße nicht im selben Verhältnis in der Biomasse widerspiegeln. Die Chrysophyceae lagen mit 7,4 % Anteil an der mittleren saisonalen Biomasse, angelehnt an das Seetypen-System (Flachsee Typ 11), etwas über dem Bereich des für diesen Seetyp angegebenen Werts von 3-7 %. Ebenfalls angelehnt an die Bewertungsgrundlage des Seetypen-Systems überschritt das mittlere Biovolumen der Algenklasse der Diatomeen ($1,44 \text{ mm}^3/\text{l}$) den im Referenzzustand für den Seetyp 11 angegebenen Wert von $< 1 \text{ mm}^3/\text{l}$ leicht.

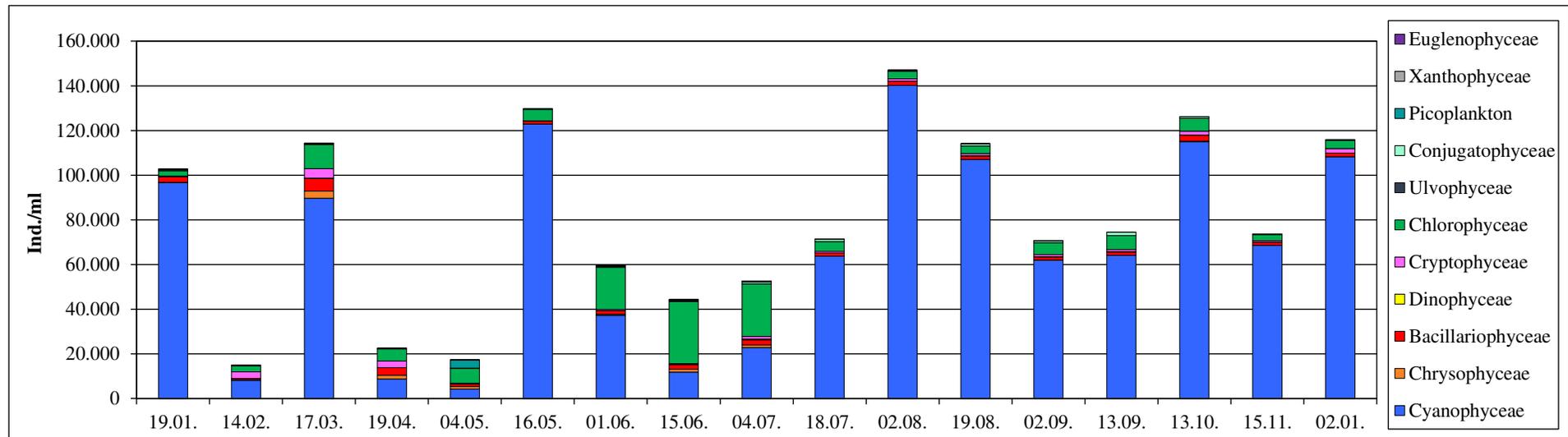


Abb.5.2-1: Phytoplanktonabundanzen im Reimershagener See 2022

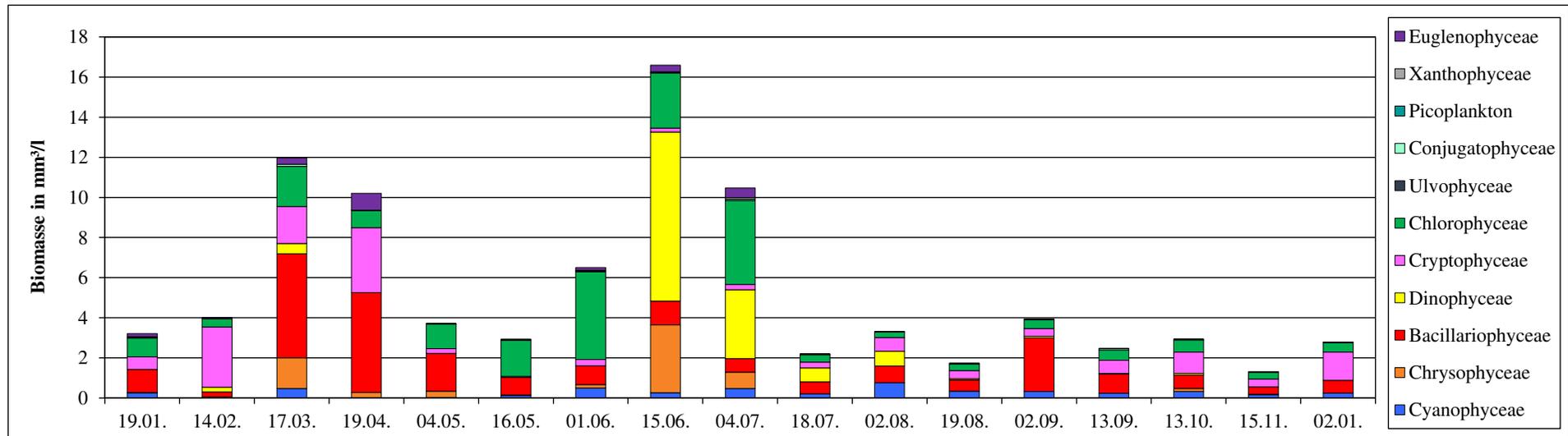


Abb.5.2-2: Phytoplanktonbiomassen im Reimershagener See 2022

Andere Algenklassen halten den Richtwert des Referenzzustands hingegen ein. Die Chlorophyceae jedoch überschritten den speziell für diese Algenklasse geltenden Referenzwert von im Saisonmittel 0,1 mm³/l mit 1,28 mm³/l deutlich, was als Orientierungsgrundlage für die gutachterliche Einschätzung herangezogen werden kann.

An der Zusammensetzung des Phytoplanktons lässt sich feststellen, dass der „gute Zustand“ des Reimershagener Sees nicht erreicht ist. Vor allem die Biomasse des Phytoplanktons und der Anteil der Chlorophyceae sind zu hoch, was auf eine zu hohe Nährstoffversorgung des Sees hindeutet. Die hohen Abundanzen der Blaualgen können hier ebenfalls als Indiz für eine Nährstoff-Übersorgung und einen „nicht guten“ Zustand gewertet werden. Das Saisonmittel des Gesamt-Biovolumens mit etwa 5,3 mm³/l liegt, angelehnt an den Referenzwert des Seetyps 11.2 (< 3,5 mm³/l), ebenfalls deutlich zu hoch. Hinsichtlich der Artenanzahl ist das Phytoplankton des Reimershagener Sees mit > 100 Taxa sehr artenreich.

Die Berechnung mit dem EU-WRRL-konformen Bewertungstool PhytoSee Vers.7.1 (MISCHKE, RIEDMÜLLER UND BÖHMER 2020) ergibt einen Indexwert von 2,75 und damit eine Bewertung als „mäßig“ (Tab.5.2-1). Die Berechnung mit der noch nicht offiziellen neuesten Online-Version PhytoSee 8.x ergibt einen ähnlichen Indexwert von 2,76. Da der Reimershagener See kein WRRL-Gewässer darstellt, ist eine Bewertung mit dem Tool PhytoSee nur als Orientierungsmöglichkeit anzusehen. Die Autoren des Tools merken allerdings an, dass „für die Verfahrensentwicklung zwar größtenteils Seen größer 50 ha vorlagen, der Anteil an kleineren Seen in den Datensätzen jedoch so hoch war, dass bei Bedarf auch eine Bewertung von Seen kleiner 50 ha plausibel möglich sein sollte“ (MISCHKE, RIEDMÜLLER UND BÖHMER 2020). Die PhytoSee-Bewertungen können auf Grund der dominanten Grünalgen und der immer noch in großer Zahl auftretenden Blaualgen jedoch als etwas zu positiv gelten. PhytoSee bewertet vor allem die Biomasse und Chlorophyll a-Konzentration und nicht eine hohe Abundanz.

Tab.5.2-1: Indexwert und Gesamtbewertung des Phytoplanktons im Reimershagener See 2022

Version-Programm	LAWA See_Typ	Sub-Typ_Nr.	Gewässername	Jahr	PSI Phyto-See-Index	Gesamtbewertung verbal stufig
PhytoSee 7.1 2020	11	PP11.2	Reimershagener See	2022	2,75	mäßig
PhytoSee 8.x 2022	11	PP11.2	Reimershagener See	2022	2,76	mäßig

Bei den Abundanzen des Zooplanktons zeigten sich im Reimershagener See im Jahr 2022 überwiegend die Rotatorien als individuenstärkste Gruppe (Abb.5.2-3). Die Abundanzen des Zooplanktons im See nahmen im Untersuchungszeitraum von Mai bis Juni etwas ab. Im Winter (Januar und Dezember) wurden die niedrigsten Abundanzen ermittelt.

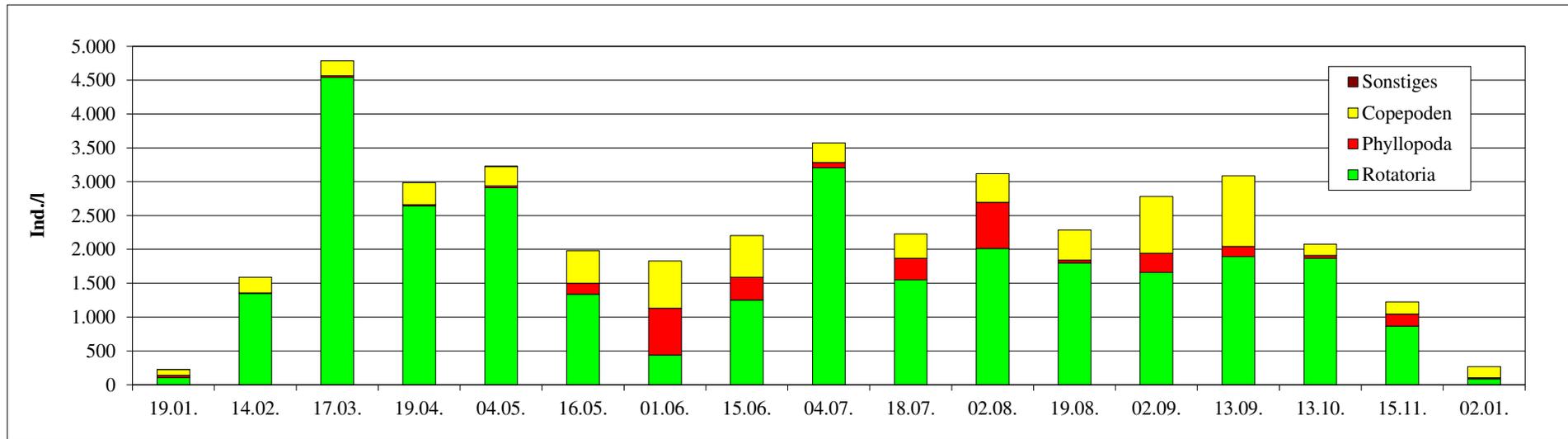


Abb.5.2-3: Zooplanktonabundanz im Reimershagener See 2022

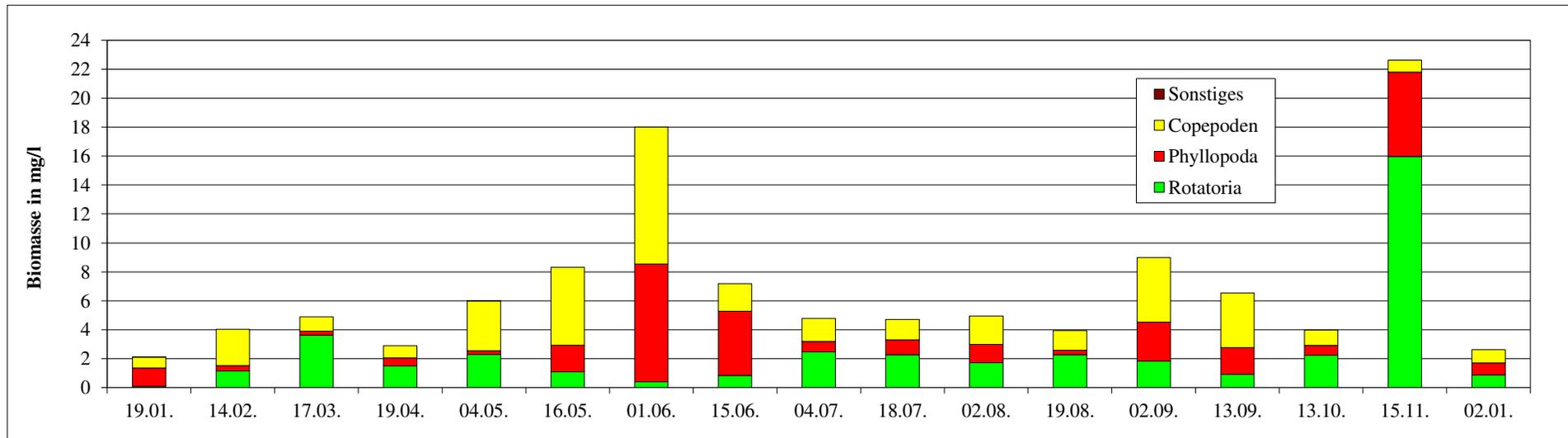


Abb.5.2-4: Zooplanktonbiomassen im Reimershagener See 2022

Der Anteil der Rotatorien an der mittleren saisonalen Gesamtbiomasse lag bei etwa 35,6 % und damit auf einem recht hohen Niveau. Hohe Abundanzen erreichten die Arten *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Brachionus diversicornis*, *Filinia longiseta*, *Pompholyx sulcata*, *Polyarthra dolichoptera* und *Polyarthra remata*. Im November war eine Massenentwicklung des großen Rädertiers *Asplanchna priodonta* zu verzeichnen, was sich in einem überproportional hohen Biomasseanteil der Rotatorien in diesem Monat äußert (Abb. 5.2-4). Die Copepoden stellten etwa 36,6 % und die Phyllopoden 27,7 % der mittleren saisonalen Gesamtbiomasse. Die Copepoden waren damit etwas unterrepräsentiert; der Anteil lag unter dem Referenzniveau von 50 %. Hauptarten bei den Copepoden waren *Cyclops strenuus* und *Paracyclops fimbriatus* (beides cyclopoide Arten). Calanoide Arten waren durch *Eudiaptomus gracilis* ebenfalls vertreten.

Die Cladoceren-Entwicklung startete im Mai und erreichte im Juni einen ersten Höhepunkt. Weitere Cladocerenmaxima lagen im Herbst (September und nochmals im November) vor. Die häufigsten Taxa waren *Daphnia longispina*, *Daphnia cucullata* und *Bosmina longirostris*. Das Jahresmittel der saisonalen Zooplanktonbiomasse im Jahr 2022 lag bei etwa 6,86 mm³/l, was einen recht hohen Wert darstellt. Die Artenanzahl lag mit > 40 Taxa auf einem mittleren Niveau (davon etwa 20 Rotatorien-Arten).

Abb.5.2-5 zeigt das Ergebnis der kombinierten Auswertung der Planktondaten (für den maßgebenden Bewertungszeitraum 24.06.-07.10.) für das Jahr 2022 mit dem Bewertungstool PhytoLoss 3.1 (2021). Die Auswertung mit PhytoLoss weist eine mäßige Futterqualität (FQI) für das gesamte Zooplankton aus, wobei die Futterqualität speziell für die Cladoceren (FQIC) jedoch deutlich besser ausfällt. Der Fraßdruck auf das Phytoplankton ist insgesamt recht hoch (Z/P). Für die Copepoden (MGI) wie für die Phyllopoden (CGI) wird ein mäßiger Fraßdruck ausgewiesen. Der ermittelte FPI von 6 spiegelt, als Maß für einen sehr hohen Fraßdruck der Fische auf das Zooplankton, die etwas schwächere Entwicklung der Copepoden und Cladoceren (als im Referenzzustand zu erwarten) wider. Größere Phyllopoden-Arten (> 1 mm) traten nicht auf. Es kamen kleinere Taxa wie *Daphnia cucullata* und *Bosmina longirostris* im See vor.

Abb.5.2-6 zeigt die Entwicklung der Futterqualität für das Zooplankton (FQI) bzw. für die Cladoceren (FQIC) sowie das Grazingpotenzial des gesamten Zooplanktons (Z/P), des Metazooplanktons (MGI) und der Cladoceren (CGI) ausführlich über den Gesamtjahreszeitraum an den Beprobungsterminen.

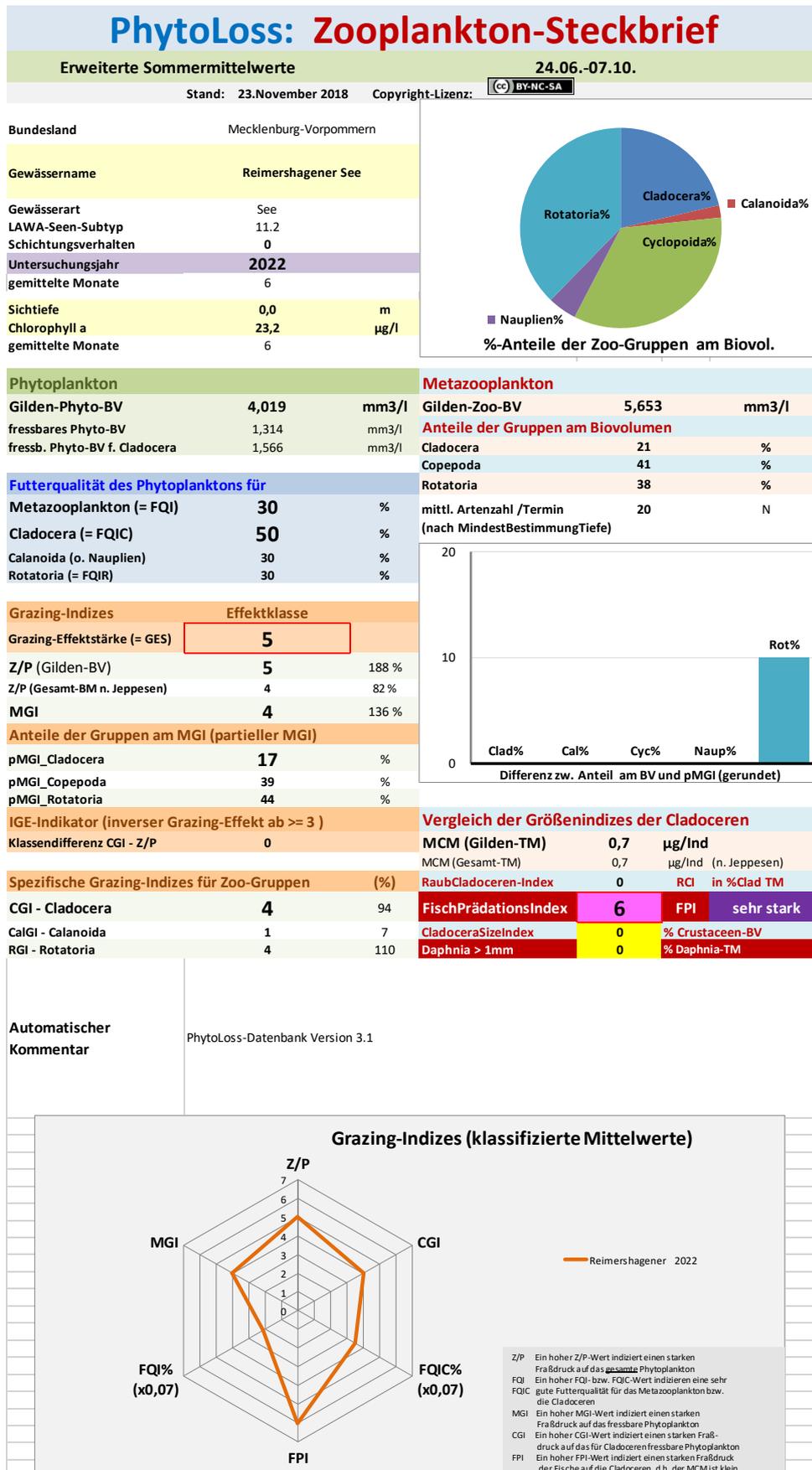


Abb.5.2-5: Steckbrief und gemittelttes Radardiagramm des Reimershagener Sees 2022 im bewertungsrelevanten Zeitraum (24.06 bis 07.10.) nach PhytoLoss 3.1

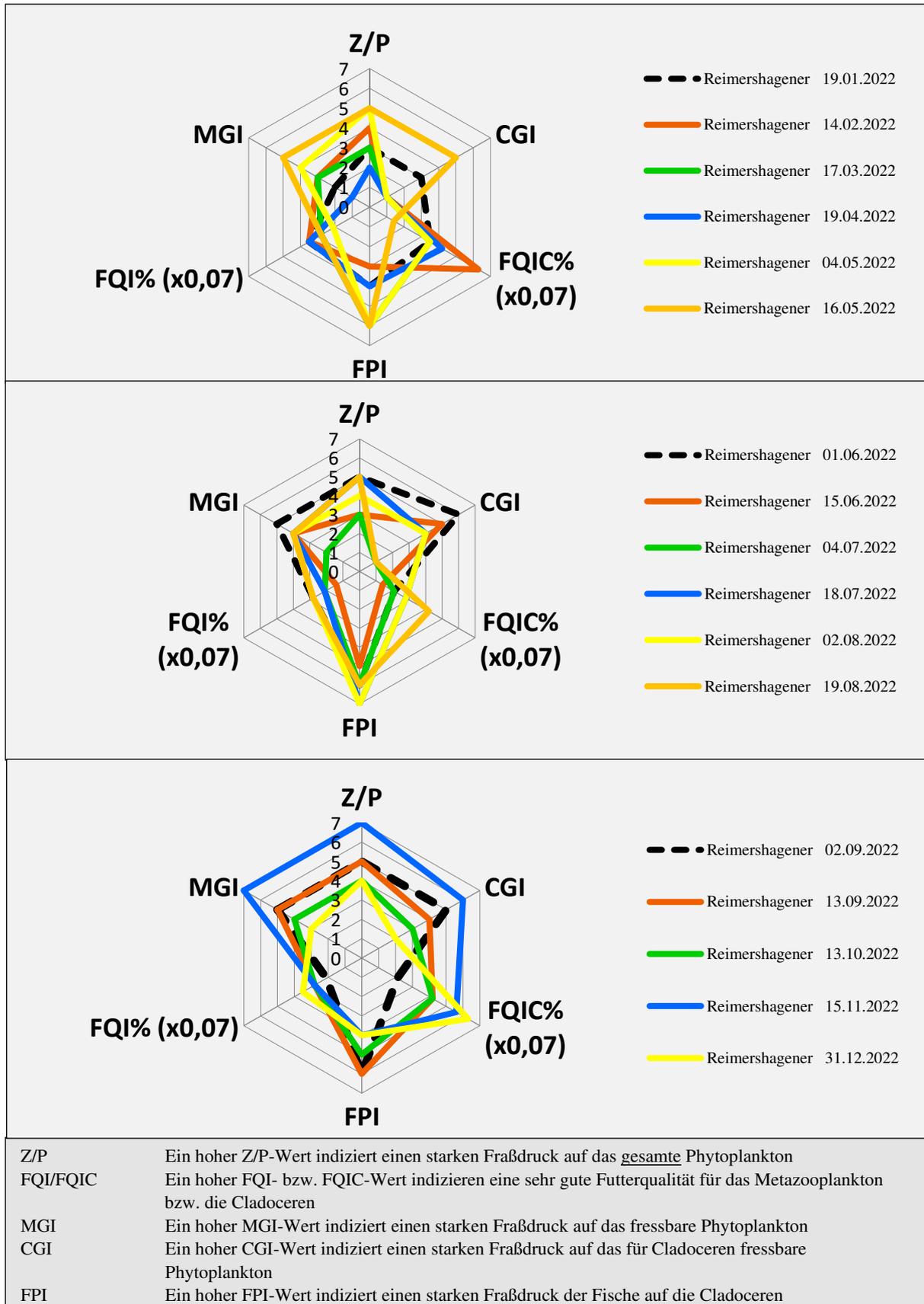


Abb.5.2-6: Radardiagramme mit ausführlicher Entwicklung des Grazingpotenzials (Z/P; MGI, CGI) und der Futterqualität (FQI/FQIC) im Jahresverlauf der Beprobungstermine im Reimershagener See 2022

Langzeitentwicklung des Planktons im Reimershagener See

Bei der Entwicklung der Phytoplankton-Biomasse zeigt der Reimershagener See seit 1995 eine deutliche Abnahme der mittleren saisonalen Biomasse von fast 40 mm³/l (1995, 2001) auf etwa 6 mm³/l im Jahr 2015, wobei der an den Seetyp 11 angelehnte Referenzzustand von < 3,5 mm³/l bisher noch nicht erreicht wurde (Abb.5.2-7). Zu beachten ist, dass für die Jahre 1995 und 2001 nur 4 Beprobungstermine vorliegen, für das Jahr 2015 sind es 6 Termine. Jedoch lässt sich durch die großen Unterschiede in der Höhe der Biovolumina die Entwicklung dennoch aussagekräftig interpretieren. Klar zu erkennen ist, dass vom Jahr 1995 bis 2001 der Anteil der Blaualgen stark zurückging. Blaualgen spielen spätestens seit 2015 eine weniger bedeutende Rolle (vgl. Biomasse). Wenngleich immer noch in hoher Abundanz (Zellzahl) auftretend, so ist ihr Gesamtanteil an der Biomasse insgesamt abgesunken. Interessant ist jedoch, dass sich der Biomasse-Anteil der Grünalgen von 2001 bis 2022 nur geringfügig verändert hat. Dies lässt auf eine recht hohes Stickstoffangebot (v.a. Nitrat) schließen, da Grünalgen vor allem auf diesen Nährstoff besonders stark reagieren. Die im Vergleich zu Vorjahren (vor allem 1995 und 2001) zurückgegangene Phosphorkonzentration (~50 µg/l Saisonmittel 2022; vgl. Kapitel 5.1.2.1.2) wirkt sich hingegen vor allem limitierend auf die Blaualgen aus. Viele Blaualgenarten sind in der Lage Stickstoff aus der Luft zu fixieren und daher stärker auf ein höheres Phosphorangebot angewiesen (vgl. Biomasse der Vorjahre).

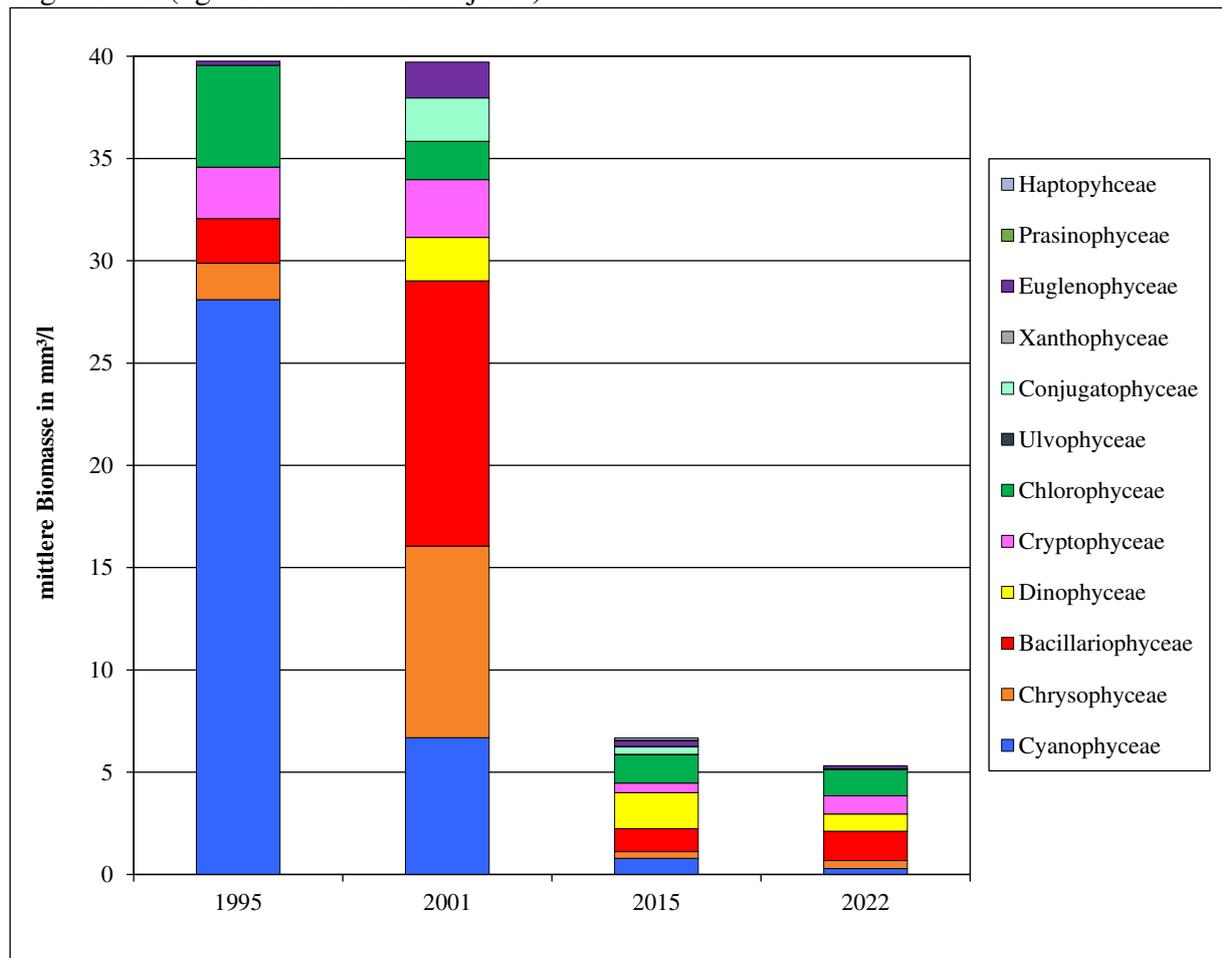


Abb.5.2-7: Entwicklung der mittleren saisonalen Biomasse des Phytoplanktons im Reimers-hagener See seit 1995

Das Zooplankton wurde letztmalig im Jahr 1995 beprobt (Abb.5.2-8). Dabei sind jedoch nur 4 Probenahmeterminale aufgenommen worden, was einen direkten Vergleich erschwert. Dennoch lassen sich 2 Dinge feststellen:

- 1) Die mittlere saisonale Gesamtbiomasse des Zooplanktons befand sich in etwa auf einem ähnlichen Niveau wie heute (2022).
- 2) Der Anteil der Rotatorien an der mittleren saisonalen Gesamtbiomasse war 2022 gegenüber 1995 deutlich höher. Die mittlere Biomasse der Copepoden unterscheidet sich kaum, die mittlere saisonale Biomasse der Cladoceren/Phyllopoda war 2022 deutlich geringer als 1995.

Ein geringeres Vorkommen der Cladoceren kann sich unmittelbar auf die Phytoplanktonentwicklung auswirken, da der Fraßdruck (der Cladoceren; CGI) auf ansonsten durch Cladoceren fressbare Algenklassen (wie z.B. die Grünalgen) geringer ausfällt.

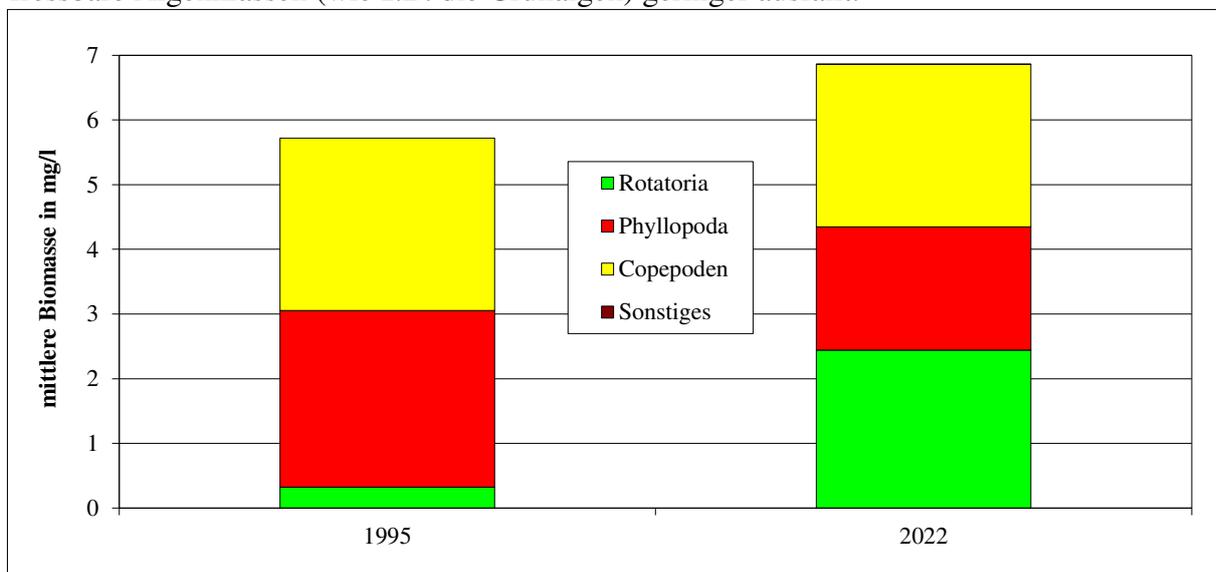


Abb.5.2-8: Entwicklung der mittleren saisonalen Biomasse des Zooplanktons im Reimershagener See im Vergleich zu 1995

5.2.2 MAKROPHYTEN

5.2.2.1 METHODEN

Zur Erfassung des Makrophytenbestands im Reimershagener See wurden am 18.07.2022 der gesamte Uferbereich des Sees mit dem Boot abgefahren und mit Echolot und Teleskopharke die vorkommenden Makrophyten erfasst (Abb.5.2-9). Die taxonomische Ansprache der Arten erfolgte nach ROTHMALER et al. (2002) bzw. KRAUSCH (1996); weiterhin wurde der Bestimmungsschlüssel von VAN DEN WEYER & SCHMIDT (2012) verwendet.

5.2.2.2 ERGEBNISSE

Abb.5.2-9 zeigt die Verteilung der submersen und emersen Makrophyten im Reimershagener See am 18.07.2022 (vgl. Anlage 7).

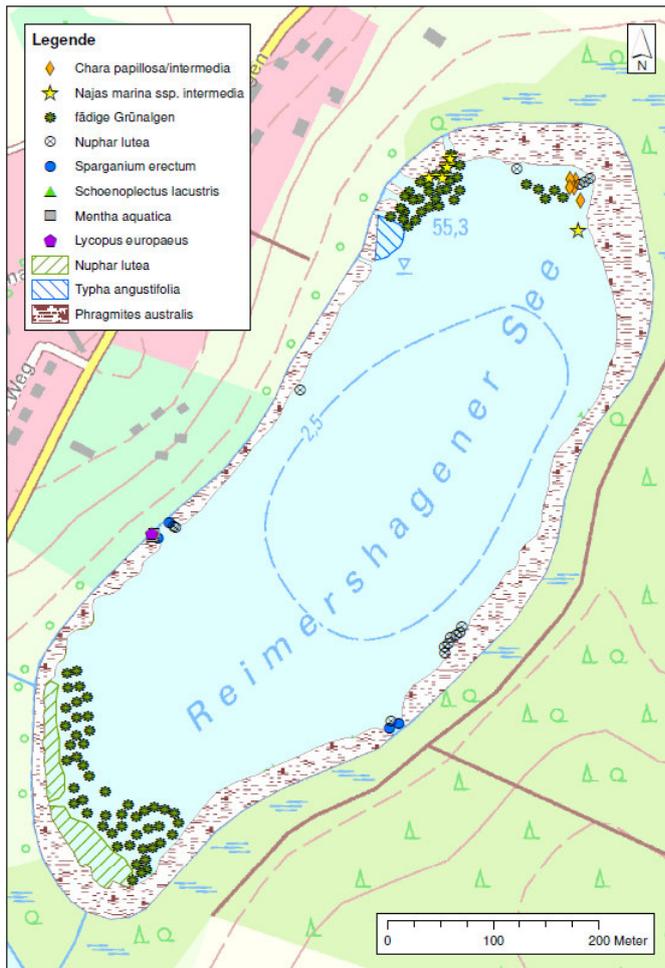


Abb.5.2-9: Verbreitung der Makrophyten im Reimershagener See 2022

Artenspektrum

Bei der Kartierung am 18.07.2022 wurden insgesamt 9 Arten im Reimershagener See und im unmittelbaren Uferbereich nachgewiesen, wovon lediglich 2 Arten als echte submersen Arten einzustufen sind und 1 Art als Schwimmblattpflanze (Tab.5.2-2). Die 2 gefundenen submersen Arten (*Chara papillosa/intermedia* und *Najas marina spp. intermedia*) sind in der Roten Liste der gefährdeten Höheren Pflanzen Mecklenburg-Vorpommerns (2005) einer Gefährdungskategorie zugeordnet. Die Seeufer sind weitläufig mit Erlen und Weidengewächsen (darunter Silber- und Grauweiden) bestanden. Im gesamten südlichen sowie teilweise auch nordwestlichen Seeteil dominierte eine fädige Grünalge den Seegrund mit dichtem Bewuchs (vgl. Abb.5.2-9). Die beiden submersen Makrophytenarten kamen im Falle von *Chara papillosa/intermedia* ausschließlich bzw. im Falle des Mittleren Nixkrauts *Najas marina spp. intermedia* überwiegend im nördlichen Seeteil vor. Die Schwimmblattgemeinschaft der Gelben Teichrose *Nuphar lutea* war im südlichen Seeteil stark ausgeprägt. Ansonsten sind die Ufer des Sees größtenteils mit Schilfröhricht bewachsen, unterbrochen von einigen Inselvorkommen des Schmalblättrigen Rohrkolbens (*Typha angustifolia*). Dort, wo kein Schilf oder Rohrkolben vorkam, z.B. an der Badestelle, hatten sich vereinzelt andere emerse Arten wie die Gewöhnliche Teichbinse (*Schoenoplectus lacustris*) oder der Ästige Igelkolben (*Sparganium erectum*) angesiedelt. Die untere Verbreitungsgrenze wurde durch *Phragmites australis* bestimmt (1,90 m). Das submers

wachsende Mittlere Nixkraut (*Najas marina spp. intermedia*) kam bis zu einer maximalen Tiefe von etwa 1,50 m vor. Abb.5.2-10 enthält Fotos von im Reimershagener See 2022 gefundenen submersen Makrophytenarten.

Tab.5.2-2: Liste der im Reimershagener See 2022 gefundenen Makrophyten

DV-Nr.	Taxa	Habitus*	RL MV**
7468	<i>Chara papillosa/intermedia</i>	s	3
2718	<i>Lycopus europaeus</i>	e	
2710	<i>Mentha aquatica</i>	e	
2276	<i>Najas marina ssp. intermedia</i>	s	2
2021	<i>Nuphar lutea</i>	f-sb	
2022	<i>Phragmites australis</i>	e	
2025	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	e	
2075	<i>Sparganium erectum</i>	e	
2059	<i>Typha angustifolia</i>	e	

* e = emers, s = submers, f-sb = Schwimmblattpflanze

** 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet



Abb.5.2-10: Auswahl einiger im Reimershagener See vorkommender Algen und Makrophyten, von links oben nach rechts unten: *Najas marina spp. intermedia*, *Chara papillosa/intermedia*, fädige Grünalge und *Nuphar lutea* am Südufer

5.2.3 MAKROZOOBENTHOS

5.2.3.1 METHODEN

Die Probenahme erfolgte an 2 Terminen (17.03. und 13.09.2022) vom Boot aus mit einem Ekman-Birge-Kastengreifer an den in Abb.5.2-11 eingezeichneten 3 ufernahen Stationen. Die Wassertiefen lagen dort zwischen 0,8 und 1,8 m, so dass die Sauerstoffversorgung selbst im Hochsommer bodennah durchgängig gegeben war.

STATION	RECHTSWERT	HOCHWERT
B1	33313852	5950826
B2	33313838	5950353
B3	33313502	5950342

(ETRS89/UTM ZONE 33)

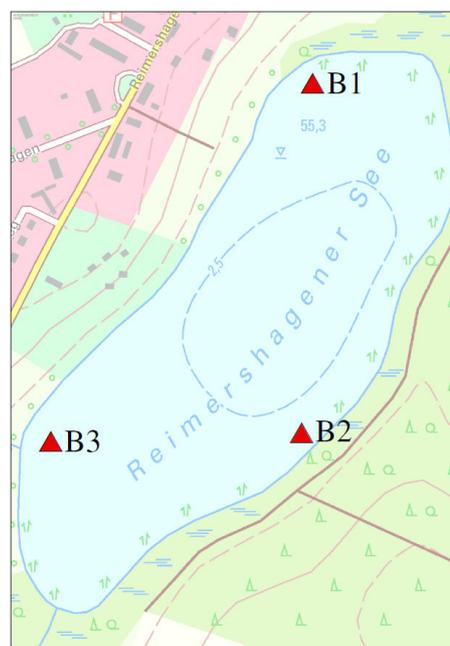


Abb.5.2-11: Probenahmestellen Makrozoobenthos Reimershagener See 2022 (Koordinaten in Tabelle)

5.2.3.2 ERGEBNISSE

Insgesamt wurden im Jahr 2022 19 Taxa nachgewiesen (Tab.5.2-3), wobei die Gemeine Teichmuschel *Anodonta anatina* und die Malermuschel *Unio pictorum* (Abb.5.2-12) nicht in den Greiferproben, sondern beim Harken nach Wasserpflanzen, gefunden wurden. Die ausführlichen Ergebnistabellen mit Abundanzangaben befinden sich in den Anlagen.

Das Makrozoobenthos setzt sich überwiegend aus anspruchslosen Dipteren/Zweiflügler-Larven zusammen. Die höchsten Abundanzwerte erreichten Zuckmückenlarven (Chironomini Gen. spp.) mit 1.378 Ind./m² an Station B2 bei der Sommer-Probenahme. Auffallend ist aber auch das an den windexponierteren Stationen B1 und B2 zeitweise sehr große Aufkommen der nur wenige Millimeter großen Neuseeländischen Zwergdeckelschnecke *Potamopyrgus antipodarum*. Im Frühjahr wurden an Station B1 hochgerechnet 5.244 Ind./m² in 1,2 m Tiefe festgestellt. Auch 3 weitere Schneckenarten (Schleischnecke *Bithynia tentaculata*, Gemeine Federkiemenschnecke *Valvata piscinalis* und Weißes Posthörnchen *Gyraulus albus*) wurden in den Proben gefunden.

Stark ausgeprägt ist auch das Vorkommen von Tubificiden (Würmer/Wenigborster), die für gewöhnlich auf einen hohen organischen Anteil des Sediments hinweisen. Anspruchsvollere Gruppen waren mit weniger Arten in den Proben vertreten. Mit jeweils nur einer Art kamen

Larven von Köcherfliegen (*Agraylea sexmaculata*), Eintagsfliegen (*Caenis luctuosa*) und Großlibellen (*Orthetrum cancellatum*) in den Proben vor.

Das allerdings mit nur wenigen Proben charakterisierte Makrozoobenthos des Sees zeigt einen „mäßigen“ Zustand an. Bei einem stärkeren Aufkommen von submersen Makrophyten würde sich auch die Artenanzahl der Makrozoobenthosarten deutlich erhöhen.

Tab.5.2-3: Artenliste des Makrozoobenthos im Reimershagener See 2022 an den 3 Benthosstationen B1, B2 und B3

DV-Nr.	Taxa	B1	B2	B3	gesamt
	Mollusca - Weichtiere				
	Bivalvia (Muscheln)				
1993	<i>Anaodonta anatina</i>				x*
1102	<i>Pisidium casertanum</i>		x		x
1059	<i>Unio pictorum</i>				x*
	Gastropoda (Schnecken)				
1009	<i>Bithynia tentaculata</i>	x			x
1024	<i>Gyraulus albus</i>		x		x
1036	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	x	x	x	x
1085	<i>Valvata piscinalis</i>	x	x	x	x
	Nematomorpha - Saitenwürmer				
1135	<i>Gordius aquaticus</i>	x	x	x	x
	Annelida - Ringelwürmer				
	Oligochaeta (Wenigborster)				
1013	Tubificidae Gen. spp.	x	x	x	x
	Hirudinea (Egel)				
1434	<i>Alboglossiphonia striata</i>		x		x
1026	<i>Hemiclepsis marginata</i>		x		x
	Insecta - Insekten				
	Ephemeroptera (Eintagsfliegen)				
847	<i>Caenis luctuosa</i>		x		x
	Trichoptera (Köcherfliegen)				
638	<i>Agraylea sexmaculata</i>	x			x
	Odonata (Libellen)				
10000	<i>Orthetrum cancellatum</i>	x			x
	Diptera (Zweiflügler)				
20916	Ceratopogoninae Gen. spp.	x	x	x	x
481	Chaoborus spp.	x	x	x	x
910	Chironomini Gen. spp.	x	x	x	x
10391	<i>Chironomus plumosus</i>	x			x
502	Tanypodinae Gen. spp.	x		x	x
605	Tanytarsini Gen. spp.	x	x	x	x
	Summe	13	13	9	20

x* nicht in den Proben, sondern beim Harken nach Makrophyten, gefunden



Abb.5.2-12: Beim Harken nach Makrophyten im Reimershagener See gefundene Gemeine Teichmuschel *Anodonta anatina* (links) und Malermuschel *Unio pictorum* (rechts)

5.3 QUANTITÄT UND QUALITÄT DES SEESSEDIMENTS UND UNTERSUCHUNGEN ZUR ROLLE DES SEDIMENTS ALS QUELLE FÜR EINE INTERNE P-BELASTUNG

5.3.1 METHODEN

Zur Beschreibung von Menge und Qualität des Sediments im Reimershagener See sind verschiedene spezielle Untersuchungen durchgeführt worden.

Die Schlammmächtigkeit wurde orientierend durch mechanische Sondierungen auf 3 in Längs- und 7 in Querrichtung gelegenen Schnitten erfasst (Abb.5.3-2). Die mechanische Sondierung erfolgte mit einem Spezialgestänge, dessen Gesamtlänge 8 m beträgt (Abb. 5.3-1). Die Grenze dieser Methode liegt deshalb überall dort, wo die Summe aus Wassertiefe und Schlammmächtigkeit > 8 m ist; im Reimershagener See war das insbesondere in der Seemitte der Fall.

Die konkrete Position der sondierten Punkte wurde jeweils mit GPS aufgenommen und diesen Punkten die ermittelte Wassertiefe (Echolot) und Schlammmächtigkeit zugeordnet (vgl. Anlagen). Aus den gewonnenen Daten sind für 2 Einzelschnitte Profilzeichnungen erstellt worden (vgl. Abb.5.3-6 und Abb.5.3-7).



Abb.5.3-1: Mechanisches Sondiergestänge (links im Foto) zur Erfassung der Schlammmächtigkeit



Abb.5.3-2: Lage der Schnitte zur Erfassung der Schlammmächtigkeit im Reimershagener See

Zur Beschreibung der Qualität des Sediments im Reimershagener See erfolgte an einem Termin im September an 6 Stationen (Sed1 bis Sed6) eine Sedimentbeprobung (Abb.5.3-4 und Tab.5.3-1). Die Sedimentprobenahme wurde mit einem LIMNOS-Sedimentstechrohr (Abb.5.3-3) ausgeführt (je eine Mischprobe aus 3-4 Stechrohrproben; homogenisiert); beprobt wurden jeweils die oberen 40 cm. Nachfolgend wurden die Proben von der KIWA GmbH (Kessin) bezüglich der allgemeinen Sedimentparameter in der Gesamtfraktion analysiert.

Als allgemeine Sedimentparameter an den 6 Messstellen in je 0-40 cm Sedimenttiefe wurden bestimmt: Glühverlust, TOC, TC, TIC, CaCO₃, TP, TN, Eisen und Schwefel. Schadstoffe (PAK, PCB, OCP) und Metallgehalte wurden an 2 der Probestellen (Sed1 und Sed4) und die Korngrößenverteilung an allen 6 Probestellen analysiert.



Abb.5.3-3: LIMNOS-Sedimentstechrohr

Tab.5.3-1: Koordinaten der Sedimentprobenahmestellen im Reimershagener See 2022

Probe	Koordinaten		Wassertiefe (m)
	ETRS_1989_UTM		
Sed1	33313866	5950538	ca. 2,3
Sed2	33313928	5950730	ca. 1,5
Sed3	33313828	5950435	ca. 2,0
Sed4	33313611	5950331	ca. 1,3
Sed5	33313542	5950248	ca. 1,0
Sed6	33313652	5950434	ca. 1,4

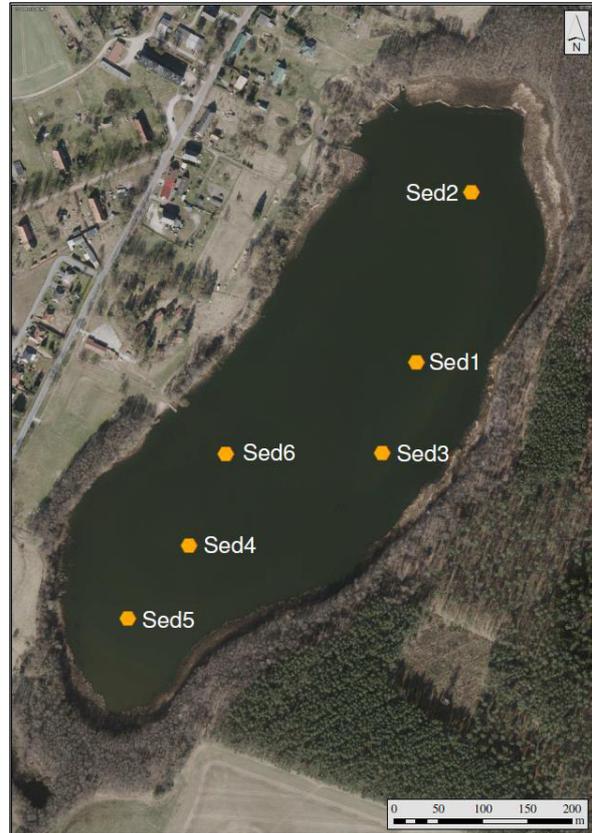


Abb.5.3-4: Lage der Sedimentprobenahmestellen (Sed1-Sed6) im Reimershagener See 2022

Des Weiteren wurde einmalig an 3 Messstellen (vgl. MST1-MST3, Abb.5.3-12) in unterschiedlichen Tiefenbereichen (MST1 – 2,5 m, MST2 – 2,0 m und MST3 – 1,45 m) die Rolle des Sediments hinsichtlich einer internen Düngung durch Phosphatrücklösung beprobt. Um die P-Rücklöserate bestimmen zu können, wurde jeweils das Interstitialwasser der obersten 2 cm des Sediments sowie das unmittelbar überstehende Tiefenwasser auf $o\text{-PO}_4\text{-P}$ untersucht und aus der Differenz nach dem 1. Fickschen Diffusionsgesetz die Phosphatrücklösung errechnet (SINKE et al. 1990 bzw. LEWANDOWSKI et al. 2002). Zur Abschätzung der Gesamteintragsmenge an Phosphor über Rücklösungsvorgänge aus dem Sediment wurden die Messdaten jeweils auf den Monat und die anteilig für Rücklösungsvorgänge infrage kommende Seefläche je Tiefenstufe hochgerechnet. Für die Messstelle MST1 wurden dabei die Tiefenflächen $> 2,0$ m, für die Messstelle MST2 die Tiefenflächen von 2,0-1,5 m und für die Messstelle MST3 die Tiefenflächen von 1,5-0,5 m zur Berechnung angesetzt. Um eine hypothetische Austragsbilanz des Gesamtjahres zu erhalten, wurden die Messwerte des Überstandwassers und Interstitialwassers für den Gesamtzeitraum hochgerechnet (näheres dazu siehe 5.3.2.3). Zusätzlich wurde im Labor ein Versuch zum Rücklösepotenzial des Sediments durchgeführt. Dazu wurde frisches, an den 3 Messstellen entnommenes, Seesediment mit destilliertem Wasser überschichtet und nachfolgend (nach 1h) die ortho-P-Konzentration im überschichteten Wasser ermittelt (siehe dazu Kap.5.3.2.3).

5.3.2 ERGEBNISSE

5.3.2.1 SEDIMENTSTÄRKE

Die Abb.5.3-6 und Abb.5.3-7 zeigen 2 die Situation im Reimershagener See charakterisierende ausgewählte Schnittdarstellungen der Längs- (Schnitt K) und Querachse (Schnitt C). Die aufgenommenen Daten insgesamt (für alle Schnitte) sind in den Anlagen enthalten.

Die Schlammauflage im Reimershagener See erreicht Mächtigkeiten von $> 6,70$ m, wobei diese hohen Mächtigkeiten vor allem im südlichen Seeteil vorgefunden wurden. Die Schlammauflage besteht dabei überwiegend aus Detritusmudde (Abb.5.3-5). In den Uferbereichen wurden meist geringere Schlammauflagen von < 3 m nachgewiesen.



Abb.5.3-5: Sediment im Reimershagener See, überwiegend bestehend aus Detritusmudde; anstehender tonig-sandiger Boden (hell)

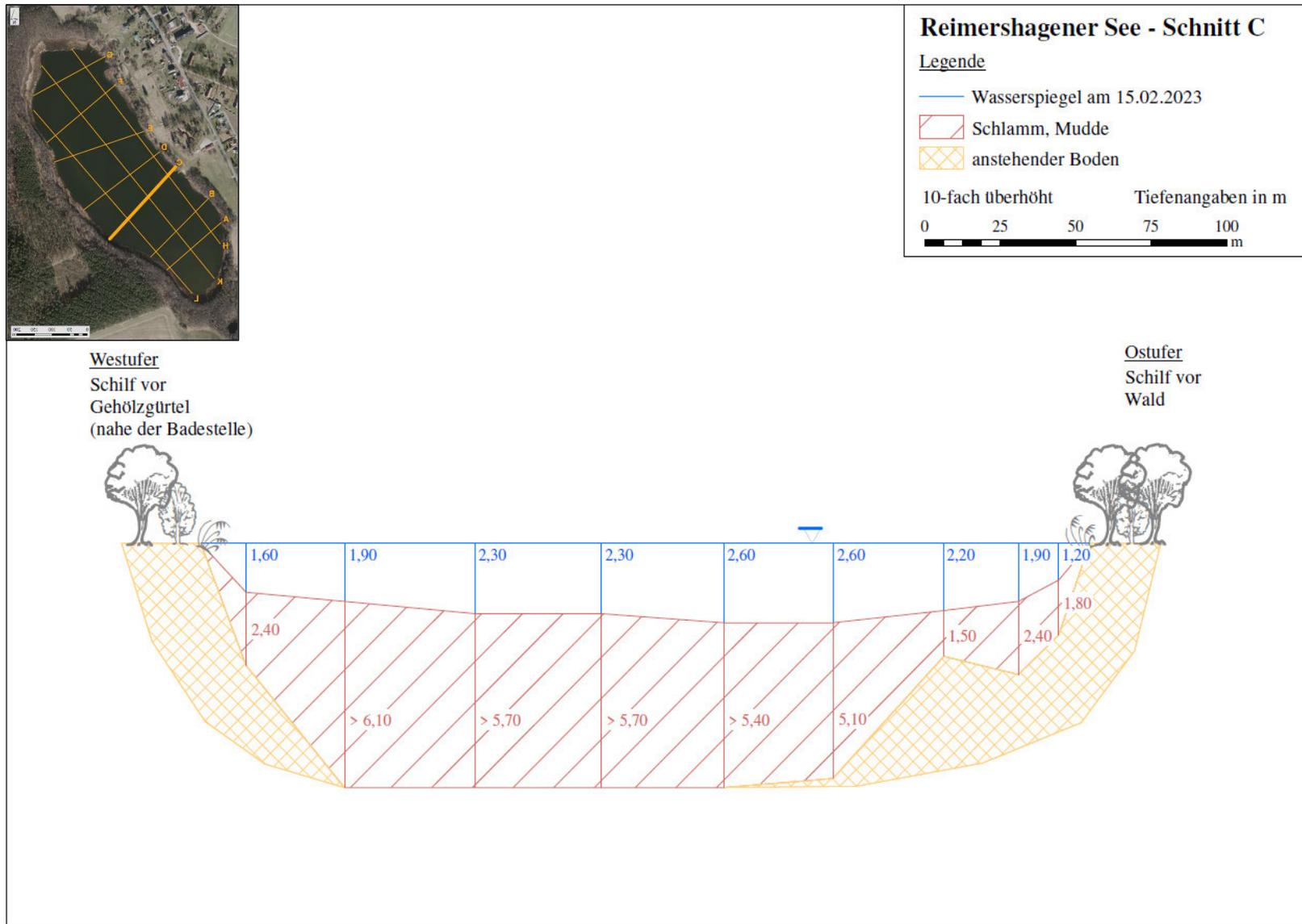


Abb.5.3-6: Schematische Darstellung der Schlammmächtigkeit – Schnitt C, Reimershagener See

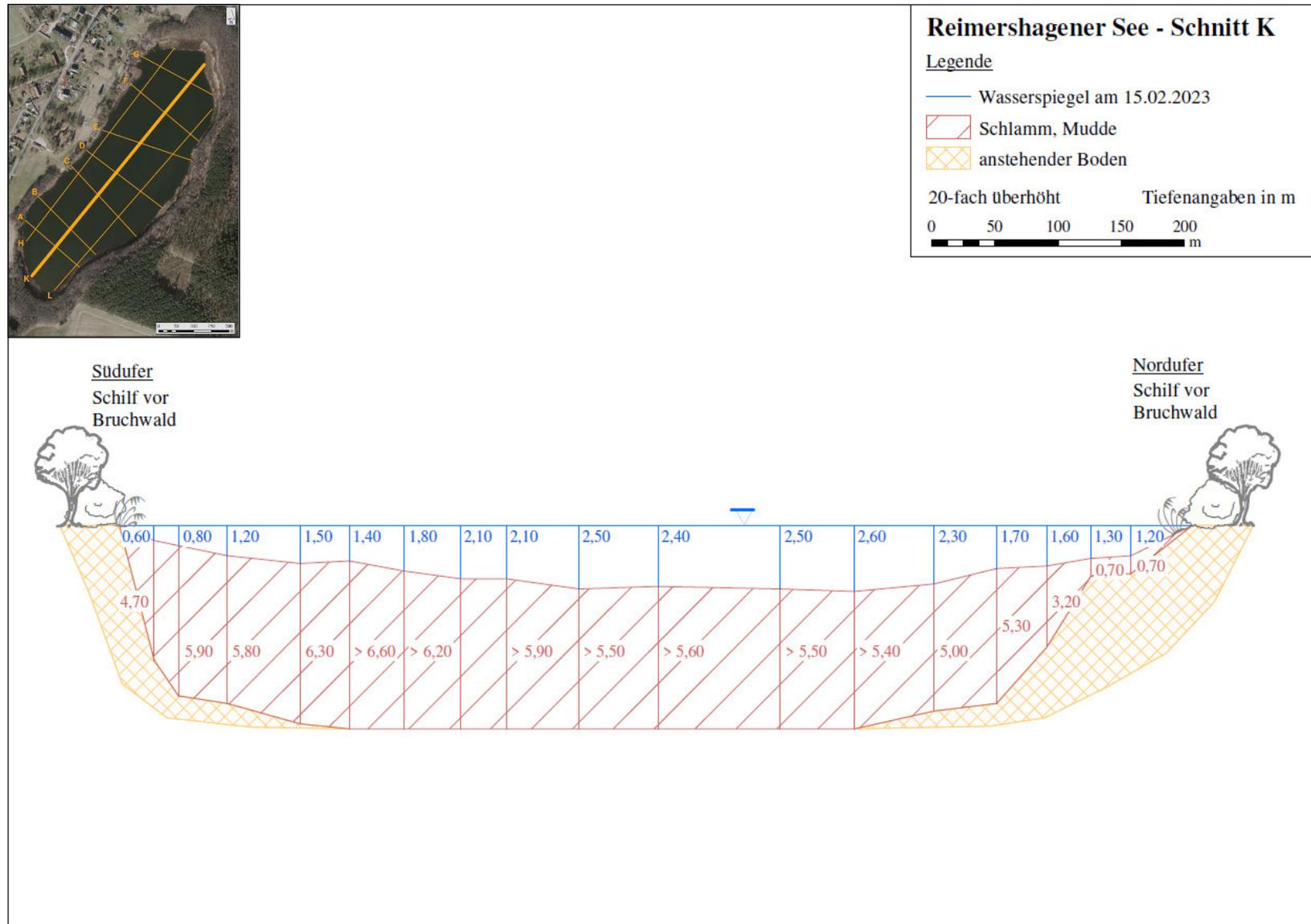


Abb.5.3-7: Schematische Darstellung der Schlammmächtigkeit – Schnitt K, Reimershagener See

5.3.2.2 SEDIMENTQUALITÄT

Die Ergebnisse der allgemeinen Charakterisierung des Sediments des Reimershagener Sees sind der Tab.5.3-2 zu entnehmen. Alle Analysenwerte sind vollständig in den Anlagen beige-fügt. Es wurden zumeist keine größeren Unterschiede zwischen den Messstellen ermittelt. Etwas außer der Reihe liegt Probe Sed2. Hier sind die Werte für TP, TN, CaCO₃ und Kohlenstoffgehalt (TC = TOC) sowie der Glühverlust deutlich niedriger.

Tab.5.3-2: Allgemeine Charakterisierung des Oberflächensediments des Reimershagener Sees in 0-40 cm Tiefe an Sed1 bis Sed6 im Jahr 2022 (Sed2 farblich markiert, weicht in einigen Messwerten ab)

Probe	Glühverlust (% TM)	CaCO ₃ (%)	TOC (%)	TC (%)	TIC (%)	TP (mg/kg TM)	TN (mg/kg TM)	Fe (mg/kg TM)	S (mg/kg TM)
Sed1	48,1	31	23	27	3,7	1.400	23.800	10.000	17.000
Sed2	28,8	11	13	13	-	780	13.730	10.000	16.000
Sed3	45,1	29	23	27	3,5	1.400	22.990	13.000	18.000
Sed4	44,9	23	24	26	2,8	1.300	22.460	11.000	20.000
Sed5	42,9	26	21	24	3,1	1.300	21.830	9.900	19.000
Sed6	43,6	29	24	27	3,5	1.300	24.160	9.200	17.000

Das Sediment erwies sich als fein-partikulär, weich und breiig, mit dunkelbrauner Farbe und unauffälligem Geruch (Abb. 5.3-8). Dabei gab es äußerlich keinen wesentlichen Unterschied zwischen den 6 Messstellen. In den oberen Sedimentschichten ist keine Zonierung zu erkennen. Der unter dem Sediment anstehende Boden war toniger Sand von heller Farbe. Der Glühverlust als Maß der organischen Substanz lag an den Probenahmestellen Sed1 und Sed3-Sed6 zwischen 42,9 % (Sed5) und 48,1 % (Sed1); insgesamt sind hier somit keine großen Unterschiede auszumachen. An Sed2 war der organische Anteil dagegen mit 28,8 % deutlich niedriger. Auch die CaCO₃-Anteile unterschieden sich an den Probestellen Sed1 und Sed3-Sed6 kaum voneinander; sie betragen zwischen 23 % (Sed3) und 31 % (Sed1). Das Sediment ist somit als organisch geprägte Detritusmudde einzuordnen.



Abb.5.3-8: Sediment an Sed1

Interessant in Bezug auf eine eventuelle Rückwirkung des Sediments auf den Trophiezustand des Gewässers durch Rücklösungsprozesse ist der Phosphorgehalt des Sediments. Der P-Gehalt

im Trockenrückstand der oberen 40 cm lag an allen Messstellen und zu allen Terminen zwischen 0,7 und 1,4 g/kg TM, was als gering einzuschätzen ist. Auch beim Stickstoff sind, mit Ausnahme der Probestelle Sed2, an der der Stickstoffgehalt deutlich niedriger lag, keine großen Differenzen ermittelt worden. Zumeist betrug der TN-Gehalt um 21,8-24,2 g/kg TM, an Sed2 nur 13,7 g/kg TM.

Die Korngrößenverteilung zeigt den vermuteten Unterschied der Probestelle Sed2 im Vergleich zu den anderen Probestellen (Abb.5.3-9). Der Sandanteil (Feinsand) ist deutlich höher (70 %). Der Tonanteil in den Proben lag in etwa zwischen 8 % (Sed2) und 24 % (Sed1).

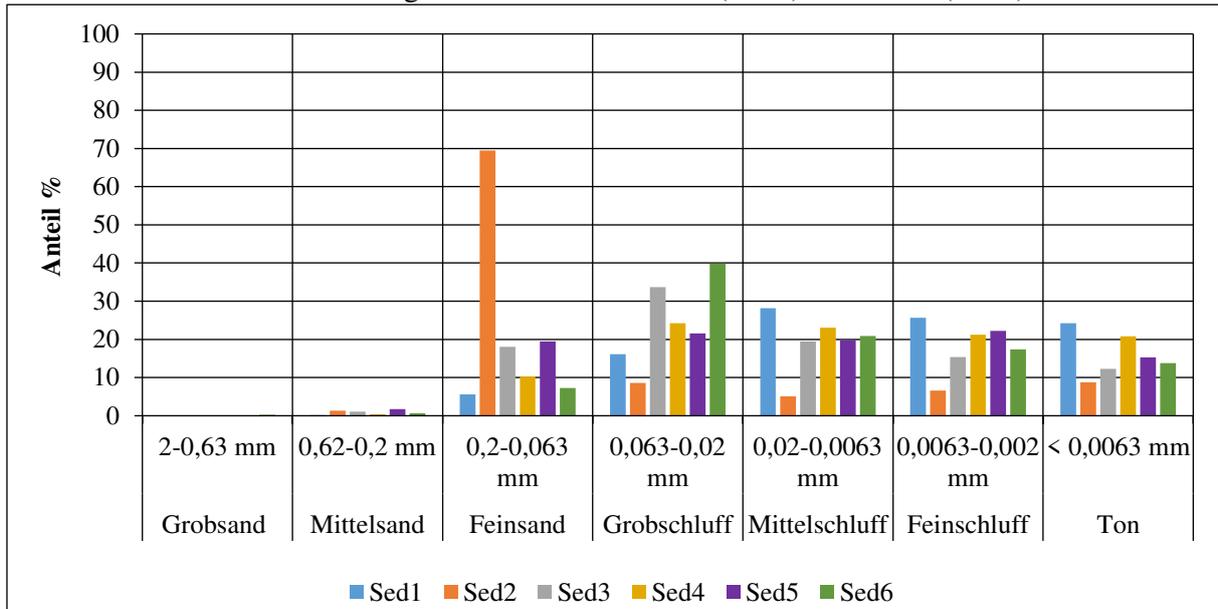


Abb.5.3-9: Korngrößenverteilung an den 6 Probenahmestellen (Sed1-Sed6) im Reimershagener See

Die Ergebnisse der Schadstoffuntersuchungen der Sedimente (0-40 cm) an den Probestellen Sed1 und Sed4 zeigen bei einem Vergleich der Metallgehalte mit den Vorgaben der Klärschlammverordnung, dass alle Grenzwerte in der Gesamtfraktion unterschritten werden (Tab. 5.3-3). In der Feinfraktion wird an Sed1 der Orientierungswert von Chrom und der Grenzwert für Nickel überschritten. Beim Vergleich ausgewählter Parameter mit den Vorgaben der OGewV (2016) für Schwebstoffe und Sedimente ist der Wert für Chrom in der Feinfraktion an Probestelle Sed1 überschritten. Bei den übrigen Orientierungswerten sind keine Überschreitungen festzustellen (Tab.5.3-4).

Tab.5.3-3: Vergleich der im Sediment des Reimershagener Sees (0-40 cm) an Sed1 und Sed4 jeweils in der Gesamtfraktion und in der Feinfraktion gefundenen Metallgehalte mit den verfügbaren Grenzwerten der Klärschlammverordnung und EU-Grenzwerten (Angaben in mg/kg TM)

		Alumi- nium	Ar- sen	Blei	Cad- mium	Chrom	Co- balt	Kup- fer	Ni- ckel	Queck- silber	Zink
GW-Abf- KlärV			40	150	1,5	300		900	80	1	4.000
EU bis 2025				200	2	600		600	100	2	1.500
Reimers- hagener See	Sed1 (0-40 cm)	4.600	13	57	0,43	6,4	2,7	14	6,6	0,2	120
	Sed4 (0-40 cm)	4.200	12	46	< 0,1	7,4	3,3	14	6,6	0,1	92
	Sed1 (Fein) (0-40 cm)	2.400	4,2	25	0,67	730	4,1	25	110	< 0,03	110
	Sed4 (Fein) (0-40 cm)	3.300	9,6	31	0,59	13	2,8	17	12	0,033	93

Überschreitung der Werte nach der AbfKlärV

Tab.5.3-4: Vergleich der ermittelten Schadstoffwerte aus dem Sediment des Reimershagener Sees mit den Orientierungswerten ausgewählter Schadstoffe der OGeV (2016) (Angaben in mg/kg)

		Arsen	Chrom	Kupfer	Zink
OT OGeV (2016)		40	640	160	800
Reimershagener See	Sed1 (0-40 cm)	13	6,4	14	120
	Sed4 (0-40 cm)	12	7,4	14	92
	Sed1 (Fein) (0-40 cm)	4,2	730	25	110
	Sed4 (Fein) (0-40 cm)	9,6	13	17	93

Überschreitung der OT-Werte nach der OGeV (2016)

In Tab.5.3-5 ist der Vergleich mit den in der LAGA (Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Abfall) geltenden Grenzwerten für die Entsorgung von Bodenaushub dargestellt. Das Sediment (Gesamtfraktion) überschreitet die LAGA-Grenzwerte für Metallgehalte nicht und lässt sich somit nach LAGA Z0 einstufen.

Ein Vergleich mit den gemittelten Schadstoffwerten aus den Sedimenten von 50 Seen aus MV (TÜV 1999) sowie Hintergrundwerten nach BAUMANN et al. (1991) zeigt hingegen leichte Auffälligkeiten hinsichtlich der Gehalte in der Gesamtfraktion bei Blei und Arsen (Sed1 und Sed4) sowie Zink (Sed1) und in der Feinfraktion bei Arsen (Sed4), Cadmium (Sed1 und Sed4), Chrom (Sed1) und Nickel (Sed1). Auch bei den PCB₆-Gehalten (Gesamtfraktion) sind beide Probenstellen auffällig (Tab.5.3-6, farblich gekennzeichnet).

Tab.5.3-5: Vergleich der im Sediment (in der Gesamtfraktion) des Reimershagener Sees (Mischprobe 0-40 cm) gefundenen Metallgehalte mit der LAGA-Verordnung (Angaben in mg/kg)

LAGA	Arsen	Blei	Cadmium	Chrom	Kupfer	Nickel	Quecksilber	Zink	
Z0	20	100	0,6	50	40	40	0,3	120	
Z1.1	30	300	1	100	100	100	1	300	
Z1.2	50	500	3	200	200	200	3	500	
Z2	150	1.000	10	600	600	600	10	1.500	
Reimers-hagener See	Sed1	13	57	0,43	6,4	14	6,6	0,2	120
	Sed4	12	46	< 0,1	7,4	14	6,6	0,1	92

Tab.5.3-6: Vergleich der im Sediment des Reimershagener Sees (0-40 cm) gefundenen Schadstoffgehalte an Sed1 und Sed4 (in Gesamt- und Feinfraktion) mit verfügbaren Richtwerten aus der Literatur (alle Angaben in mg/kg TM)

	Sed1 (0-40 cm)	Sed4 (0-40 cm)	Sed1 Fein (0-40 cm)	Sed4 Fein (0-40 cm)	Mittelwert MV TÜV NORD (1999)	Hintergrundwerte nach BAUMANN et al. (1991)
Aluminium	4.600	4.200	2.400	3.300		
Arsen	13	12	4,2	9,6	6,9	10-13
Blei	57	46	25	31	58	15-34
Cadmium	0,43	< 0,1	0,67	0,59	1,0	0,15-0,50
Chrom	6,4	7,4	730	13	17	47-116
Cobalt	2,7	3,3	4,1	2,8		
Kupfer	14	14	25	17	42	15,6-51
Nickel	6,6	6,6	110	12	13	21-68
Quecksilber	0,2	0,1	< 0,03	0,033	0,24	0,14-0,50
Zink	120	92	110	93	153	82-118
PAK ₁₅	1,9	0,85			2,46	
PCB ₆	1,1	1,0			0,086	

Überschreitung Hintergrundwert nach BAUMANN et al. (1991)
 Überschreitung Mittelwert MV TÜV Nord (1999)
 Überschreitung Hintergrundwert nach BAUMANN et al. (1991) und Mittelwert MV TÜV Nord (1999)

Wenn das Material einer landwirtschaftlichen Verwertung zugeführt werden soll, werden etwas strengere Grenzwerte angelegt. Daneben gilt als Voraussetzung für eine landwirtschaftliche Nutzung von Baggergut neben der Forderung der Schadlosigkeit (Schadstoffparameter dürfen 70 % des entsprechenden Vorsorgewerts der Bodenschutzverordnung nicht überschreiten, vgl. Tab.5.3-7) auch die Forderung der Nützlichkeit. Diese gilt als erfüllt, wenn der Tongehalt > 10 %, die organische Substanz > 10 % TM oder der CaCO₃-Gehalt > 5 % beträgt.

Mit einem Kalkanteil (CaCO₃) von im Durchschnitt 24,8 %, einem organischen Anteil von im Durchschnitt 42,2 % und einem Tonanteil von im Mittel 15,8 % erreicht das Oberflächensediment des Reimerhagener Sees (0-40 cm) in allen Parametern die Kriterien der Nützlichkeit.

Für die landwirtschaftliche Verwertung erfolgt auch eine Differenzierung nach der Beschaffenheit der Böden, auf denen das Material ausgebracht werden soll. Hinsichtlich der Metalle und organischen Schadstoffe wird die Aufbringungsmenge durch die Einstufung des Ackerbodens beeinflusst (Tab.5.3-7). Es liegen an der Messstelle Sed1 und Sed4 etwas erhöhte Gehalte an Blei, Cadmium, Quecksilber und Zink für die Ausbringung auf Sand vor. Für die Ausbringung auf der Bodenart Lehm sind die Werte von Blei und Zink an Sed1 ebenfalls überschritten. Bei den PCB₆ werden die Grenzwerte an Sed1 und Sed4 für die Ausbringung auf Böden unabhängig vom Humusgehalt überschritten.

Eine direkte landwirtschaftliche Verwertung/Ausbringung des Materials wäre ohne Vorbehandlung bzw. deutlicher Mengenbeschränkung somit nicht möglich, da der obere Horizont Auffälligkeiten bezüglich mehrerer Schadstoffe und Metalle aufweist (vgl. BBodSchV; Tab. 5.3-7).

Eine endgültige Bewertung und Festlegung der Ausbringungsmenge ist allerdings erst möglich, wenn:

1. Proben aus der gesamten geplanten Anschnitttiefe des Sediments entnommen und analysiert wurden.
2. Ergebnisse von Bodenuntersuchungen auf den für die Ausbringung vorgesehenen Ackerflächen vorliegen.

Tab.5.3-7: Vergleich der im Sediment des Reimershagener Sees (0-40 cm) an Sed1 und Sed4 (Gesamtfraktion) ermittelten Schadstoffgehalte mit dem 70 %-Vorsorgewert nach BBodSchV (alle Angaben in mg/kg TM)

Bodenart	Cadmium	Blei	Chrom	Kupfer	Quecksilber	Nickel	Zink
Lehm/Schluff	0,70	49	42	28	0,35	35	105
Sand	0,28	28	21	14	0,07	10,5	42
Reimershagener See							
Sed1 (0-40 cm)	0,43	57	6,4	2,7	0,2	6,6	120
Sed4 (0-40 cm)	< 0,1	46	7,4	3,3	0,1	6,6	92

 Überschreitung Grenzwert für Bodenarten Lehm/Schluff und Sand
 Überschreitung Grenzwert nur für Bodenart Sand

Fortsetzung Tab.5.3-7

Boden	Polychlorierte Biphenyle (PCB ₆)	Benzo(a)pyren	Polyzyklische Aromatische KW (PAK ₁₅)
Humusgehalt 8 %	0,070	0,70	7,0
Humusgehalt < 8 %	0,035	0,21	2,1
Reimershagener See			
Sed1 (0-40 cm)	1,1	0,21	1,9
Sed4 (0-40 cm)	1,0	0,114	0,85

Überschreitung Grenzwert für Boden mit Humusgehalt < 8 % und 8%

5.3.2.3 PHOSPHATRÜCKLÖSUNG AUS DEM SEDIMENT

Die Rücklösung von Nährstoffen aus den Sedimenten kann ein entscheidender Faktor im Eutrophierungsprozess von Seen sein. Über Jahre in den See eingetragene und im Sediment abgelagerte Nährstoffe können so selbst bei einer deutlichen Reduzierung externer Einträge eine Verbesserung der Wassergüte verhindern. Diese Rücklösungsprozesse sind an bestimmte Umgebungsbedingungen wie niedrige Gehalte an gelöstem Sauerstoff, hohe pH-Werte, hohe Temperaturen und geringe Sorptionskapazität des Sediments bei nährstoffreichen Sedimenten gekoppelt (UHLMANN 1985, RIPL 1980 und 1982, KLEIN UND KÜHN 1982, TRESNOW 1979, HUPFER et al. 1997, LEWANDOWSKI, SCHAUSER UND HUPFER 2002 u.v.a.).

Die P-Fraktionierung des Sediments wurde an den 6 Messstellen (Sed1-Sed6) im Horizont 0-40 cm ermittelt. Zusätzlich wurde an der tiefsten Stelle (Sed1) eine höher aufgelöste Analyse der P-Fractionen in den Horizonten 0-4 cm, 4-8 cm und 8-12 cm vorgenommen.

Tab.5.3-8 und Abb.5.3-10 zeigen die Ergebnisse der Analyse nach PSENNER et al. (1988) an den 6 im Reimershagener See untersuchten Messstellen (0-40 cm). Tab.5-3-9 und Abb.5.3-11 zeigen die P-Fraktionierung in den Oberflächenhorizonten (bis 12 cm).

Tab.5.3-8: P-Gehalt im Sediment in 0-40 cm an den 6 Messstellen im Reimershagener See in mg/kg in verschiedenen Bindungsformen

Fraktion	Sed1 (0-40 cm)	Sed2 (0-40 cm)	Sed3 (0-40cm)	Sed4 (0-40 cm)	Sed5 (0-40 cm)	Sed6 (0-40 cm)	Verfügbarkeit
NH ₄ -Cl-P	147	56,6	153	115	77	64,4	
BD-P	169	118	95,7	199	224	117	
NaOH-SRP	162	183	155	216	123	133	
NaOH-NRP	296	70,8	307	272	220	141	
HCl-P	381	312	360	487	411	802	
refrakt. Rest	326	73	228	209	189	344	

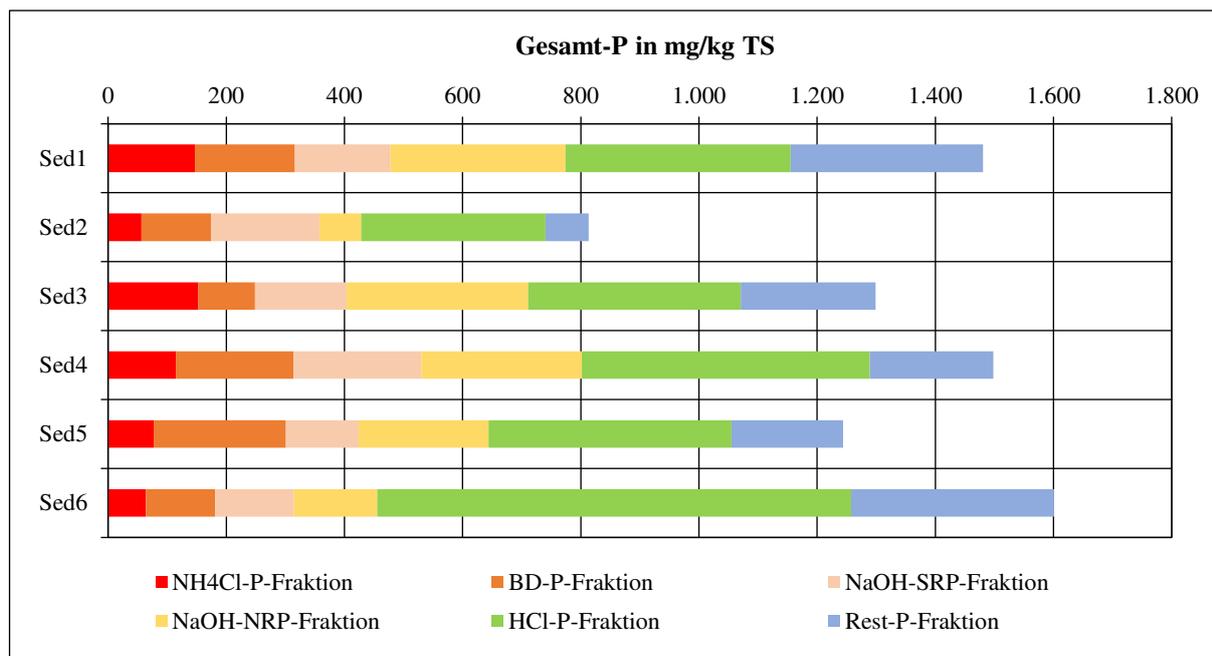


Abb.5.3-10: P-Gehalte im Sediment in 0-40 cm an den 6 Messstellen im Reimershagener See, aufgeschlüsselt nach der Verfügbarkeit (P-Fractionen nach PSENNER et al. 1988)

Tab.5.3-9: P-Gehalt im Sediment in den Horizonten 0-4 cm, 4-8 cm und 8-12 cm an der tiefsten Stelle (Sed1) im Reimershagener See in mg/kg in verschiedenen Bindungsformen

Fraktion	Sed1 (0-4 cm)	Sed1 (4-8 cm)	Sed1 (8-12 cm)	Verfügbarkeit
NH ₄ -Cl-P	250	160	83,5	
BD-P	130	95,1	90,2	
NaOH-SRP	565	600	402	
NaOH-NRP	592	313	400	
HCl-P	497	590	685	
refrakt. Rest	372	467	541	

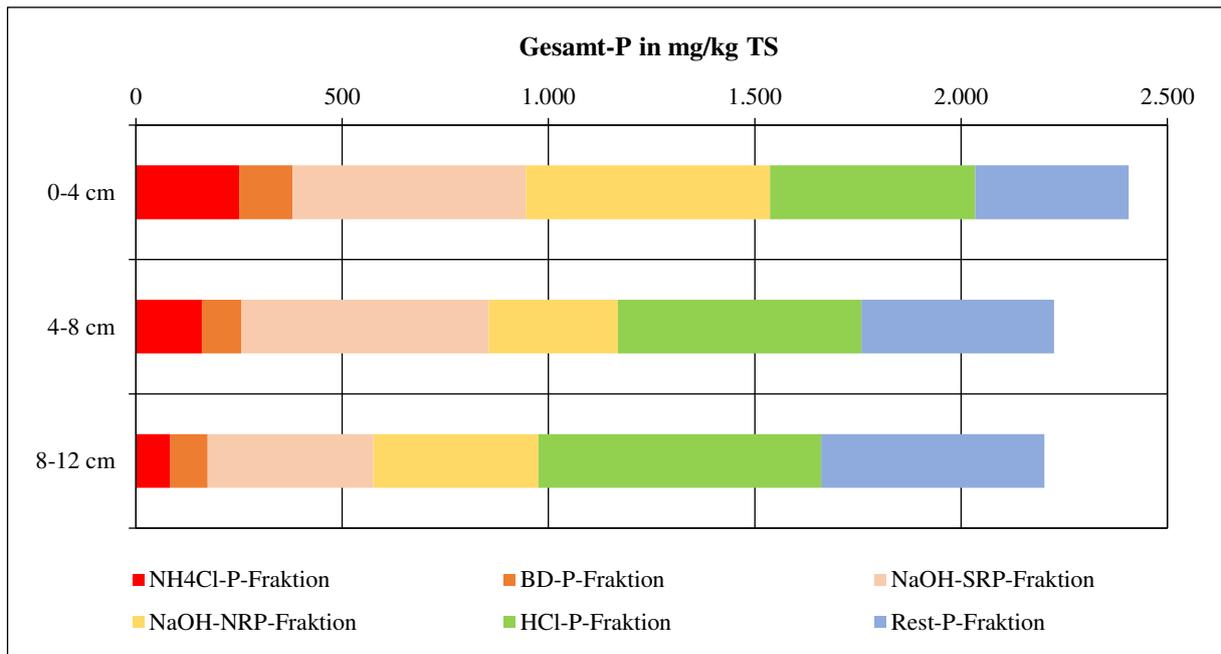


Abb.5.3-11: P-Gehalte im Sediment in den Horizonten 0-4 cm, 4-8 cm und 8-12 cm an der tiefsten Stelle (Sed1) im Reimershagener See, aufgeschlüsselt nach der Verfügbarkeit (P-Fraktionen nach PSENNER et al. 1988)

Bei den Bindungsfractionen des Phosphors im Sediment zeigt sich, dass in den Sedimenthorizonten (sowohl in den obersten 12 cm als auch in den Horizonten 0-40 cm) jeweils die leicht verfügbaren NH₄-Cl-P- und BD-P-Fractionen nur geringe Anteile stellen. In den obersten 12 cm ist der Anteil dieser Fractionen etwas höher, ebenso der Phosphorgehalt insgesamt. Der P-Pool im Sediment des Sees in den obersten 12 cm (direkt für P-Rücklösungsvorgänge relevant) beläuft sich hochgerechnet auf etwa 510 kg P, davon wären in etwa 60,5 kg leicht mobilisierbar (NH₄Cl-P- und BD-P-Fractionen).

Zur Untersuchung der konkreten Rücklösung von Phosphat aus dem Sediment wurden 2 unterschiedliche Methoden angewandt:

- 1) Es wurde eine Probenahme an 3 Messstellen unterschiedlicher Tiefenbereiche (2,5 m, 2,0 m und 1,45 m) durchgeführt und nach der Methode von SINKE et al. (1990) analysiert (in-situ).
- 2) Es wurde ein Laborversuch mit den Sedimenten von denselben 3 Messstellen durchgeführt, bei dem die Sedimentproben im Labor mit destilliertem Wasser überschichtet und nachfolgend nach 1 h die ortho-P-Konzentration im Überstandwasser gemessen wurde (je 3 Parallelmessungen, davon Mittelwertbildung). Die Probenahmestellen aus den unterschiedlichen Tiefenstufen sind in Abb.5.3-12 verzeichnet.

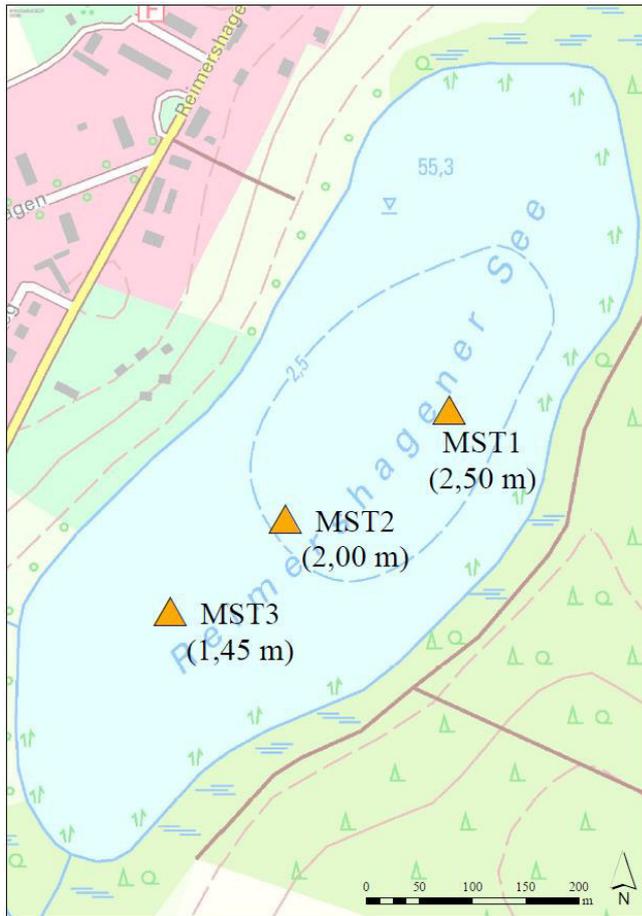


Abb.5.3-12: Probenahmestellen zur Ermittlung der P-Rücklösung im Reimershagener See

Die Ergebnisse der beiden Methoden sind in den Abb.5.3-13 und Abb.5.3-14 dargestellt. Die gemessenen P-Rücklösungen aus der in-situ-Probe vs. Laborversuch (Mittelwerte) weichen maximal um 0,07 mg/l voneinander ab. Die höchsten ortho-P-Konzentrationen ließen sich sowohl in-situ als auch im Laborversuch an MST2 (Tiefenstufe 2,0 m) feststellen.

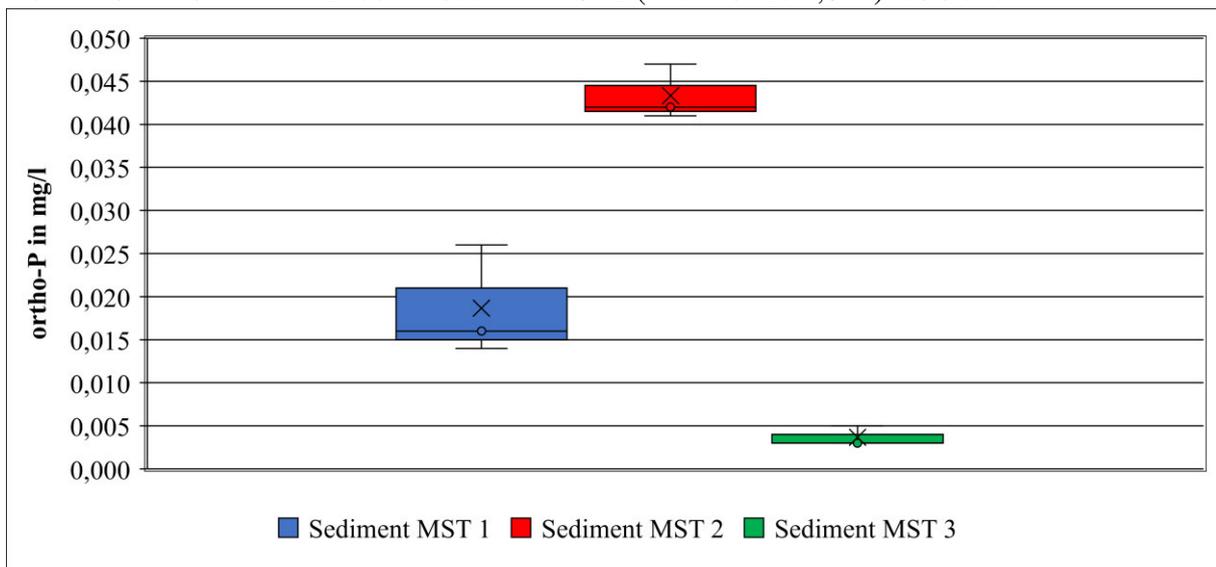


Abb.5.3-13: Ergebnisse des Laborversuchs zur P-Rücklösung aus dem Sediment an den 3 Messstellen im Reimershagener See

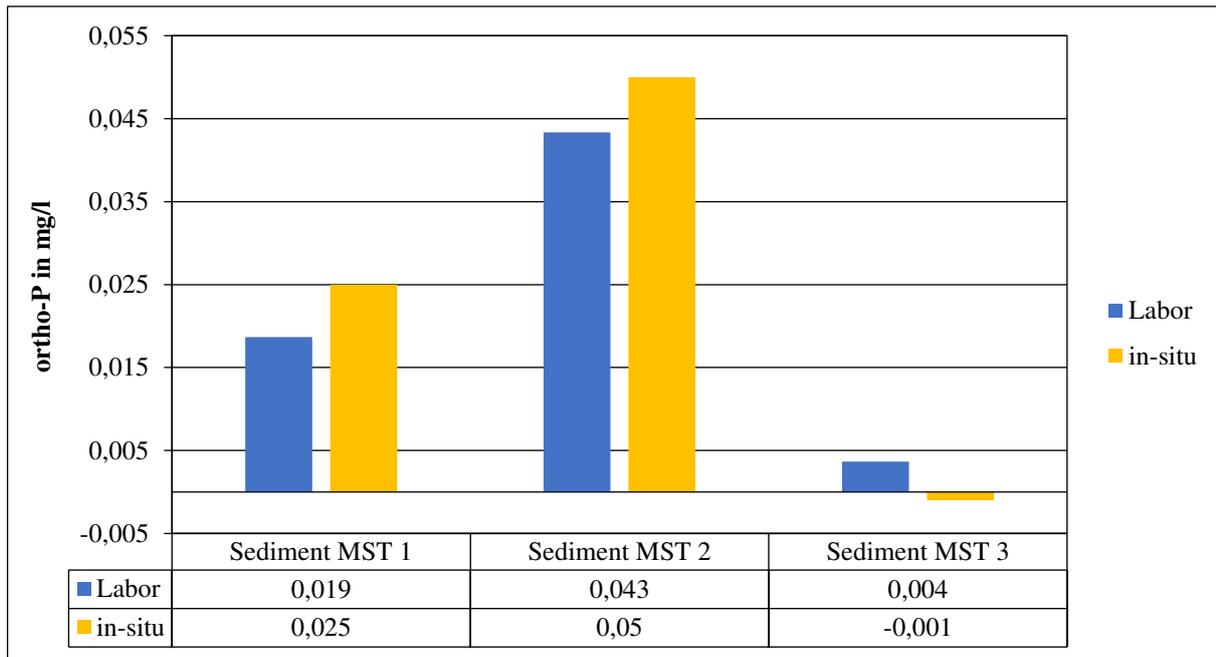


Abb.5.3-14: Vergleich der ortho-P-Mittelwerte des Laborversuchs mit den Werten der in-situ-Probenahme an den 3 Messstellen im Reimershagener See

Aus den in-situ-Messungen an den 3 Messstellen wurde eine hypothetische Eintragsbilanz der P-Rücklösung für das Gesamtjahr errechnet. Dazu wurden die Messwerte des Interstitialwassers (der in-situ-Messung) für die jeweilige Messstelle als Grundlage für die Berechnung der P-Rücklösung des Gesamtjahrs angenommen. Die monatlich gemessene ortho-P-Konzentration im Seewasser sowie weitere monatlich gemessene Parameter, z.B. Wassertemperatur, konnten zur weiteren Berechnung herangezogen werden. Es ergibt sich hieraus ein hypothetischer Konzentrationsgradient ($\text{mg P/m}^2\text{d}$) für die Monate, in denen keine Messung des Interstitialwasser erfolgte. Dieser sollte jedoch nicht als absolut angesehen werden, sondern gibt lediglich eine grobe Orientierung, inwieweit mit einer P-Rücklösung bzw. P-Festlegung in den anderen Monaten an den Messstellen zu rechnen war. Für die Hochrechnung der P-Rücklösung für das Gesamtjahr, bezogen auf die Seefläche, wurden für die Messstelle 1 (MST1) die Flächen $> 2,0$ m Wassertiefe, für die Messstelle 2 (MST2) die Flächen $2,0-1,5$ m und für die Messstelle 3 (MST3) die Flächen $1,5-0,5$ m Wassertiefe angesetzt. Im Reimershagener See zeigt sich aus den tatsächlichen Messwerten (Februar), dass die P-Rücklösung vor allem in der Tiefenzone $2,0-1,5$ m stattfindet. An Messstelle 3 ($< 1,5$ m) ist hingegen eine leichte P-Festlegung zu ermitteln (Abb.5.3-15). Die hochgerechnete Jahres-Eintragsbilanz (als grober Orientierungswert), entsprechend den untersuchten Tiefenzuordnungen der Seeflächen für MST1 ($> 2,0$ m), MST2 ($2,0-1,5$ m) und MST3 ($1,5-0,5$ m), ergibt insgesamt eine P-Rücklösung von ca. 10 kg/a (Abb.5.3-16).

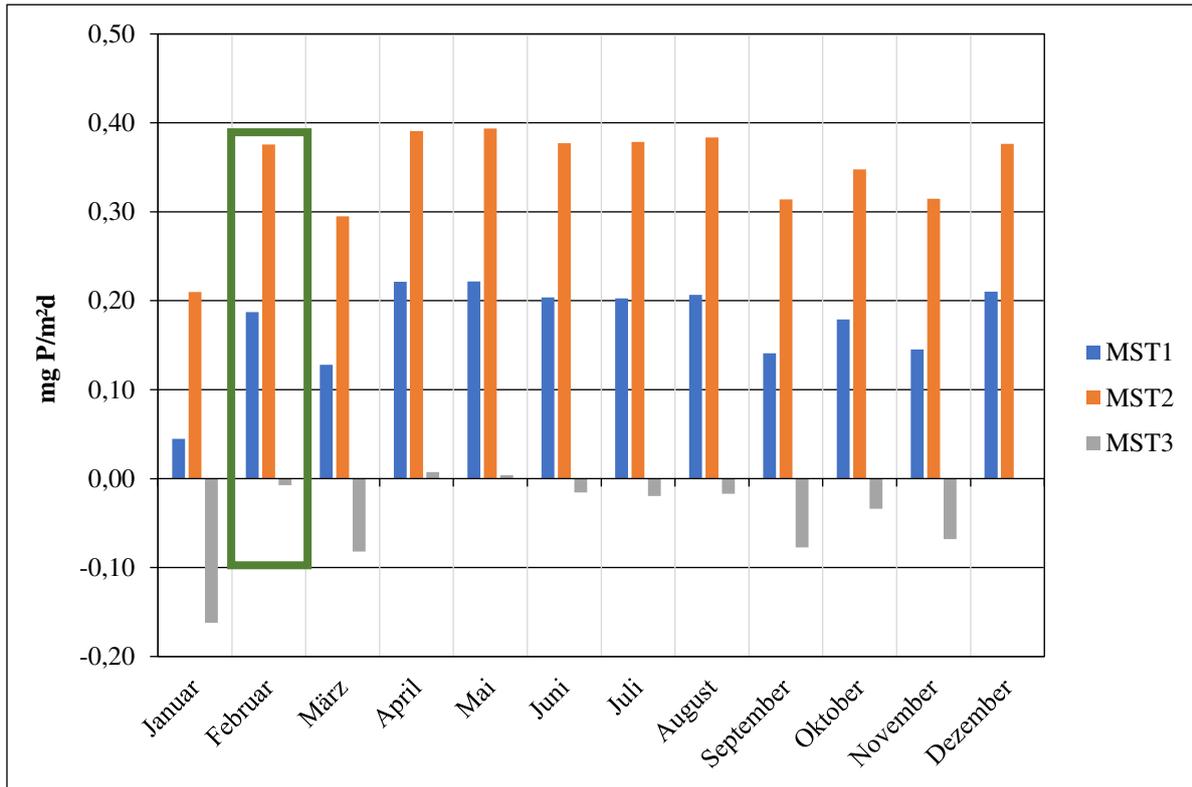


Abb.5.3-15: Hypothetische P-Rücklösungsrate bzw. P-Festlegung (in mg P/m²d) des Sediments im Reimershagener See an MST1, MST2 und MST3 im Jahr 2022 (grün umrahmt = tatsächlich gemessen)

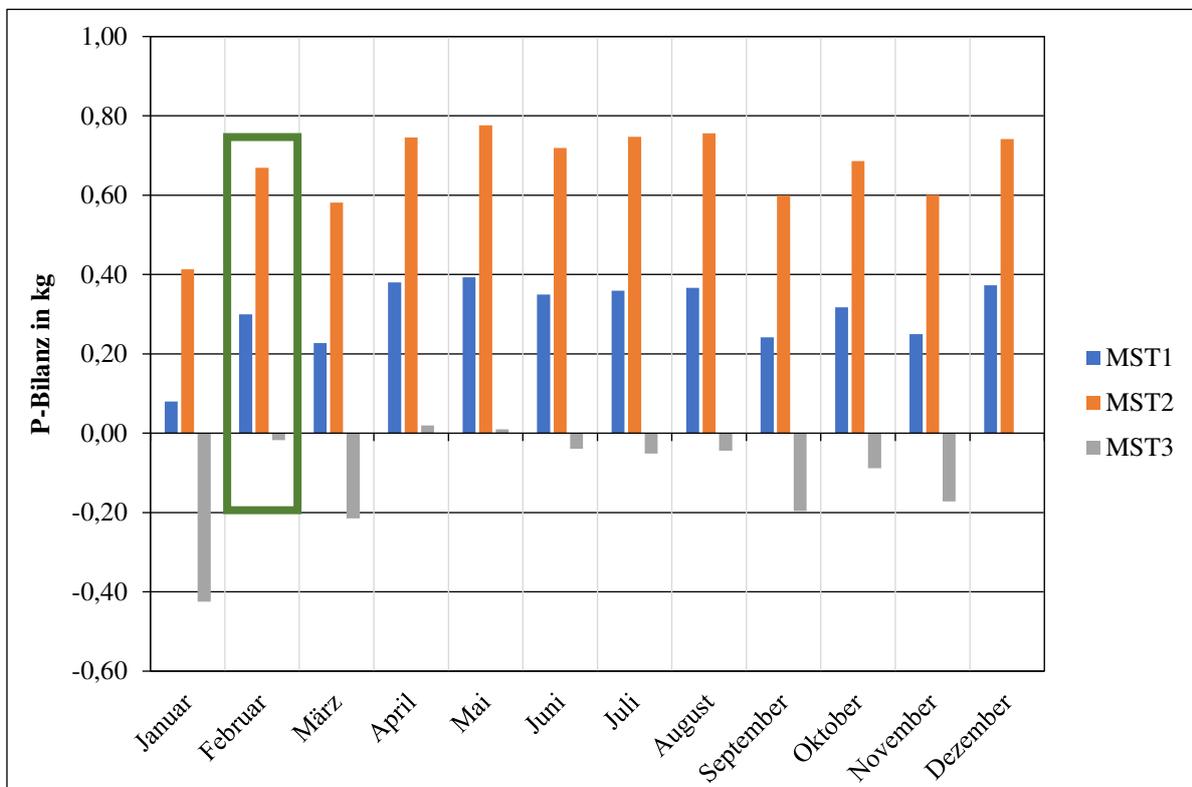


Abb.5.3-16: Hypothetische P-Eintragsbilanz aus der P-Rücklösung im Reimershagener See 2022 (grün umrahmt = ermittelt aus tatsächlichen Messwerten)

Um das Phosphorbindungspotenzial des Sediments bei einer möglichen Fällung mit Eisen(III)-Chlorid-Lösung zu untersuchen, wurden weitere Analysen der Sedimente an der tiefsten Stelle (MST1) aus den 3 Horizonten 0-4 cm, 4-8 cm und 8-12 cm und der Sedimente aus der Analytik der P-Rücklösung (MST1, MST2 und MST3) durchgeführt. In Absprache mit Herrn Dr. Hupfer (Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)) wurden die Voraussetzungen für eine Vivianitbildung (Eisen(II)-Phosphat) bei der Fällung mit Eisen(III)-Chlorid erörtert. Um dieses Potenzial abschätzen zu können, ist insbesondere die Sulfatkonzentration des Seewassers und der Sedimente von Interesse, da sich Eisen bei hohen Sulfatkonzentrationen und Sauerstoffmangel nicht ausreichend bzw. dauerhaft an Phosphor bindet und somit kein Vivianit entstehen kann (HEINRICH et al. 2022). Aus dem Porenwasser der Sedimente der Messstellen zur P-Rücklösung (MST1-MST3) wurden Sulfat, Eisen, Ammonium und Mangan ermittelt. Aus den Sedimenten der 3 Horizonte an der tiefsten Stelle (MST1) zusätzlich Aluminium, Eisen, TOC, Gesamtphosphor und Schwefel. Abb.5.3-17 zeigt die Ergebnisse der Porenwasseranalyse. Tab.5.3-10 gibt einen Überblick über die Analyseergebnisse aus den 3 Horizonten im Feststoff.

Die Analytik des Porenwassers zeigt einen recht hohen Sulfatgehalt, der sich auf Niveau des Seewassers (49 mg/l) befindet. Die Ammonium- und Mangangehalte zeigen sauerstoffarme Verhältnisse an, bei denen es wahrscheinlich ist, dass das Eisen sulfidisch gebunden ist (kein Eisen im Porenwasser nachweisbar). Auch im Feststoff zeigt sich, dass der Schwefelgehalt den Eisengehalt deutlich übersteigt, das Eisen somit sulfidisch gebunden sein sollte.

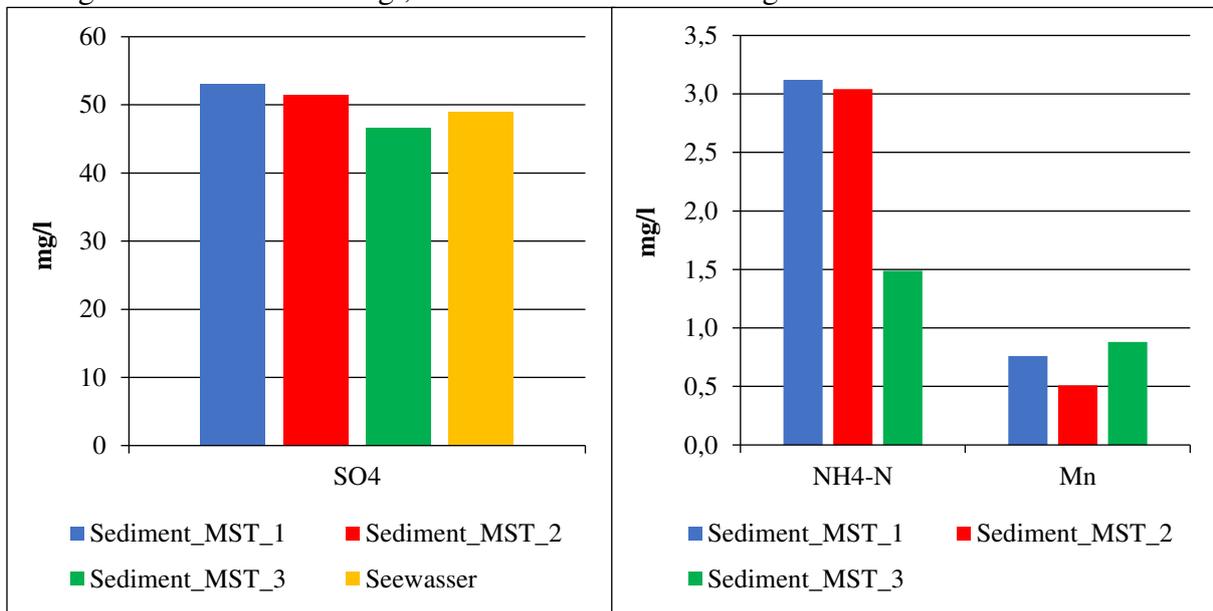


Abb.5.3-17: Ergebnisse der Porenwasseranalytik an den Messstellen MST1-MST3 (links: Vergleich der Sulfatkonzentrationen; rechts: Ammonium und Mangan; Eisen im Porenwasser unter der Nachweisgrenze)

Tab.5.3-10: Ergebnisse der Analytik auf ausgewählte Parameter der Horizonte 0-4 cm, 4-8 cm und 8-12 cm an der tiefsten Stelle (Sed1/MST1) im Reimershagener See

Probe	TOC %	TP (mg/kg TM)	Mn (mg/kg TM)	Fe (mg/kg TM)	Al (mg/kg TM)	S (mg/kg TM)
Sed1 (0-4 cm)	25	2.100	1.100	10.000	5.200	19.000
Sed1 (4-8 cm)	26	2.000	770	10.000	5.200	19.000
Sed1 (8-12 cm)	27	1.800	660	9.700	5.200	17.000

Auf Grund des hohen Sulfatgehalts (Porenwasser und Seewasser) und des Schwefelgehalts im Sediment ist es wahrscheinlich, dass sich bei einer Fällung mit Eisen(III)-Chlorid ein überwiegender Anteil des Eisens sulfidisch binden würde und es zu keiner Phosphorfestlegung kommt. Es müsste eine unverhältnismäßig hohe Menge an Eisen(III)-Chlorid zum Einsatz kommen, um zunächst die Sulfatkonzentration bzw. den Schwefelanteil im Sediment zu sättigen, so dass es überhaupt zu einer Phosphorfällung und Festlegung kommen kann. Zudem wirkt sich der unter anaeroben Bedingungen stattfindende Prozess der Sulfatreduktion im Sediment mittelbar auf das zugegebene Eisen aus und es kommt zur Eisensulfat-Bildung. Dies führt mittelfristig dazu, dass an Eisen gebundener Phosphor wieder freigesetzt werden würde.

5.3.2.4 SEDIMENTATIONSRATE IM REIMERSHAGENER SEE

Wie schnell sich die Sedimentation im Reimershagener See vollzieht, sollte anhand von 4 Sediment-Sammelgefäßen nachvollzogen werden. Teilweise sind in den auswertbaren Ergebnissen Lücken enthalten (Abb.5.3-18), da die Stäbe mit den Gefäßen in Einzelfällen zwischen 2 Beprobungen verloren gingen. Der hohe Sedimentzuwachs an S3 ist eher unrealistisch, da vermutlich Seesediment vom Grund in den Sammler eingetragen wurde (z.B. bei starkem Wind und/oder Strömung oder einem generell zu geringem Abstand des Sammlers vom Seegrund).

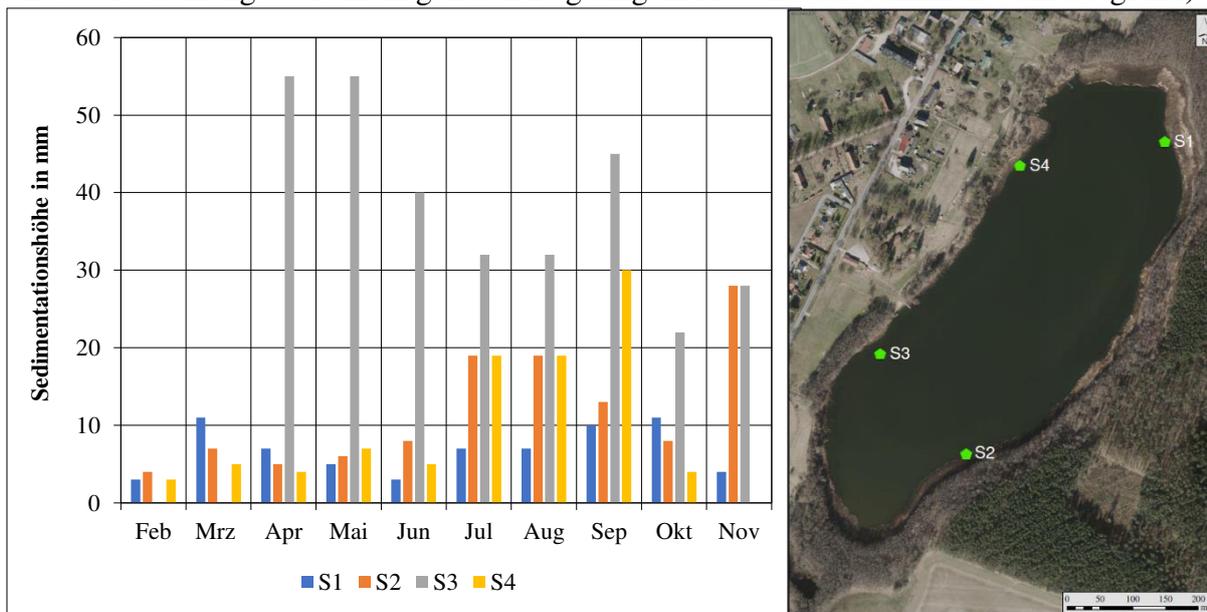


Abb.5.3-18: Sedimenthöhen in den Sediment-Sammelgefäßen (Frischsediment) im Reimershagener See 2022; rechts: Lage der Sammelgefäße

Mittelt man die Werte der Sammler S1, S2 und S4, so ergibt sich eine Sedimentationshöhe von 9,9 mm/Monat. Der tatsächliche jährliche Sedimentzuwachs liegt erfahrungsgemäß bei etwa $\frac{1}{3}$ der gemessenen Fischsedimentsedimentationsrate, was einem durchaus sehr hohen Zuwachs von 3,3 mm/Monat bzw. 3,96 cm/Jahr entspräche. Damit verbunden ist eine starke Verlandung des Sees.

5.4 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG DES ISTZUSTANDS DES REIMERSHAGENER SEES 2022

Die Einschätzung der Trophiesituation, die im Wesentlichen auf der Bewertung der Gesamt-Phosphatwerte, der Chlorophyll a-Konzentrationen und der beobachteten Sichttiefen beruht, ergab für den Reimershagener See im Jahr 2022 einen hoch eutrophen Zustand (e2). Die Einstufung liegt damit eine Stufe über dem für die morphologischen Gegebenheiten des Sees und dem an den Seetyp 11 angelehnten entsprechenden Referenzzustand (eutroph e1). Bezogen auf die Phosphorkonzentration liegt der See mit einem Gesamtphosphorgehalt (TP) von etwa 48 µg/l im (trophierelevanten) Saisonmittel in einem eutrophen Zustand (OGewV 2016) und damit im „gut/mäßig“-Bereich. Bezogen auf die Sichttiefe wird der Grenzwert „gut/mäßig“ von 1,30 m mit durchschnittlich gemessenen 0,74 m (im trophierelevanten Saisonmittel) nicht erreicht. Insgesamt ist der Reimershagener See somit noch eine Klasse von seinem trophischen Zielzustand entfernt.

Das Phytoplankton erwies sich 2022 mit > 100 Taxa als sehr artenreich. Trotz der Tatsache, dass der Reimershagener See keiner WRRL-Bewertung unterliegt, ist eine Bewertung mit dem EU-WRRL-konformen Bewertungstool PhytoSee durchgeführt worden. Die Bewertung weist mit einem PSI von 2,75 einen „mäßigen“ und damit „nicht guten“ ökologischen Zustand (Klasse 3) aus. Angelehnt an die ökologischen Vorgabekriterien des Seetypen-Systems für Flachseen (Typ 11) lagen die mittleren saisonalen Biovolumina der einzelnen Algenklassen, im Falle der Diatomeen etwas und im Falle der Chlorophyceae deutlich, über dem für diesen Seetyp im Referenzzustand typischen Wert für die jeweilige Algenklasse. Das mittlere saisonale Gesamtbiovolumen lag mit > 5 mm³/l ebenfalls über Referenzniveau (Referenzwert < 3,5 mm³/l). Die Chlorophyceae waren mit 26 % Anteil an der mittleren saisonalen Gesamtbiomasse stark vertreten und weisen auf eine Überversorgung des Sees mit Nährstoffen hin. Auch die Blaualgen weisen noch eine hohe Abundanz auf, was sich jedoch im Bewertungssystem nicht direkt widerspiegelt. Gutachterlich kann das Phytoplankton des Flachsees in jedem Fall als im „nicht guten“ Zustand eingeschätzt werden.

Die Wasserpflanzen im engeren Sinne (submerse Makrophyten) sind mit 2 vorkommenden Arten – dem Mittleren Nixkraut (*Najas marina spp. intermedia*) und der Characeenart *Chara papillosa/intermedia* – vertreten. Eine Berechnung mit dem WRRL-relevanten System PHYLIB ist aufgrund der geringen Seegröße und der gewählten Kartiermethode nicht möglich, der Zustand ist auf Grund der zwar starken, aber sehr artenarmen Besiedlung als „unbefriedigend“ einzuschätzen.

Bei der Beprobung des Makrozoobenthos wurden 20 Taxa identifiziert. Stark ausgeprägt ist das Vorkommen von Tubificiden, die für gewöhnlich auf einen hohen organischen Anteil des Sediments hinweisen. Anspruchsvollere Gruppen waren nur mit weniger Arten in den Proben vertreten. Das Makrozoobenthos des Sees zeigt insgesamt einen nur „mäßigen“ Zustand an. Bei einem stärkeren Aufkommen von submersen Makrophyten würde sich auch die Anzahl der Makrozoobenthosarten deutlich erhöhen.

Das Sediment des Reimershagener Sees ist sehr feinkörnig/breig und aufgrund des größeren organischen Anteils (ca. 40 %) als Detritusmudde einzustufen. Eine Rücklösung von Phosphaten aus dem Sediment tritt auf und liegt auf einem niedrigen-mittleren Niveau. Die Sedimentationsrate und damit die Verlandung ist hoch.

Insgesamt lässt sich der Reimershagener See im Jahr 2022 als ein hoch eutrophes (e2) Gewässer charakterisieren, das sich derzeit nicht in seinem Referenzzustand befindet. Vor allem die Entwicklung der ökologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton, Makrozoobenthos und submerse Makrophyten zeigen noch deutliche Defizite.

5.5 NÄHRSTOFFBILANZIERUNG FÜR DEN UNTERSUCHUNGSZEITRAUM

Als Grundvoraussetzung für eine Erklärung des trophischen Zustands eines Standgewässers und gegebenenfalls die Ableitung von Maßnahmen müssen die trophierelevanten Nährstoffe zumindest überschlägig bilanziert werden. Eine Zustandsverbesserung von mit Nährstoffen überbelasteten Seen ist nur über eine Reduzierung der im System verfügbaren Nährstoffe zu erreichen. Trotz verstärkter Forschungsaktivitäten zur steuernden Rolle von Stickstoff auf das Algenwachstum in Standgewässerökosystemen (Projekt NITROLIMIT) ist vor allem bei relativ nährstoffreichen Gewässern seit den grundlegenden Arbeiten von VOLLENWEIDER (1979) und FORSBERG (1979) nach wie vor die geltende Lehrmeinung und auch durch diverse praktische Beispiele belegt, dass es vor allem der Phosphor ist, über den eine Einflussnahme möglich ist. Stickstoff kann durch Cyanophyceae im Zweifelsfall aus der Luft aufgenommen werden. Zwar sind Stickstoff-Verbindungen im Gewässer für den Eutrophierungsprozess ebenfalls von großer Bedeutung, ihre Rolle ist vielfältig und indirekt (z.B. bei Fragen der Rücklösung aus den Sedimenten) auch wiederum mit dem P-Kreislauf des Gewässers gekoppelt; eine Steuerung der Produktivität eines Gewässers im Sinne einer Minimierung ist in der Regel über den Entzug oder die Reduzierung der Einträge dieses Nährstoffs aber nicht möglich.

Zur Ableitung von Maßnahmen für eine Verbesserung des ökologischen Zustands von Seen ist deshalb wichtig, die jeweiligen Anteile der P-Eintragspfade zu kennen, um gegebenenfalls an den entscheidenden Stellen eingreifen zu können (Abb.5.5-1). Dennoch wird hier auch für den Stickstoff eine Bilanzierung erstellt, um zur Ableitung von Maßnahmen für eine Verbesserung des ökologischen Zustands des Sees alle potenziellen Nährstoff-Eintragspfade zu betrachten.

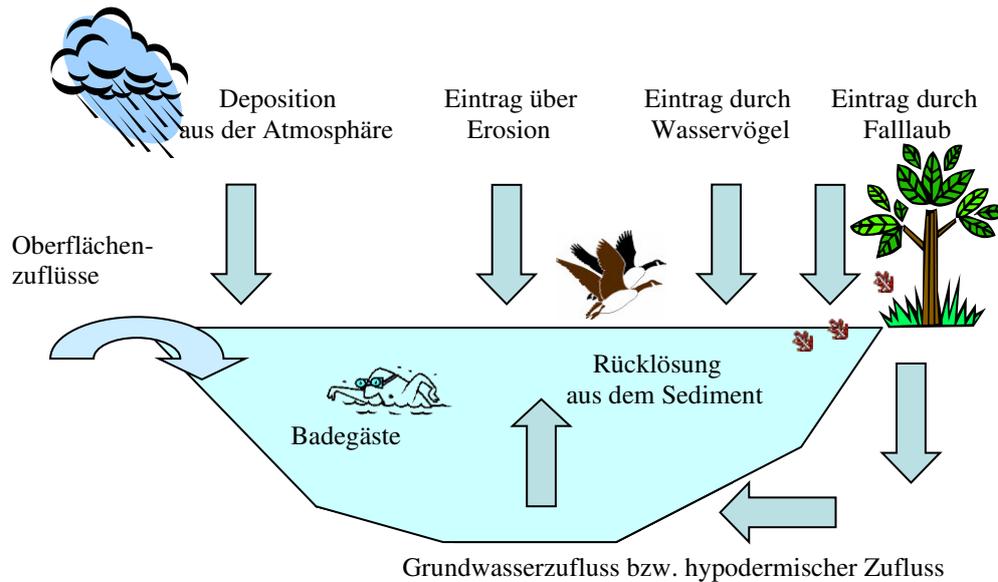


Abb.5.5-1: Prinzipielle P-Eintragspfade in ein Standgewässer

Die errechnete Bilanz der P-Rücklösung aus dem Sediment für den Reimershagener See wurde, wie in Kap.5.3.2.3 beschrieben, über 2 Verfahren 1) in-situ (einmalige Beprobung) und 2) Laborversuch ermittelt. Die ermittelten P-Rücklöseraten des Sediments lagen je nach Ermittlungsmethode in einem Bereich $\pm 0,01$ mg/l o-PO₄-P je Messstelle und somit recht ähnlich. Die maximale P-Rücklöserate war mit 0,37 mg P/m²d niedrig. Eine hypothetische Berechnung des P-Rücklösepotenzials für das Gesamtjahr ergab einen P-Eintrag von etwa **10,4 kg**. Die Kalkulationen des P-Pools des Sees (mobilisierbare P-Fractionen der oberen 12 cm) lässt einen maximal möglichen potenziellen P-Eintrag von etwa 60,5 kg annehmen. Für den N-Eintrag von Stickstoff aus dem Sediment kann hier keine Berechnung erfolgen, da dieser nicht direkt ermittelt wurde.

Der P-Eintrag durch Laubfall ist durch Vermessung der bewaldeten Uferabschnitte im Satellitenbild nach der Methode von LEWANDOWSKI, SCHAUSER UND HUPFER (2002) durchgeführt worden, die von einem herbstlichen Laubfall von 200 g TM/m² bei einer Streubreite von 5 m und einem durchschnittlichen P-Gehalt der Blätter von 2,4 g P/kg TM ausgehen. Der Reimershagener See ist fast auf der gesamten Uferlänge (ca. 1.800 m) mit einem mehr oder weniger dichten Baumbestand umgeben. Es ergibt sich somit ein P-Eintrag durch Laubfall von etwa **4,3 kg**. Beim N-Eintrag durch Laubfall kann man von etwa 24 g N/kg TM ausgehen (P:N-Verhältnis etwa 1:13; GÜSEWELL et al. 2004). Danach läge der Stickstoffeintrag bei ca. **43,2 kg**.

Der P-Eintrag über den oberflächlichen Zulauf (Bresenitz/WAMI-1900) am Reimershagener See betrug im Untersuchungszeitraum etwa **7,3 kg**. Der N-Eintrag belief sich auf insgesamt etwa **108,9 kg**.

Der unterirdische P-Eintrag über das hypodermische Schichtenwasser wurde über 4 Pegelrohre am Ufer erfasst. Der mit der Wasserbilanz errechnete P-Eintrag über das hypodermische

Schichtenwasser belief sich auf **9,9 kg**. Für den N-Eintrag lassen sich **204,4 kg** ansetzen. Ein potenzieller Grundwasserzuströmung spielte auf Grund des über das Jahr 2022 festgestellten sinkenden Seespiegels für die P-Bilanz keine Rolle (vgl. Anlage 4 *Wasserbilanz*).

Der See wird im Sommer vor allem an der öffentlichen Badestelle intensiv von Badegästen aufgesucht. Es wird von durchschnittlich etwa 50 Besuchern bzw. Badeereignissen pro Tag in den Sommermonaten (3 ½ Monate) ausgegangen. Der P-Eintrag durch Badeereignisse wird für die Sommersaison mit **0,47 kg** angenommen. Für den N-Eintrag werden 1,6 g N/d bzw. Badeereignis als Grundlage angesetzt (LUBW 2014). Dies ergibt einen Stickstoffeintrag von **8,4 kg**.

Als atmosphärischer Eintrag errechnen sich aus der Gewässeroberfläche und einem Richtwert von 0,3 kg P/ha*a (LAWA 1998) **6,7 kg**. Dabei ist auch eine windbedingte Hintergrunderosion miteingeschlossen. Der atmosphärische Stickstoffeintrag aus landwirtschaftlich genutzten Flächen kann mit im Mittel 20-40 kg N/ha*a angesetzt werden (BUNDESAMT FÜR UMWELT 2022). Da der Reimershagener See durch seine bestandenen Ufer gut vor Winderosion geschützt ist, wird jedoch nur ein durchschnittlicher Eintrag von 5 kg angenommen. Es ergeben sich für den Untersuchungszeitraum damit etwa **112,2 kg** N-Eintrag.

Der P- und N-Eintrag durch Wasservögel lässt sich am Reimershagener See vernachlässigen. Es sind keine größeren Ansammlungen von rastenden Gänsen oder Enten angetroffen worden.

Eine bedeutende Rolle hinsichtlich des Nährstoffeintrags in einen See spielt, bedingt durch die Bodenqualität und die Topographie im Einzugsgebiet, die Erosion. In der neusten Version (pre-print) des DWA-Merkblatts 606 (2022) wird für verschiedene Bodenarten ein P-Austragswert in kg/ha*a angeführt. Am Reimershagener See ist für die ackerbaulich bewirtschafteten Flächen im Einzugsgebiet die Bodenart „sandig tonige Mineralböden“ zutreffend.

Nach TETZLAFF et al. (2015, in DWA-Merkblatt 606/2022) ist dabei mit etwa 0,1-0,3 kg P/ha*a Austrag durch die Hintergrunderosion zu rechnen. Bei intensiverer Nutzung kann zudem ein Nutzungsfaktor von 3,6 für diese Bodenart angesetzt werden. Für die Ackerflächen im seenahen Umfeld des Reimershagener Sees lässt sich daraus ein maximaler Austragswert durch Erosion von etwa 1,08 kg P/ha*a ansetzen. Für Grünland wird ein Austragswert von 0,36 kg P/ha*a angenommen.

Als für den direkten Eintrag von Phosphor durch Erosion in den Reimershagener See relevante Flächen sind alle Flächen zugrunde gelegt worden, die in seenaher, teils hängiger Lage im Einzugsgebiet des Sees landwirtschaftlich genutzt werden (Abb.5.5-2). Die hohe Erosionsgefahr bei Starkregen wurde gesondert berücksichtigt; für das Jahr 2022 konnten 2 Ereignisse ermittelt werden (DWD 2023). Da um den See ein Gehölzgürtel existiert, wird eine Minderung der Einträge über die Hintergrunderosion angenommen, die hier mit 25 % veranschlagt wird.



Abb.5.5-2: Erosionsgefährdete, landwirtschaftlich genutzte Flächen am Reimershagener See

Für die Ackerflächen wird von einem mittleren Austragswert von 1,08 kg P/ha*a und für das Grünland von 0,36 kg P/ha*a auf der erosionsrelevanten Gesamtfläche ausgegangen. Als Eintragsminderung wird der Gehölzgürtel (-25 %) berücksichtigt. Der erosionsbedingte P-Eintrag über die Hintergrunderosion errechnet sich daher wie folgt:

Seenaher Ackerflächen:

25,66 ha * 1,08 kg P/ha*a - 25 % (Gehölzsaum)

= 20,8 kg P/a

Seenaher Grünlandflächen:

2,56 ha * 0,36 kg P/ha*a - 25 % (Gehölzsaum)

= 0,7 kg P/a

Auf gleicher Grundlage dieser Berechnungsmethode ist der potenzielle N-Eintrag durch die wasserbedingte Erosion errechnet worden. Die Hintergrunderosion wurde mit 13,75 kg N/ha*a (Ackerland) und 6 kg N/ha*a (Grünland) angesetzt (VENOHR et al. 2009).

Seenaher Ackerflächen:

25,66 ha * 13,75 kg N/ha*a - 25 % (Gehölzsaum)

= 264,6 kg N/a

Seenähe Grünlandflächen:

$2,56 \text{ ha} * 6 \text{ kg N/ha*a} - 25 \% \text{ (Gehölzsaum)}$

= 11,5 kg N/a

Dies ergibt einen potenziellen Eintrag über die Hintergrunderosion von 21,5 kg P und 276,1 kg N. Von den errechneten Werten werden noch 50 % der über den Zulauf und den hypodermischen Zufluss ermittelten Nährstoffeinträge abgezogen, da diese in Teilen den gleichen Eintragspfad beschreiben. Es ergeben sich danach potenzielle Nährstoffeinträge durch die Hintergrunderosion von **12,9 kg P** und **119,5 kg N**.

Starkregenereignisse werden mit Abschwemmung von bis zu 0,8 mg P/l auf Ackerböden und 0,2 mg P/l auf Grünland angesetzt (BEHREND et al. 1999). Starkregenereignisse gelangen in der Regel überwiegend oberflächlich und über den gesamten Uferbereich in ein Gewässer. 2 Ereignisse können über die Daten des DWD (2023) belegt werden und belaufen sich auf 48,8 l/m²*d und 31,5 l/m²*d. Das gesondert zu berücksichtigende P-Eintragspotenzial über Starkregenereignisse im Jahr 2022 ergibt danach folgenden maximalen P-Eintrag.

Für die Abschwemmung aus Ackerflächen:

$25,66 \text{ ha} * 803.000 \text{ l/ha} * 0,8 \text{ mg/l P}$

= 16,5 kg P

Für die Abschwemmung aus Grünland:

$2,56 \text{ ha} * 803.000 \text{ l/ha} * 0,2 \text{ mg/l P}$

= 0,4 kg P

Der N-Eintrag durch die beiden Starkregenereignisse berechnet sich wie für den P-Eintrag, jedoch mit einem Ansatz von 20 mg/l N (für Ackerland) bzw. 4 mg/l N (für Grünland). (labortechnisch ermittelt; äquivalent Regenmenge)

Für die Abschwemmung aus Ackerflächen:

$25,66 \text{ ha} * 803.000 \text{ l/ha} * 20 \text{ mg/l N}$

= 412,1 kg N

Für die Abschwemmung aus Grünland:

$2,56 \text{ ha} * 803.000 \text{ l/ha} * 4 \text{ mg/l N}$

= 8,2 kg N

Die Jahreseintragsbilanz durch Erosion (inkl. Starkregenpotenzial) in den Reimershagener See lässt sich daher insgesamt mit etwa **29,8 kg P** und etwa **539,8 kg N** beziffern.

Die Gesamt-TP- und TN-Eintragsbilanz für den Reimershagener See im Jahr 2022 ist in Tab.5.5-1 und Abb.5.5-3 dargestellt.

Tab.5.5-1: P- und N-Einträge in den Reimershagener See, kalkuliert aus Messdaten des Jahres 2022

Eintragspfad	TP-Eintrag in kg/a	%	TN-Eintrag in kg/a	%
Erosion (inkl. Starkregen)	29,8	43,2	558,3	53,1
Freisetzung Sediment	10,4	15,1	-	-
hypodermischer Zufluss	9,9	14,4	204,4	20,1
oberirdischer Zufluss	7,3	10,6	108,9	10,7
atmosphärischer Eintrag	6,7	9,8	112,2	11,0
Laubfall	4,3	6,3	43,2	4,2
Badegäste	0,5	0,7	8,4	0,4
Summe	68,5	100,0	1.016,9	100,0

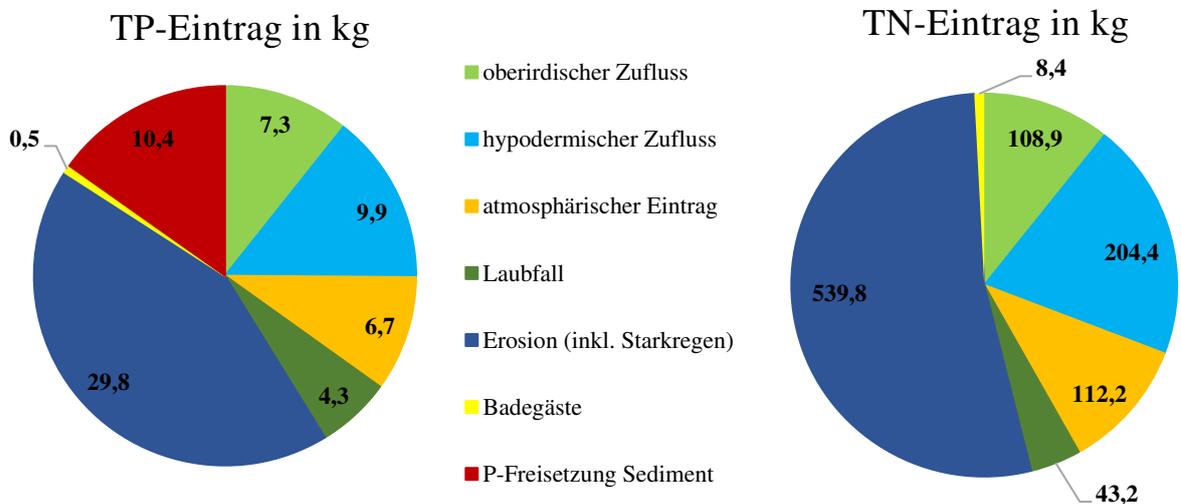


Abb.5.5-3: Verteilung der P-Einträge (links, TP in kg) und N-Einträge (rechts, TN in kg) in den Reimershagener See im Jahr 2022

Aus der Bilanzierung geht die Erosion als für beide Hauptnährstoffe entscheidender Eintragspfad (P = 43,2 %, N = 53,1 %) hervor. In der P-Bilanz ist die zweitgrößte Eintragsquelle (15,1 %) die interne P-Freisetzung aus dem Sediment, gefolgt vom hypodermischen Zufluss (14,4 %).

6 ABLEITUNG VON MÖGLICHEN RESTAURIERUNGS-/SANIERUNGSMABNAHMEN

Der Reimershagener See erwies sich 2022 als ein See mit sehr geringer Wasseraustauschrate. Insofern bietet es sich an, die bestehende Differenz zwischen dem angestrebten schwach eutrophen Zustand mit einem mittleren Saisonmittel von < 35 µg/l TP und dem derzeit vorgefundenen Niveau von 48 µg/l TP mit einer internen Phosphorfällung abzubauen. Eine leichte Überdosierung des Fällmittels bewirkt zudem eine Reduktion der P-Rücklösung aus dem Sediment, so dass auf diese Weise sehr schnell und voraussichtlich zumindest für die Dauer von 3-5 Jahren

eine Absenkung der Phosphatkonzentration und nachgeordnet auch eine Erhöhung der Sichttiefe und Verbesserung der Makrophytenbesiedlung zu erreichen wäre. Im Vorversuch, in dem 3 potenziell in Frage kommende Fällmittel (ein eisenbasiertes und 2 aluminiumbasierte Produkte) in jeweils 3 Anwendungsmengen getestet wurden (Anlage 10), erwies sich eine flüssige Polyaluminiumsulfatlösung als effektivstes Fällmittel. Eisen in Form von Eisen(III)-Chlorid kommt nicht in Frage, da Eisen zum großen Teil sulfidisch im Sediment festgelegt wird (anaerobe Verhältnisse) und eine angestrebte Vivianitbildung somit sehr unwahrscheinlich wäre. Polyaluminiumchlorid käme durchaus infrage, wäre aber weniger wirksam und ist zudem gegenwärtig aufgrund der stark gestiegenen Preise für dieses Fällmittel auch unverhältnismäßig teuer (ca. 400 €/t, 9 %-ige Lösung).

Im Vorversuch wurden unter „Novemberbedingungen“ (Einzelversuche 01.-11.11.2022, Außenterrasse bioplan, Temperatur 5-10°C) die in der Vergleichsgrafik in Abb.6-1 erzielten Ergebnisse erreicht.

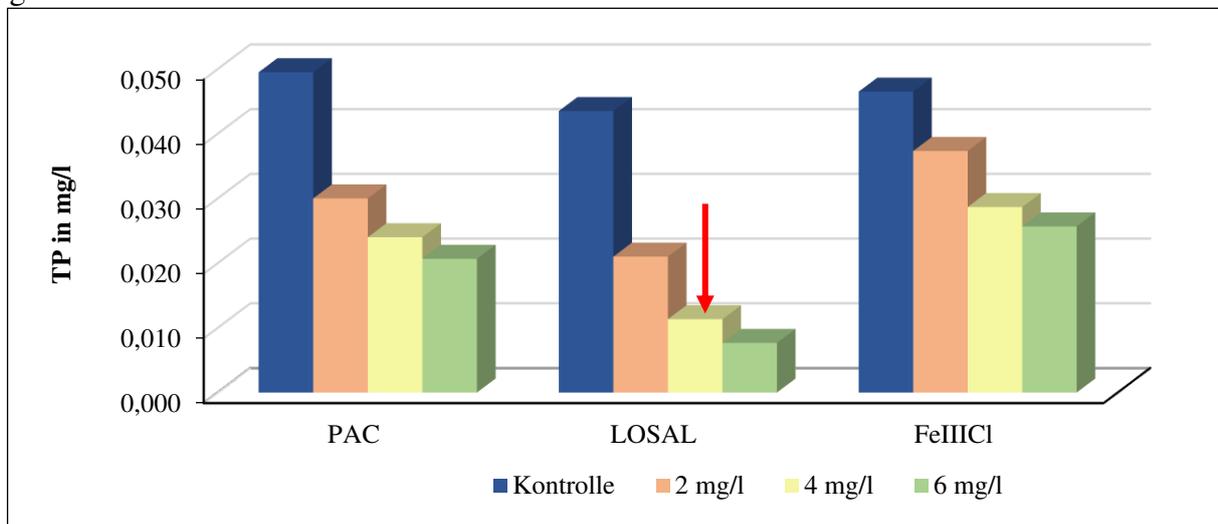


Abb.6-1: Ergebnis Fällversuch im Herbst 2022 – die mit dem Pfeil gekennzeichnete Säule zeigt die für die Anwendung im See ausgewählte Zugabemenge des Fällmittels LOSAL. Es handelt sich hierbei um ein flüssiges Aluminiumsulfat, das im Vorversuch mit einer Zielkonzentration von 4 mg/l Al³⁺ angewandt wurde

Durch Applikation von Aluminiumsulfat ließe sich mit der Einstellung einer Zielkonzentration von 4 mg/l Al³⁺ im zu behandelnden Seevolumen die TP-Ausgangskonzentration von 51 µg/l TP (im Fällversuch) auf 11 µg/l TP senken. Eine Absenkung des pH-Werts unter 7 wäre nicht zu befürchten und die sehr gute Wirkung ließe auch die Möglichkeit offen, nur über Wassertiefen > 1,5 m zu fällen, um die im Flachwasser stärker vertretene benthale Fauna nicht zu beeinträchtigen. Das Seevolumen, über dem das Fällmittel ausgebracht wird, reduziert sich damit auf ca. 270.700 m³.

Bei Verwendung einer kommerziell verfügbaren 4,2 %-igen Aluminiumsulfatlösung ist zum Einstellen einer Zielkonzentration von 4 mg/l Al³⁺ in der Wassersäule eine Zugabemenge von 25,78 t Aluminiumsulfat-Lösung erforderlich. Bei einer Dichte von 1,3 g/cm³ entspricht dies einem Fällmittelvolumen von ca. 19,5 m³.

Das Fällmittel wird per Tanklastzug angeliefert. Die Zufahrt kann über den betonbefestigten Parkplatz am Westufer (Abb.6-2) erfolgen. Die letzten ca. 40 m bis zum Zwischenlager am Seeufer müssen mit einer Schlauchleitung überbrückt werden. Für die direkte Zufahrt bis an den See ist das Gefälle im letzten Abschnitt zwischen Parkplatz und Seeufer zu stark. Im Zwischenlager befinden sich zum Zeitpunkt der Anlieferung bereits 20 jeweils 1 m³ fassende IBC. Der Stellplatz ist mit einem Bauzaun zu sichern und der Boden mit einer durchgehenden Kunststoffplane vor Tropfverlusten beim Umfüllen zu schützen.



Abb.6-2: Zufahrtsmöglichkeit für den Antransport von Fällmittel zum Reimershagener See

Von dort aus wird das Fällmittel sukzessive mit einer elektrisch betriebenen Chemikalien-Fasspumpe auf ein Fällboot gepumpt und dann über einen Sprühbalken gleichmäßig oberflächlich auf den Seerealen mit einer Gewässertiefe > 1,5 m verteilt. Das Einbringen erfolgt unter Zumischung von Wasser und über eine Pumpe, so dass die Sprühmenge unabhängig vom statischen Druck im Vorratsbehälter ist. Das Boot fährt dabei vorher per GPS festgelegte und im Anschluss auch zu dokumentierende Kurse ab. Um die vorgegebene Mindesttiefe von > 1,5 m nicht zu unterschreiten, muss zudem ein Echolot an Bord sein. Die Kapazität von Fällbooten liegt in der Regel bei 1-2 t Fällmittel pro Ausfahrt, so dass pro Tag mehrere Neubeladungen erforderlich sind. Erfahrungsgemäß wird von Fachfirmen für das Ausbringen von ca. 25 t Fällmittel ein Zeitraum von maximal 3 Tagen in Anspruch genommen.

Mit der Phosphatfällung wird der Reimershagener See sehr kurzfristig seinen potenziell möglichen Referenzzustand (eutroph e1) erreichen. Diese kommt zudem der Wasserqualität der WRRL-berichtspflichtigen Bresenitz (WAMI 1900) zugute, da der Reimershagener See Teil des Wasserkörpers ist und von dieser kurz nach der Quelle (Karinmoor) durchflossen wird. Um langfristig auch einen ökologisch guten Zustand zu verwirklichen, ist eine gewisse Nachhaltigkeit der P-Absenkung erforderlich. Der einfachste Weg dorthin führt über die Abschaltung der klar erkennbaren punktuellen P-Eintragsquellen. Das ist in diesem Fall der regelmäßig im Frühjahr stattfindende Zufluss über die das Karinmoor entwässernde Bresenitz (WAMI-1900). Mit einer mittleren TP-Konzentration von 0,36 mg/l liegt die Konzentration deutlich zu hoch und bringt in den ersten Monaten des Jahres mit ca. 7 kg P auch eine nicht unerhebliche P-Last in den See ein. Die Ursachen liegen auf der Hand. Mit den im Frühjahr ansteigenden Wasserstand werden die über das Jahr durch Kleintier- und Pferdehaltung auf den Weideflächen angereicherten Nährstoffe mit dem in Richtung See ablaufenden Wasser ausgetragen (Abb.6-3). Nun ist Tierhaltung im ländlichen Raum durchaus normal und gehört in gewisser Weise auch zum Leben auf dem Land.



Abb.6-3: Blick in das Niederungsgebiet, das in die Bresenitz (WAMI-1900) und wenige 100 Meter unterhalb in den Reimershagener See entwässert

An dieser Stelle wäre allerdings abzuwägen, ob das Allgemeinwohl in Form der höheren Wasserqualität des Sees nicht über die Interessen Einzelner zu stellen wäre. Der Abbau der Kleinviehbestände oder auch ein Ausweichen mit der Beweidung auf andere, deutlich höher liegende Flächen könnte durchaus stufenweise, über mehrere Jahre verteilt, geschehen.

Dazu kommen von außen, über die unmittelbar bis zur Acker-Abbruchkante zum Karinmoor geführte Ackernutzung, Einträge von Dünger/Gülle und Pflanzenschutzmittel dazu. Es wird daher vorgeschlagen rings um die im Gelände deutlich sichtbare Grenze zur moorigen Vertiefung auf den angrenzenden Ackerflächen einen Erosionsschutzstreifen, in dem die Düngung und das Einbringen von Pflanzenschutzmitteln unterbleibt, einzurichten (siehe hierzu Förderprogramm des Ministeriums für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt

MV mit der Richtlinie zur Förderung von Erosionsschutzmaßnahmen – <https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/lm/Service/Foerderungen1/>). Abb.6-4 zeigt ein Foto von einer ähnlichen Situation am Pannekower See (Amt Gnoien). Die räumliche Ausgrenzung des Erosionsschutzstreifens an der Moorniederung in Reimershagen ist in Abb.6-5 dargestellt. Der Streifen kann durchaus auch als Blühstreifen/Bienenweide ausgebildet sein. Der Erosionsschutzstreifen hat eine Länge von ca. 700 m und nimmt bei einer Breite von 20 m eine Fläche von 1,4 ha in Anspruch.



Abb.6-4: Beispiel für einen Erosionsschutzstreifen an einem anderen See – Pannekower See (Amt Gnoien)



Abb.6-5: Geplanter Erosionsschutzstreifen von 20 m Breite entlang der Niederung

Als Übergang bis zum Wirksamwerden des Erosionsschutzstreifens auf den angrenzenden Ackerflächen und der Verringerung des Kleintierbestands wird auf den Einbau einer aus granuliertem Eisenhydroxid bestehenden Schüttung in der Bresenitz (WAMI-1900) unterhalb des Straßendurchlasses auf Höhe der kleinen Behelfsbrücke für Fußgänger orientiert. Der Einbau einer Filterbarriere aus granuliertem Eisen(III)-oxid mit einer Körnung von 2-4 mm in Form einer Schüttung gewährleistet bei starkem Abflussgeschehen, wie es gelegentlich nach der Schneeschmelze im Winter oder bei Starkregenereignissen der Fall sein kann, eine problemlose Überströmung. Im Normalfall wird das Granulat durchsickert und bindet dabei Phosphate in Form von Eisenphosphat. Im Sommer fällt das Granulat trocken. Abb.6-6 zeigt die Lage und die ungefähre Dimension der etwa 5 m langen, am oberen Rand (Böschung) etwa 1,3 m breiten und an der tiefsten Stelle 0,5 m hohen Schüttung/Filterbarriere in der Bresenitz (WAMI-1900). Das Volumen des Filters beträgt annäherungsweise 3 m³. Die Sohle ist im Bereich der Schüttung mit einer Folie ausgekleidet. Ablaufseitig wird zum Rückhalt des Granulats ein Drahtgitter mit einer Maschenweite von 2 mm eingebaut.

Die Wirksamkeit sollte zumindest anfangs durch ein Monitoringprogramm (Probenahme vor und in Fließrichtung nach dem Filter, Analyse Gesamtphosphor) überprüft werden. Die Speicherkapazität des Materials wird vom Hersteller mit etwa 10 g P/kg Filtermaterial angegeben. Bei einer Schüttdichte von ca. 650 g/l und einem Ausgangsvolumen von 3 m³ ergibt sich ein Gesamtgewicht von ca. 2.000 kg und damit eine maximale P-Speicherkapazität von etwa 20 kg. Da erfahrungsgemäß, auch bei langsamer Filterpassage, die TP-Konzentration kaum um mehr als 50 % reduziert wird, ist bei einer Jahresfracht von ca. 7 kg P mit einer mehrjährigen Wirksamkeit zu rechnen.

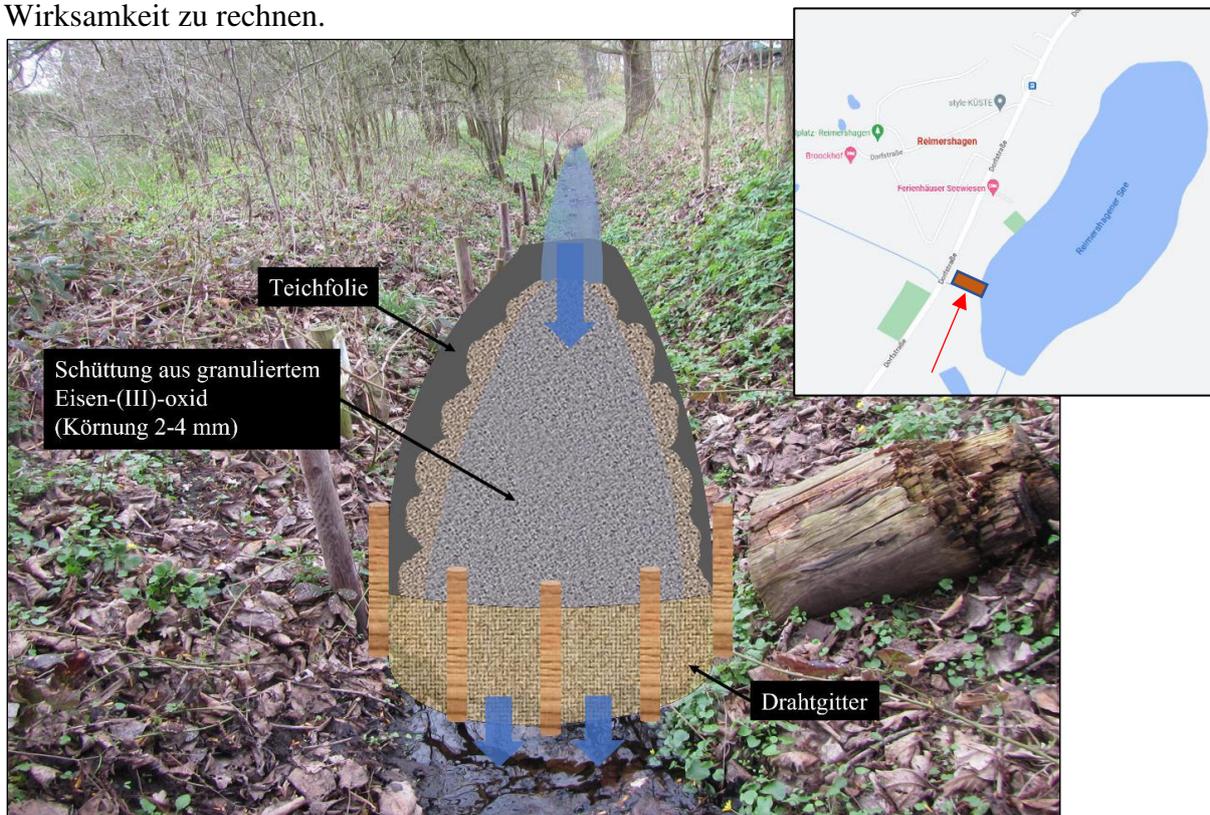


Abb.6-6: Installation eines Retentionsfilters (Schemazeichnung) an der zulaufenden Bresenitz (Z1) in Fließrichtung unterhalb der Straßenquerung

Im Ergebnis der Phosphoreintragsbilanz zeigte sich, dass die Hauptbelastung (ca. 43 % des Gesamteintrags) erosiven Einträgen aus dem oberirdischen Einzugsgebiet zuzuordnen ist. Insbesondere hängigen, seenahen Ackerflächen kommt hierbei eine entscheidende Bedeutung zu. Um dies zu ändern, wird vorgeschlagen, auf der sich nordwestlich des Sees befindlichen, zum See geneigten Ackerfläche von ca. 5,4 ha Größe ein Solarfeld aufzubauen (Abb.6-7). Durch Wegfall der Düngung und das Aufkommen einer den Boden ganzjährig bedeckenden Vegetation wird die Erosion stark vermindert. Weitergehend wird vorgeschlagen, die Paneele zu nutzen, um anfallendes Regenwasser zu sammeln (Regenrinnen am unteren Rand) und in einer Rohrleitung dem See zuzuführen (Abb.6-8).



Abb.6-7: Hängige, nordwestlich gelegene Ackerfläche, für die die Anlage eines Solarfelds zur Erosionsminderung mit Direkteinleitung von Regenwasser in den See vorgeschlagen wird.

Regenwasser ist nahezu nährstofffrei und gleichzeitig sauerstoffreich. Der nur äußerst geringe Nährstoffgehalt führt zu einer Verdünnung im See und zudem zu einer Stabilisierung des Wasserstands. Ausgehend von einer mittleren Niederschlagsmenge von 607 mm/a (Station Krakow am See), einer Überdeckung mit Paneelen von 70 % auf der insgesamt ca. 4 ha großen Stellfläche und Verdunstungsverlust auf den Paneelen von ca. 25 %, wäre mit einem jährlichen Regenwasseranfall von ca. 12.750 m³ zu rechnen. Bezogen auf die Seefläche von 22,43 ha könnte dies eine Seespiegelerhöhung um 5-6 cm bedeuten, wobei es sich hier um dynamische Prozesse handelt und die Regenwassermenge im Gesamtjahr stark variiert. Das in den Rinnen aufgefangene Regenwasser wird ohne Zwischenspeicher in einer 300er-PE-Sammelleitung auf kürzestem Weg am Nordufer in den See eingeleitet.

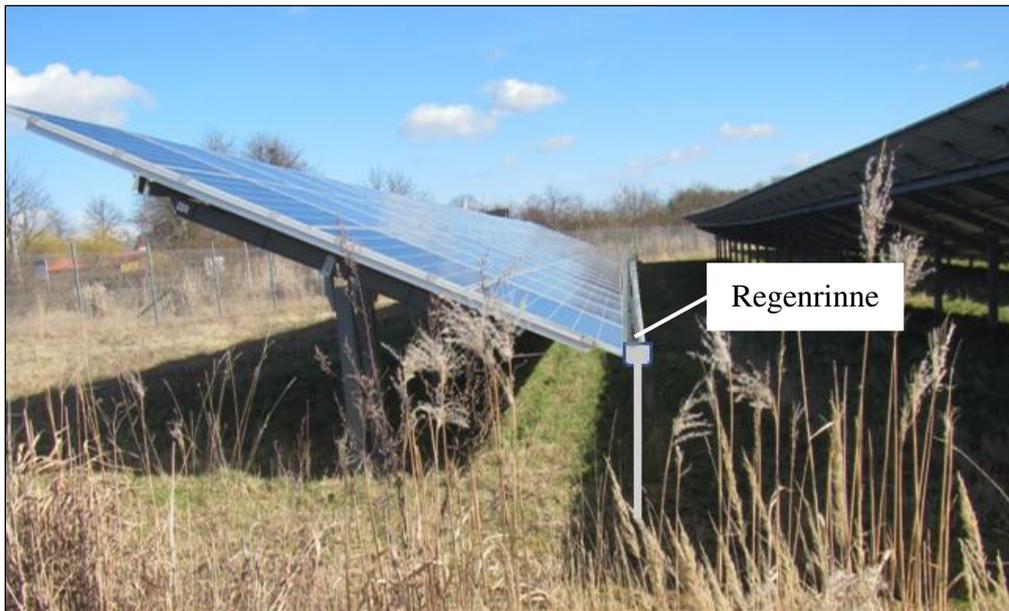


Abb.6-8: Anbringen einer Rinne am unteren Rand der Solarpaneele zum Auffangen des Regenwassers (Prinzipdarstellung)

Tab.6-1 enthält eine Zusammenstellung der Flurstücke, die für den Aufbau eines Solarfelds in Frage kommen.

Tab.6-1: Flurstücke, die für den Aufbau eines Solarfelds am Reimershagener See empfohlen werden

Gemarkung		Flur	Flurstück	amtliche Flächengröße [m ²]	ca. betroffene Flächengröße [m ²]	ca. betroffene Flächengröße [%]
Nr.	Name					
131912	Reimershagen	1	27/4	41.552	41.552	100
131912	Reimershagen	1	27/16	85.235	13.416	16

In ähnliche Richtung zielt auch der 4. Maßnahmenvorschlag, nämlich die Erhöhung der Seeablaufschwelle um ca. 10 cm. Abb.6-9 zeigt die derzeitige Situation am Seeablauf. Ein stärkerer Wasserrückhalt für die im Sommer mit zunehmender Häufigkeit und Dauer auftretenden Tro-

ckenperioden ist wünschenswert. Zusammen mit der oben beschriebenen Einleitung von Regenwasser wäre es möglich, einen Teil der sommerlichen Wasserstandsschwankung – 2022 gab es einen Rückgang um 40 cm – auszugleichen bzw. abzumindern. Ein leicht erhöhter Anstau um ca. 10 cm würde nicht nur eine gewisse „Reserve“ für den Sommer bieten, sondern auch den Zustrom oberflächennahen Grundwassers und den damit verbundenen Nährstoffeintrag reduzieren. Im ersten Jahr nach Umsetzung der Maßnahme könnte der Abfluss allerdings etwas geringer ausfallen, da es Zeit benötigt, bis die Seelamelle mit Hilfe der Regenwasserzuleitung über die Solarpaneele auf den neuen Stand der Ablaufschwelle aufgefüllt wird. In den Folgejahren wäre dann ein gleicher bis leicht erhöhter Abfluss durch die direkte Regenwasserzufuhr zu erwarten.



Abb.6-9: Gegenwärtige Situation am Ablauf des Reimershagener Sees

Dem den Ablauf umgebenden Bruchwald würde die leichte Erhöhung des Wasserstands definitiv nicht schaden und ein Rückfluss des weiter unterhalb in die Bresenitz (WAMI-1900) entwässernden Kläranlagenablaufs wäre mit höherem Seeinstau auch unwahrscheinlicher als unter der bestehenden Situation. Zusammen mit der Regenwasserspeisung über das Solarfeld ist

zudem durchaus die Möglichkeit gegeben, dass auch im Sommer zeitweise ein Überlauf stattfindet, was damit nicht nur dem See, sondern auch dem Wasserhaushalt der Bresenitz zugutekommen würde. Technisch realisierbar wäre die Aufhöhung der Schwelle durch den Einbau von ca. 2 m³ lehmigen Sand, einer Sicherung mit Geotextil (ca. 10 m²) und Überdeckung mit den bereits jetzt vorhandenen Natursteinen und Grobkies unterschiedlicher Körnung. Der Ablauf behält damit die derzeitige naturnahe Anmutung, bleibt in der vorhandenen Rinne gefasst und wird erst bei einem Seewasserstand von ca. 55,07 m NHN leicht überströmt.

Nach Ausführung der vorgeschlagenen Maßnahmen wird sich der See sehr schnell um mindestens eine Trophiestufe verbessern. Die höhere Transparenz des Wassers wird zur stärkeren Entwicklung von Wasserpflanzen führen. Ökologisch betrachtet durchaus wünschenswert, für die Nutzung der Badestelle aber unangenehm. Als akzeptanzfördernde Maßnahme wird daher vorgeschlagen in der weiteren Planung, spätestens ab dem 3. Jahr nach der Sanierung, das Mähen von Wasserpflanzen an der Badestelle (jährlich mindestens 2 x) oder alternativ das Verlegen von Sandmatten rechts vom Steg an der Badestelle auf einer Breite von 10 m bis zu einer Tiefe von ca. 1,5 m mit vorzusehen. Die Sandmatten verhindern das Aufkommen von Wasserpflanzen und bieten den Badenden zudem einen festen, trittsicheren Untergrund.

Ein weiteres, langfristig zu lösendes Problem besteht in der zu erwartenden Änderung des Fischbestands. Mit den klareren Wasserverhältnissen und den aufkommenden Wasserpflanzen nimmt sehr schnell auch die Hechtpopulation zu. Auch dies ist durchaus erwünscht, denn Kleinfische werden von den Hechten dezimiert. Zu erwarten ist aber auch, dass sich das „rumspricht“ mit der Folge, dass die Hechte verstärkt beangelt werden und damit der an sich positive Effekt des klaren Wassers mit mehr Makrophyten wieder gefährdet wird. Da sich der See in Privatbesitz befindet, ist das Problem, den Willen der Eigentümer dazu vorausgesetzt, durch einschränkende Festlegungen für das Raubfischangeln sicher lösbar, sollte aber von vornherein mit auf die Agenda. Karpfenbesatz war in den letzten Jahren kein Thema (Auskunft der Eigentümerin), es sollte aber auch sichergestellt werden, dass dies so bleibt. Karpfen erhöhen durch ihre wühlende Futtersuche im Sediment die Rücklösung von Phosphaten und verringern dabei auch das Aufkommen von Wasserpflanzen (zusammenfassender Literaturüberblick hierzu in WATERSTRAAT et al. 2017). Vor allem auch nach einer P-Fällung sollte die Störung der abgelagerten Fällmittelschicht durch Wühltätigkeit unbedingt vermieden werden.

Tab.6-2 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die für den Reimershagener See vorgeschlagenen Maßnahmen, die auch im Sinne der Verbesserung der Wasserqualität der WRRL-berichtspflichtigen Bresenitz zur Umsetzung empfohlen werden.

Tab.6-2: Vorgeschlagene Maßnahmen für die Sanierung/Restaurierung des Reimershagener Sees

Nr.	Maßnahme	Bemerkungen
1	Phosphatfällung mit Al ₂ SO ₄ -Lösung - 25,7 t Aluminiumsulfatlösung - Areale mit Wassertiefe < 1,5 m werden ausgespart	Reduktion des Phosphatgehalts im Freiwasser, Verminderung der P-Rücklösung aus dem Sediment
2	kurzfristig: Einbau eines Durchflussfilters aus granuliertem Eisenhydroxid in die zulaufende Bresenitz (WAMI-1900) - 2.000 kg Eisenhydroxid langfristig: Verringerung der Viehhaltung (Hühner, Gänse, Schafe, Pferde) in der Karinmoor-Niederung	Verringerung der Phosphor- und Stickstoffeinträge über die zulaufende Bresenitz (Z1)
3	Anlage von Erosionsschutzstreifen auf den an die Karinmoor-Niederung angrenzenden Ackerflächen - Breite: 20 m - Länge: 700 m - Fläche: 1,4 ha	Erosionsschutz, keine Düngung, keine Pflanzenschutzmittel
4	Bau eines Solarfelds auf einer seenahen, hängigen Ackerfläche mit Regenrinnen zum Auffangen des Regenwassers und Direkteinleitung in den See - ca. 5 ha Ackerfläche, davon 4 ha bebaut mit Solarpaneelen - ca. 5.440 m Regenrinnen - ca. 800 m Rohrableitung verschiedener Durchmesser	Verminderung des erosiven Eintrags von Ackerflächen, „Gewinnung“ von Regenwasser zur Verdünnung der Nährstoffe im See, Aufhöhung/Stabilisierung des Wasserstands im See
5	Erhöhung der Grundschwelle im Seeablauf um 10 cm - Ablaufhöhe (Grundschwelle) 55,07 m NHN - ca. 2 m ³ lehmiger Sand - 10 m ² Geotextil	Verbesserung des Wasserrückhalts im See, Vernässung Erlenbruch, Einbau im Sommer, keine Wasserhaltung erforderlich
6	Fischereiliche Beschränkungen - beim Angeln Entnahme von max. 1 Hecht pro Person und Tag - kein Karpfenbesatz	Langzeitaufgabe zum Halten des schwach eutrophen Zustands (e1)

7 KOSTENSCHÄTZUNG

In Tab.7-1 werden die zu erwartenden Kosten für die oben beschriebenen Maßnahmen aufgelistet. In diesem Planungsstadium handelt es sich um grobe Schätzungen bzw. Erfahrungswerte.

Da beim Thema Auffangen und Ableiten von Regenwasser in Zusammenhang mit Solaranlagen absolutes Neuland betreten wird und für viele Teilaspekte tatsächlich auch noch Lösungen entwickelt werden müssen, ist die Kostenschätzung gerade in diesem Punkt mit erheblichen Unsicherheiten verbunden. Prinzipiell wird davon ausgegangen, dass die Fragen der Pacht der Flächen für das Aufstellen der Solaranlagen, die Investition für die Anlagen selbst und deren Aufbau von einem Investor getragen werden und aus Projektmitteln zur Seensanierung der zusätzlich entstehende Aufwand für die Montage der Rinnen und des ableitenden Rohrsystems (einschließlich Montage- und Schachtarbeiten) realisiert wird. Die Planungskosten basieren auf der HOAI, § 44, HZ III, mittlerer Schwierigkeitsgrad.

Tab.7-1: Kostenschätzung Restaurierungs-/Sanierungsmaßnahmen Reimershagener See

Nr.	Maßnahme	Kosten in €
1	Phosphatfällung mit Al ₂ SO ₄ - Kauf 25,7 t Aluminiumsulfatlösung, 240 €/t - Zwischenlagerung: 20 IBC, Bauzaun, Folie nach unten, Sicherung Lagerplatz - Applikation mit Fällboot - Baustellenschild, 2 Hinweisschilder Angelverbot für 3 Monate	6.168,00 2.800,00 20.000,00 1.400,00
2	Einbau eines Durchflussfilters aus granuliertem Eisenhydroxid in die zulaufende Bresenitz (Z1) - Kosten Material (2.300 €/t) - Bauausführung (inkl. Folie und Stau) - Funktionskontrolle/Unterhaltung, 3 Jahre, jeweils von Februar bis Ende April	4.600,00 5.500,00 3.600,00
3	Anlage von Erosionsschutzstreifen auf den an die Karinmoor-Niederung angrenzenden Ackerflächen - Breite: 20 m - Länge: 700 m - Fläche: 1,4 ha	kostenneutral Förderprogramm https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/lm/Service/Foerderungen1/
4	Bau eines Solarfelds auf einer seenahen, hängigen Ackerfläche mit Regenrinnen zum Auffangen des Regenwassers - ca. 5 ha Ackerfläche, davon 4 ha bebaut mit Solarpaneelen - ca. 5.440 m Regenrinnen, 20 €/m - ca. 800 m Rohrableitung verschiedener Durchmesser (DN100 bis DN300), 90 €/m	108.800,00 72.000,00

Fortsetzung Tab.7-1

Nr.	Maßnahme	Kosten in €
5	Erhöhung der Grundschwelle im Seeablauf um 10 cm - Ablaufhöhe (Grundschwelle) 55,07 m NHN - ca. 2 m ³ lehmiger Sand - 10 m ² Geotextil - Einmessen, Baukosten - Einbau im Sommer - keine Wasserhaltung erforderlich	2.800,00
6	Fischereiliche Beschränkungen - Entnahme von max. 1 Hecht pro Person und Tag - kein Karpfenbesatz	kostenneutral
7	Planungskosten - Nettobaukosten: 223.868,00 - HOAI, § 44, HZ III, mittlerer Schwierigkeitsgrad - zzgl. 5 % NK	27.176,00
	Summe netto	254.844,00
	+ 19 % MwSt.	48.420,36
	Summe brutto	303.264,36

Die vorläufigen Gesamtkosten (brutto) zur Sanierung/Restaurierung des Reimershagener Sees belaufen sich nach erster Kalkulation auf ca. **303.265 € (brutto)**.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Der Reimershagener See (See-Nr. 190380) ist zwar mit einer Fläche von < 50 ha gemäß Europäischer Wasserrahmenrichtlinie kein berichtspflichtiges Gewässer. Dennoch wird in Anlehnung an die Wasserrahmenrichtlinie und durch die OGewV (2016) der „gute ökologische Zustand“ als anzustrebendes Ziel vorgegeben, welcher nur gering vom gewässerspezifischen, natürlichen Zustand abweichen sollte.

Im Jahr 2022 wurde daher neben den physikalisch-chemischen Parametern auch der Zustand der biologischen Qualitätskomponenten Phytoplankton, Makrophyten und Makrozoobenthos im See untersucht. Neben der Ableitung prinzipiell sinnvoller Maßnahmen wurde die Machbarkeit in Bezug auf die gegebenen, konkreten Randbedingungen geprüft und mit einer Kostenschätzung untersetzt.

Das Phytoplankton erwies sich 2022 mit über 100 Taxa als sehr artenreich, mit einer Dominanz der Grünalgen (bei der Biomasse) sowie der Blaualgen (bei den Abundanzen). Die für den Reimershagener See nur in Anlehnung an die WRRL durchführbare Bewertung mit dem EU-WRRL-konformen Bewertungstool PhytoSee (7.1) ergab einen PSI von 2,75 und damit einen

„mäßigen“ Zustand (Klasse 3). Die hohe Blaualgenabundanz, die sich im Bewertungssystem nicht direkt widerspiegelt, lässt auch gutachterlich nur die Einordnung in einen „nicht guten“ Zustand zu.

Die Wasserpflanzen im engeren Sinne (submerse Makrophyten) waren mit nur 2 vorkommenden Arten zwar schwach vertreten. Jedoch konnte eine Armleuchteralgen-/Characeenart nachgewiesen werden, die für den Seetyp charakteristisch ist. Die untere Verbreitungsgrenze liegt mit maximal 1,50 m noch nicht tief genug und entspricht damit nicht dem Typ eines makrophytendominierten Flachsees. Im Reimershagener See (< 3 m Tiefe) wäre eine flächendeckende Besiedlung möglich. Es kann ausgehend von den 2022 aufgenommenen Daten nur ein „unbefriedigender“ ökologischen Zustand ausgewiesen werden.

Das Makrozoobenthos wurde mit insgesamt 20 Taxa erfasst. Stark ausgeprägt ist das Vorkommen von Tubificiden. Anspruchsvollere Gruppen waren nur mit weniger Arten in den Proben vertreten. Das Makrozoobenthos des Sees zeigt insgesamt einen nur „mäßigen“ Zustand an.

Das Sediment im Reimershagener See erwies sich als fein-partikulär, weich und breiig, mit dunkelbrauner Farbe und ist als Detritusmudde einzuordnen. Die Schadstoffkonzentrationen im Sediment zeigen Auffälligkeiten vor allem bei Blei, Cadmium und Zink sowie den PCB. Die hohe Sedimentationsrate im See führt zu einer zunehmenden Verlandung.

Die Phosphorrücklösung aus dem Sediment im Reimershagener See lag auf einem niedrigen-mittleren Niveau. Aus der Messung ergab sich über eine Hochrechnung eine Summe von etwa 10 kg P/a. Der leicht mobilisierbare P-Pool des Sediments in den oberen 12 cm beträgt etwa 60,5 kg.

Insgesamt erwies sich der Reimershagener See im Jahr 2022 als ein hoch eutrophes Gewässer, das sich gegenwärtig eine Klassenstufe über seinem Referenzzustand (e1) befindet. Als P-Belastungsquellen wurden die an den See grenzenden landwirtschaftlichen Flächen im Einzugsgebiet, der Oberflächenzulauf (WAMI-1900/Bresenitz), der hypodermische Zufluss sowie die P-Rücklösung aus dem Sediment identifiziert. Angelehnt an die EU-WRRL besteht somit Handlungsbedarf, den trophischen und ökologischen Zustand des Sees zu verbessern.

Zum Erhalt und zur Verbesserung der ökologischen Qualität des Sees werden folgende Maßnahmen empfohlen, die sich auch unmittelbar auf die Wasserqualität der Bresenitz (WAMI-1900) auswirken:

Im Einzugsgebiet:

- Anlegen eines Erosionsschutzstreifens von mindestens 20 m Breite auf den an die Karinmoor-Niederung angrenzenden Ackerflächen
- Langfristige Verringerung der Viehhaltung in der Karinmoor-Niederung (Quellgebiet der Bresenitz)

- Installation eines Eisenhydroxid-Retentions-/Durchflussfilters in Zulauf Z1 (Bresenitz)
- Errichten eines Solarfelds auf einer ca. 5 ha großen Ackerfläche am Nordufer mit Installation von Regenwassersammlung und Zuleitung in den See
- Erhöhung der Grundschwelle des Seeablaufs um 10 cm (auf 55,07 m NHN)

Im See:

- Fällung mit Polyaluminiumsulfat in der Wassersäule über Tiefenstufen > 1,5 m
- kein Besatz mit Karpfen; Hechtangel-Beschränkung auf 1 Exemplar pro Person und Tag

Als Projektkosten ergeben sich aufgerundet ca. **303.300,00 € (brutto)**.

9 QUELLENVERZEICHNIS

BEHRENDT, H. & OPITZ, D. (1999)

Retention of nutrients in river systems: Dependence on specific runoff and hydraulic load. *Hydrobiologia*, 410, 111-122

DWA-Merkblatt 606/2022

Grundlagen und Maßnahmen der Seentherapie. In Druck.

DWD / DEUTSCHER WETTERDIENST (2023)

CDC - Climate Data Center, frei verfügbare Daten zum Niederschlag, zur Lufttemperatur, zur Sonnenscheindauer und zum Wind.

FORSBERG, C. (1979)

Die physiologischen Grundlagen der Gewässer-Eutrophierung.

GÜSEWELL, S. (2004). N:P ratios in terrestrial plants: variation and functional significance. *New phytologist*, 164(2), 243-266.

HEINRICH, L., DIETEL, J. & HUPFER, M. (2022)

Sulphate reduction determines the long-term effect of iron amendments on phosphorus retention in lake sediments. *Journal of Soils and Sediments*, 22(1), 316-333.

HUPFER, M., GELBRECHT, J., SCHARF, B., STEINBERG, C. (1997)

Konzeptionelle Ansätze zur Steuerung des Phosphat-Haushaltes von Seen durch interne Maßnahmen. *Wasser & Boden*, 49. Jahrgang., 12/1997, 8-13.

KRAUSCH, H.-D. (1996)

Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen.
Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 315 S.

LAWA BUND/LÄNDER-ARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2014)

Trophieklassifikation von Seen, Richtlinie zur Ermittlung des Trophie-Index nach LAWA für natürliche Seen, Baggerseen, Talsperren und Speicherseen.
Kulturbuchverlag Berlin, Kiel 2014.

LEWANDOWSKI, J., SCHAUSER, I. & HUPFER, M. (2002)

Die Bedeutung von Sedimentuntersuchungen bei der Auswahl geeigneter Sanierungs- und Restaurierungsmaßnahmen.
HW46, H.1, p.2-13.

LUNG / LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN (2007)

Gutachterlicher Landschaftsrahmenplan Mittleres Mecklenburg/Rostock.
Erste Fortschreibung, Güstrow.

LUNG / LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN (2023a)

FIS Wasser MV – Fachinformationsschale Wasser.

LUNG / LANDESAMT FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND GEOLOGIE MECKLENBURG-VORPOMMERN (2023b)

Kartenportal MV.

<https://www.umweltkarten.mv-regierung.de/atlas/script/index.php>.

MINISTERIUM FÜR KLIMASCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT, LÄNDLICHE RÄUME UND UMWELT MECKLENBURG-VORPOMMERN (2022)

Seenprogramm MV.

MISCHKE, U., RIEDMÜLLER, U. & BÖHMER, J. (2020)

Bewertungstool PhytoSee, Vers.7.1.

Oberflächengewässerverordnung (2016)

OGewV / Bundesgesetzblatt

PSENNER, R., BOSTRÖM, B., DINKA, M., PETTERSSON, K., PUCSKO, R. & SAGER, M. (1988)

Fractionation of phosphorus in suspended matter and sediment.

Arch. f. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. 30: 98-103.

RASPE, S., DIETRICH, HP., KÖHLER, D., SCHUBERT A., STIEGLER, J. (2018)

Stickstoff im Überfluss - Waldböden in Bayern reichern Stickstoff weiter an
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft: LWF aktuell 2/2018

RIEDMÜLLER, U., MISCHKE, U., POTTGIESSER, T., BÖHMER, J., DENEKE, R., RITTERBUSCH, D.,
STELZER, D. & HOEHN, E. (2022)

Steckbriefe der deutschen Seetypen. Begleittext und Steckbriefe, 11.

RIPL, W. (1980)

Ökologische Steuermechanismen und ihr Einsatz in geschädigten See-Ökosystemen.

Verh. Dtsch. Zool. Ges. 1980, S. 48-56.

Gustav Fischer Verlag Stuttgart.

ROTHMALER, W., JÄGER, E. & WERNER, K. (2002)

Exkursionsflora für Deutschland, Bd. 3: Gefäßpflanzen, Atlasband.- Heidelberg, Berlin: Spektrum. 758 S. (10. Auflage).

SCHULZ, L. (1981)

Nährstoffeintrag in Seen durch Badegäste.
Zentralblatt Bact. Hyg. J., Abt. B, Bd. 173, S. 528-548.

SINKE, A., CORNELESE, A., KEIZER, P., VAN TONGEREN, O. & CAPPENBERG, T. (1990)

Mineralization, pore water chemistry and phosphorus release from peaty sediments in the eutrophic Loosdrecht lakes, The Netherlands.
Freshwater Biology (1990) 23, 587-599.

TRESENOW, U. (1979)

Die Wechselwirkungen zwischen Sediment und Wasser in ihrer Bedeutung für den Nährstoffhaushalt von Seen. Z. Wasser, Abwasser Forschung 12 (1979) Nr. 2.

TÜV Nord (1999)

Schadstoffe in Sedimenten der Binnen- und Küstengewässer MV 1994-99, Datenbewertung, unveröffentlicht, LUNG MV.

UHLMANN, D. (1985)

Die anthropogene Eutrophierung der Gewässer – ein umkehrbarer Prozess?
Sitzungsberichte der Sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig, Math.-nat. Klasse, Akademie-Verlag Berlin, Band 118, Heft 5.

VAN DE WEYER, K. & SCHMIDT, C. (2012)

Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten.
Unveröffentlichte Vorabversion, Herausgeber Ministerium für ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg.

VENOHR, M., HIRT, U., HOFMANN, J., OPITZ, D., GERICKE, A., WETZIG, A., ORTELBACH, K., NATHO, S., NEUMANN, F. & HÜRDLER, J. (2009)

Das Modellsystem Moneris. Version 2.14.1 vba. Handbuch. November 2009. Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei im Forschungsverbund Berlin.

VOLLENWEIDER, R. A. (1979)

Das Nährstoffbelastungskonzept als Grundlage für den externen Eingriff in den Eutrophierungsprozeß stehender Gewässer und Talsperren.

WATERSTRAAT, A., KRAPPE, M., MÖBIUS, F. & TSCHAKERT, M. (2017)
Einfluss benthivorer und phytophager Fischarten auf die Erreichung der Ziele der EG-Wasser-
rahmenrichtlinie bei Seen mit empfindlicher Unterwasservegetation.
Endbericht zum LAWA-Projekt O4.16

10 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Al	Aluminium
Al ₂ SO ₄	Aluminiumsulfat
AN	Auftragnehmer
B	Benthosprobenahmestation
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BD-P	in gepufferter Dithionlösung lösliches Phosphat
BSB ₅	Biologischer Sauerstoffbedarf
Ca	Calcium
CaCO ₃	Calciumcarbonat
CaO	Calciumoxid
CGI	Cladoceren-Grazing-Index (Frassaktivität der Cladoceren)
Cl ⁻	Chlorid
DIN	Deutsches Institut für Normung
DN	diamètre nominal (Nennweite/Durchmesser für Rohre)
DV-Nr.	Kennnummer
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
e1	schwach eutroph
e2	hoch eutroph
EN	Europäische Norm
EU	Europäische Union
EU-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
EZG	Einzugsgebiet
Fe	Eisen
FeIII _{Cl}	Eisen(III)-Chlorid
FIS	Fachinformationssystem des LUNG MV
FPI	Fischprädatorenindex
FQI	Futterqualitätsindex
FQIC	Futterqualitätsindex Cladoceren
GAIA MV	“Geo Access Internet Application” des Landes Mecklenburg-Vorpom- mern
GN	Gesamtstickstoff (analog zu TN)
GP	Gesamtphosphor (analog zu TP)
GPS	Global Positioning System (dt. Globales Positionsbestimmungssystem)

GW-AbfKlär-V	Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung)
GW	Grundwasser
GWN	Grundwasserneubildung
HCl	Salzsäure
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HZ III	Honorarzone III
IBC	Intermediate Bulk Container (ugs. Gittertank)
ID	Identifikator
IGB	Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei
I _{ges}	Gesamtindex
Ind.	Individuen
ISO	Internationale Organisation für Normung (International Organization for Standardization)
KA	Kläranlage
KIWA GmbH	Keuringsinstituut voor Waterleiding Artikelen mit Sitz in Kessin
KS4,3	Säurekapazität
KW	Kohlenwasserstoff
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
LAiV MV	Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LEIT	Leitfähigkeit
LOSAL	Aluminiumsulfatlösung (Handelsname EcoloChem GmbH)
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
LUNG MV	Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern
LV	Leistungsverzeichnis
MAX	Maximum
Mg	Magnesium
MIN	Minimum
MGI	Metazooplankton-Grazing-Index (Frassaktivität des Metazooplanktons)
MKLLU	Ministerium für Klimaschutz, Landwirtschaft, ländliche Räume und Umwelt
Mn	Mangan
MP	Mischprobe
MST	Messstelle
MV	Mecklenburg-Vorpommern
MW	Mittelwert
N	Stickstoff
NaOH	Natriumhydroxid
NaOH-NRP	P-Fraktion des NaOH nicht reaktiven Phosphors (organischer Phosphor)

NaOH-SRP	P-Fraktion des NaOH reaktiven Phosphors (an Oberflächen von Metalloxiden (Al) gebundenes Phosphat, welches gegen Hydroxidionen austauschbar ist)
NH ₄ -Cl	P-Fraktion des NH ₄ -Cl reaktiven Phosphors (labiler Phosphor)
NH ₄ -N	Ammonium-Stickstoff
NHN	Normalhöhennull
NK	Nebenkosten
NO ₂ -N	Nitrit-Stickstoff
NO ₃ -N	Nitrat-Stickstoff
O ₂	Sauerstoff
OCP	Organochlorpestizide
OF	Oberfläche
OGewV	Oberflächengewässerverordnung (Bundesgesetzblatt)
o-PO ₄ -P	Ortho-Phosphat
OT	Orientierungswert
P	Phosphor/Pegel
p1	schwach polytroph
PAC	Polyaluminiumchlorid
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PP	Phytoplankton
PSI	PhytoSee-Index (Berechnung Gütezustand anhand des Phytoplanktons)
QK	Qualitätskomponente
RL	Rote Liste
S	Schwefel/Sedimentationsprobenahmestelle
Sed	Sediment(probenahmestelle)
SO ₄	Sulfat
SRP	lösliches Phosphat (soluble reaktive phosphorus)
SSI	Sauerstoffsättigungsindex
StALU MM	Staatliches Amt für Landwirtschaft und Umwelt Mittleres Mecklenburg
SW	Schichtenwasser
TC	Total carbon (gesamter Kohlenstoff)
TIC	gesamter anorganischer Kohlenstoff (total inorganic carbon)
TOC	Gesamtorganischer Kohlenstoff (total organic carbon)
TM	Trockenmasse
TN	Gesamtstickstoff (total nitrogen)
TP	Gesamtphosphor (total phosphorus)
TS	Trockensubstanz
TÜV	Technischer Überwachungsverein
TW	Wassertemperatur
WK	Wasserkörper
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG)

WST	Wasserstand
Z	Zulauf
Z0, Z1.1, Z1.2, Z2	Zuordnungswerte nach LAGA, entscheiden über das weitere Vorgehen der stofflichen Verwertung
Z/P	Verhältnis Zooplankton zu Phytoplankton; je höher, desto höher der Frassdruck auf das Phytoplankton

11 GLOSSAR

Abundanz	Mengengrad, der die Häufigkeit bzw. Individuenzahl innerhalb einer Aufnahme­fläche kennzeichnet
Autarkie	Unabhängigkeit von äußeren Dingen, Einflüssen, Affekten
Bacillariophyceae	Kieselalgen (Synonym für Diatomeen)
Benzo(a)pyren	Polyzyklisch aromatischer Kohlenwasserstoff, der u.a. bei der unvollständigen Verbrennung von organischen Stoffen entsteht
calanoid	Ordnung kleiner Krebstiere aus der Unterklasse Copepoda
Characeen	Armleuchteralgen
Chironomiden	Zuckmücken
Chlorophyceae	Grünalgen
Chrysophyceae	Goldalgen
Cladoceren	Wasserflöhe
Conjugatophyceae	Schmuckalgen
Copepoden	Ruderfußkrebse, kleine Krebse
Cryptophyceae	Schlundgeißler
Cyanophyceae	Blualgen
cyclopid	Ordnung kleiner Krebstiere aus der Unterklasse Copepoda
Daphnien	Wasserflöhe
Diatomeen	Kieselalgen (Synonym für Bacillariophyceae)
Dinophyceae	Panzerflagellaten
emers	Wasserpflanzen, die ganz oder teilweise über die Wasseroberfläche hinauswachsen
Ephemeroptera	Eintagsfliegen
euphotische Zone	obere, durchleuchtete Schicht des Wassers, in der effektive Photosynthese möglich ist und somit Pflanzen wachsen und Sauerstoff produzieren können
eutroph	hoher Phosphatgehalt und daher hohe Produktion von Biomasse
Eutrophierung	Anreicherung von Nährstoffen in stehenden oder langsam fließenden Gewässern durch natürliche und künstliche Prozesse
Evertebraten	Wirbellose
Grazing	abgrasen/abweiden, hier Zooplankton konsumiert Phytoplankton
hypodermischer Abfluss	Bodenwasserabfluss unterhalb der Oberfläche (Zwischenabfluss)

Interstitialwasser	Wasser, mit dem die Hohlräume im Bodensediment von Gewässern gefüllt sind
Isohypse	Linie gleicher Höhe
Litoral	Uferregion eines Gewässers
Makrophyten	alle mit bloßem Auge erkennbaren pflanzlichen Organismen (in diesem Fall Wasserpflanzen)
Makrozoobenthos	alle mit bloßem Auge erkennbaren tierischen Organismen, die im oder am Boden von Gewässern leben
meso-eutraphent	Bezeichnung für Organismen, die mesotrophe Standorte besiedeln
Morphometrie	Oberflächengestalt, Form und Struktur
Phaeophytin	Chlorophyllmoleküle, bei denen das zentrale Magnesiumatom fehlt (relevant bei Photosynthese)
PHYLIB	Verfahren zur Bewertung des ökologischen Zustands von Fließgewässern und Seen über die Komponenten Makrophyten und Phytobenthos
Phyllopoden	Blattfußkrebse, Unterklasse der Krebstiere
Phytoplankton	im Wasser frei schwebende kleine Pflanzen wie Blaualgen, Grünalgen, die vom Wasser verfrachtet werden können
polytroph	Nährstoffgehalt und damit die Biomassenproduktion sind so hoch, dass bis zum Ende der Sommerstagnation der Sauerstoff in den bodennahen Schichten weitgehend aufgebraucht wird
Rotatorien	Rädertierchen
submers	untergetaucht, hier völlig untergetaucht lebende Wasserpflanze
Taxa	Plural von Taxon, eine in der Biologie als systematische Einheit erkannte Gruppe von Lebewesen
Trichoptera	Köcherfliegen
Trophie	Intensität der organischen photoautotrophen Produktion
Ulvophyceae	Klasse von Algen, die zur Gruppe der Chlorophyceae gehört, einer der beiden großen Gruppen von Grünalgen
Zooplankton	im Wasser schwebende tierische Lebewesen, die fast keine Eigenbewegung haben