Seenjahr 2022

Inhalt

Seenjahr 2022 1
Einleitung 4
Allgemeines 4
Trophie 6
Ökologischer Zustand 10
Phytoplankton 10
Allgemein physikalisch-chemische Parameter 11
Makrophyten und Fische 12
Probenahme 14
Limnologie 14
Sichttiefe 14
Gesamt-Phosphor-Konzentration 15
Nährstoffeintrag 17
Klima 18
Kärnten Klima 2022 18
Hydrologie 19
Wassertemperatur 19
Wasserstand 24
Maßnahmen 27
Makrophyten-Management 27
Ausnahmebewilligung 28
Makrophyten-Mähen 2022 28
Bleistätter Moor – Ossiacher See 29
Bauliche Maßnahmen 30
Ossiacher See 30
Tiebel 2018 - 2022 32
Absetzbecken 2017 - 2022 35
Phytoplankton 37
Wasserpflanzen 38
Fische 39
Besondere Ereignisse 40
Juni 2022 40
Blaualgen 40
Juni 2022 41
Juli 2022 41
August 2022 42
Oktober 2022 42
Tabellenverzeichnis 43
Abbildungsverzeichnis 43

Impressum 45

Einleitung

Der 37. „Kärntner Seenbericht“ informiert über die jährlichen Bewertungen der Kärntner Seen. Mehr als vierzig Kärntner Seen werden regelmäßig vom Kärntner Institut für Seenforschung - eine Einheit der Abteilung 8 - Umwelt, Naturschutz und Klimaschutzkoordination des Amtes der Kärntner Landesregierung - untersucht.

Der aktuelle Seenbericht präsentiert die Ergebnisse der Seengütekontrollen des Jahres 2022 (Abb. 1).

Details zu den einzelnen Seen können auf unserer Homepage https://kis.ktn.gv.at unter „schnell gefunden“ Seenbericht abgerufen werden.

Unter „Informationen – Seenberichte (Archiv)“ „Seenjahr 2022“ findet sich der vorliegende Text. Die Ergebnisse der bewerteten Seen sind hier hinsichtlich Trophie und ökologischer Zustand zusammenfassend dargestellt. Informiert wird auch über besondere Ereignisse, Maßnahmen an Seen oder Projekte sowie klimatische Randbedingungen.

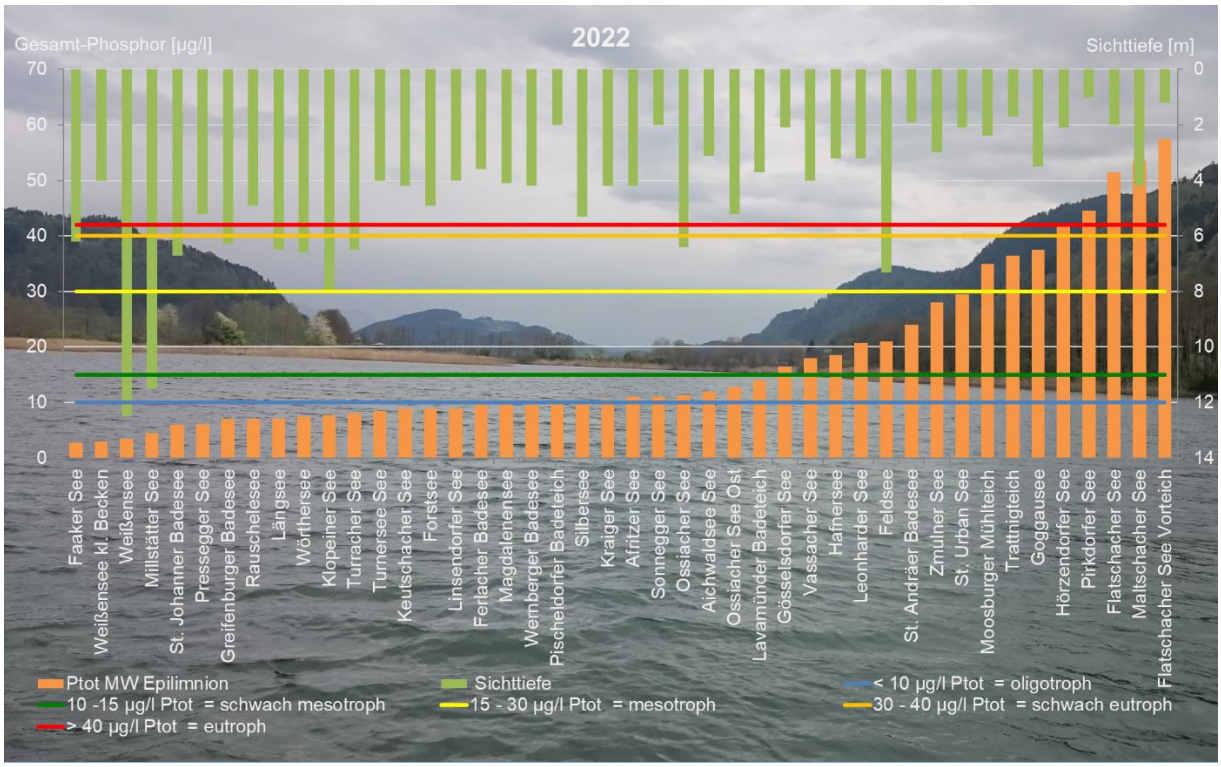


Abb. 1: Gesamt-Phosphor-Konzentration des Epilimnions (0 – 6 m, unten) und Sichttiefe (oben) aller im Jahr 2022 untersuchten Seen. Foto: KIS; G. Winkler.

Allgemeines

Seen sind stehende, oberirdische Binnengewässer. Sie bieten nicht nur zahlreichen Pflanzen und Tieren einen Lebensraum, sie erfüllen auch wichtige Funktionen im Natur- und Wasserhaushalt. Als Wasserspeicher nehmen sie das Niederschlagswasser auf. Je nach Größe des Gewässers verweilt das Wasser wenige Wochen bis viele Jahre. Seen mit langer Wasseraufenthaltszeit wirken als Nährstoffsenken. Grundsätzlich reagieren Seen empfindlicher auf Nährstoffeintrag und langsamer auf die Reduktion stofflicher Belastung als Fließgewässer und große Seen reagieren langsamer als kleine Seen.

In Kärnten gibt es 1.270 stehende Gewässer, einschließlich größerer Hochgebirgstümpel und Teiche. Sie bedecken zusammen eine Fläche von rund 60 Quadratkilometer, davon decken der Wörthersee, der Millstätter See, Ossiacher See und der Weißensee bereits 50 Quadratkilometer ab. Bis auf die künstlich angelegten Seen sind sie Reste der letzten Eiszeit (vor 20.000 bis 12.000 Jahren). Alle Kärntner Seen liegen abseits der Hauptentwässerungslinie (Drau) und besitzen ein relativ kleines

Wassereinzugsgebiet. Die daraus resultierende geringe Durchflutung trägt neben intensiver Sonneneinstrahlung und der oftmals windgeschützten Lage zu den sommerlich hohen Wassertemperaturen über 26 Grad Celsius bei.

Für die Beurteilung eines Sees sind aus gewässerökologischer Sicht die chemischen Parameter Phosphor und Stickstoff, die Menge an Schwebealgen sowie die Sauerstoffsättigung über Grund von Bedeutung. Wichtig ist auch der Zeitpunkt der Probenahme, damit die Zirkulationsphasen im Frühjahr und Herbst und die Schichtungsphasen am Beginn und am Ende des Sommers erfasst werden.

Während der Zirkulationsphasen mischt das Wasser des Sees bei vier Grad Celsius bis zum Grund, wohingegen während der Schichtungsphasen eine Temperatur-differenz bzw. eine thermische Schichtung besteht. Im Sommer erwärmt sich das Oberflächenwasser auf über 20 Grad Celsius, ideal zum Baden, und in tiefen Seen bleibt das Tiefenwasser vier Grad Celsius kalt. Bei seichten Seen kann der Temperaturunterschied zwischen Oberfläche und Gewässergrund nur wenige Grad Celsius betragen.

Zahlreiche Prozesse im See sind temperaturabhängig. Primärproduzenten, Algen und Wasserpflanzen, entnehmen mit Hilfe des Sonnenlichts aus dem Wasser das Kohlendioxid (autotrophe Assimilation) und bilden Glucose bzw. binden Nährstoffe in Biomasse. Das Chlorophyll in den Zellen spielt dabei eine große Rolle. Als Nebenprodukt der Photosynthese entsteht der lebenswichtige Sauerstoff.

Je mehr Nährstoffe zur Verfügung stehen, umso größer ist das Algenwachstum. Die Menge der Schwebealgen beeinflusst die Transparenz des Wassers. Daher liefert vice versa die Trübung des Wassers einen Hinweis auf die Algenmenge (ein Maß für die Trübung ist die Sichttiefe).

Entsprechend ihrer Entwicklungsphasen sterben die Algen, sinken zu Boden und werden unter Sauerstoffverbrauch von Mikroorganismen zersetzt. So kann es am Ende des Sommers auch in nicht allzu nährstoffeichen Seen zu einem Sauerstoffschwund im grundnahen Wasserkörper kommen, der mit der herbstlichen Zirkulation wieder aufgelöst wird. Allerdings laufen bei höheren Temperaturen diese Stoffumsetzungs-prozesse rascher ab, sodass Nährstoffe bald wieder zur Verfügung stehen und Algenblüten nährstoffbelasteter Gewässer länger andauern können.

Jährlich erfolgt die Bewertung der vom Land Kärnten untersuchten Seen aufgrund ihres Nährstoffniveaus, respektive ihrer Trophie. Dabei wird im Wesentlichen die oberflächliche Wasserschicht von null bis sechs Meter Tiefe, also die Qualität des zum Baden genutzten Wasserkörpers beurteilt.

Sieben Kärntner Seen werden zudem gemäß den Vorgaben der Qualitäts-zielverordnung (QZV) anhand der Qualitätselemente Phytoplankton und der allgemein physikalisch-chemischen Parameter im Auftrag des Bundes (BM Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft) und zwei Seen im Rahmen des Landesmessnetzes bewertet. Die betreffenden Seen sind: Wörthersee, Millstätter See, Ossiacher See, Klopeiner See, Weißensee, Keutschacher See und Faaker See (Bundesmessnetz) sowie Längsee und Pressegger See (Landesmessnetz).

Nach dem Fernhalten der häuslichen phosphathaltigen Abwässer kommen heute in erster Linie die agrarwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet der Seen als Belastungsquellen in Frage. Über oberflächliche Abschwemmungen, Zuflüsse oder Grundwasserströme gelangen Dünge- und Pflanzenschutzmittel in die Seen.

Das Land Kärnten unternimmt viel, um den guten Zustand der Seen zu erhalten und wie im Falle des Ossiacher Sees (Sanierungsprojekt Ossiacher See – Bleistätter Moor) zu erreichen. In diesem Zusammenhang sei auch auf das Einhalten der gesetzlichen Vorgaben bei der Verwendung und Ausbringung von Dünge- und Pflanzenschutzmittel hingewiesen.

Trotz der hinreichend guten Wasserqualität sind die Kärntner Seen verschiedensten Belastungen ausgesetzt. Besonders die Ufer müssen einen enormen Nutzungsdruck standhalten. Allen voran ist der Wörthersee zu nennen. Es ist

hinlänglich bekannt, dass die zahlreichen Freizeitaktivitäten und die baulichen Tätigkeiten (Apartmenthäuser) verbunden mit dem steigenden Bedarf an Badestegen und Bootsanlegestellen die Ufer der Kärntner Seen belasten und die natürliche Unterwasserpflanzen-, Schwimmblatt- und Schilfbestände zurückdrängen. Die Puffer- und Filterwirkung bzw. die Selbstreinigungskraft des Ökosystems „See“, die durch eine intakte natürliche Ufervegetation gegeben ist, wird hierdurch maßgeblich beeinträchtigt.

Einen klaren Hinweis darauf, dass der Nutzungsdruck eine Grenze erreicht, der den „guten ökologischen Zustand“ des Wörthersees gefährdet, liefert das ökologische Qualitätselement Makrophyten bzw. Wasserpflanzen (siehe Ökologischer Zustand Makrophyten und Seenbericht Wörthersee).

Trophie

Die Trophie-Einstufung basiert im Wesentlichen auf dem Nährstoffparameter Gesamt-Phosphor, dem Algen-Biovolumen und der Chlorophyll-a-Konzentration der oberen Wasserschicht (Epilimnion: 0 – 6 m) sowie der Sauerstoffsättigung über Grund, der Schwefelwasserstoff-bildung und der Ammoniumanreicherung im Tiefenwasser. Das Ergebnis wird in Anlehnung an die ÖNORM 6231 in fünf Trophieklassen präsentiert (Tab. 1).

Tab. 1: Anzahl Kärntner Seen je Trophieklasse 2022.

Anzahl Seen	Trophieklasse	
12	oligotroph	sehr gute Wasserqualität, klares Wasser, sehr nährstoffarm, sehr wenig Algen
14	schwach mesotroph	gute Wasserqualität, klares Wasser, nährstoffarm, wenig Algen
7	mesotroph	mäßige Wasserqualität, mehr Nährstoffe, mehr Algen, leicht getrübtes Wasser
4	schwach eutroph	genügende Wasserqualität, nährstoffreich, viel Algen, trübes Wasser
3	eutroph	unbefriedigende Wasserqualität, sehr nährstoffreich, sehr viel Algen, sehr trübes Wasser

Im Untersuchungsjahr 2022 wiesen wieder 26 der 40 untersuchten Kärntner Seen mit oligotroph oder schwach mesotroph eine ausgezeichnete Wasserqualität auf (Tab. 2**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Zu diesen nährstoffarmen Gewässern zählten die großen und tiefen Seen des Landes, aber auch kleine oder künstlich entstandene Gewässer. Aus Abb. 2 kann die Anzahl der Seen je Trophieklasse für den Zeitraum von 1993 bis 2022 abgelesen werden.

Oligotroph bzw. sehr nährstoffarm waren im Jahr 2022 zwölf Seen. Darunter waren wie immer die großen Seen Faaker See, Millstätter See, Weißensee und die kleinen Seen Magdalenensee, St. Johanner Badesee und Linsendorfer Badesee. Zum zweiten Mal in Folge oligotroph waren Keutschacher See, Klopeiner See, Pressegger See und Silbersee. In die oligotrophe Klasse stiegen der Längsee und der Wörthersee auf.

Schwach mesotroph bzw. mäßig nährstoffarm waren insgesamt 14 Seen. Von den großen Kärntner Seen befand sich 2022 nur der Ossiacher See in dieser Klasse. Von der oligotrophen in die schwach mesotrophe Klasse wanderten der Ferlacher Badesee, der Feldsee und der Pischeldorfer Badeteich. Wie im Vorjahr waren 2022 auch der Afritzer See, Kraiger See, Lavamünder Badesee, Rauschelesee und Sonnegger See schwach mesotroph. Nach wie vor in dieser Klasse waren: Aichwaldsee, Greifenburger Badesee, Turner See, Turracher See und Wernberger Badesee.

In der mesotrophen, mäßig nährstoffreichen Klasse befanden sich sieben Seen. Mesotrophe Seen mit Phosphor-Konzentrationen zwischen 15 µg/l und 30 µg/l können in den Sommermonaten Algenpopulationen entwickeln, die als Schlieren oder Flocken an der Wasseroberfläche in Erscheinung

treten. Zum dritten Mal in Folge wurden der Goggausee, Hafnersee, Leonharder See und Zmulner See mit mesotroph beurteilt. In diese Klasse stiegen der St. Andräer Badesee auf und der Gösselsdorfer See und Vassacher See ab.

Tab. 2: Trophie-Einstufung der Kärntner Seen im Jahr 2022.

ausgezeichnete Wasserqualität		gute Wasserqualität	genügende Wasserqualität	
Oligotroph	Schwach mesotroph	Mesotroph	Schwach eutroph	Eutroph
Faaker See	Afritzer See	Goggausee	Hörzendorfer See	Flatschacher See
Keutschacher See	Aichwaldsee	Gösselsdorfer See (-)	Moosburger Mühlteich (+)	Maltschacher See (- -)
Klopeiner See	Ferlacher Badesee (-)	Hafnersee	St. Urban See	Pirkdorfer See (-)
Längsee (+)	Feldsee (-)	Leonharder See	Trattnigteich (+)	
Linsendorfer Badesee	Greifenburger Badesee	St. Andräer Badesee (+)		
Magdalenensee	Kraiger See	Zmulner See		
Millstätter See	Lavamünder Badesee	Vassacher See (-)		
Pressegger See	Ossiacher See			
Silbersee	Pischeldorfer Badeteich (-)			
St. Johanner Badesee	Rauschelesee			
Weißensee	Sonnegger See			
Wörthersee (+)	Turnersee			
	Turracher See			
	Wernberger Badesee			

Veränderung im Vergleich zu 2021: (+) in Richtung Oligotrophie, (-) in Richtung Eutrophie.
Forstsee (nicht bewertet)

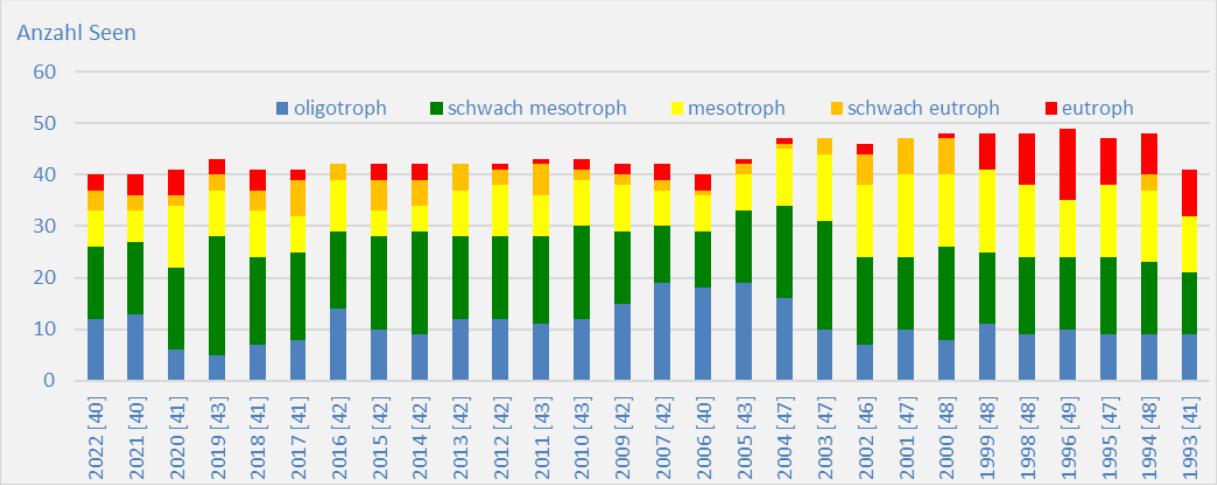


Abb. 2: Anzahl der Seen je Trophieklasse von 1993 bis 2022

In die nährstoffreichen Klassen schwach eutroph und eutroph wurden vier bzw. drei Seen eingestuft. An nährstoffreichen Seen mit Phosphor-Konzentrationen von mehr als 30 µg/l können während der Sommermonate auch deutliche Oberflächenfilme sogenannte „Algenblüten“ auftreten.

Zum dritten Mal in Folge war der St. Urban See und zum zweiten Mal der Hörzendorfer See schwach eutroph. Mit schwach eutroph wurden der Moosburger Mühlteich und der Trattnigteich besser eingestuft als im Vorjahr (2021). Wieder eutroph war der Flatschacher See. Der Pirkdorfer See kam von schwach eutroph und der Maltschacher See von mesotroph hier her.

Seen reagieren vorwiegend mit der Produktion von Schwebealgen oder Wasserpflanzen auf Nährstoffzufuhr. Die Trophie wird vom Wetter, insbesondere vom Niederschlag aber auch von der Temperatur, sowie von der Nutzung der Einzugsgebiete beeinflusst. Kärnten war im Jahr 2022 von Wärme und Trockenheit geprägt. Das Niederschlagsdefizit betrug mit großen regionalen Unterschieden 21 Prozent. Gebietsweise fehlte der Starkregen in den Sommermonaten, was als Ursache für die vielen als nährstoffarm eingestufte Seen angeführt werden kann. Vom Katastrophenhochwasser im Juni war einzig der Ossiacher See betroffen, was

zum leichten Anstieg der Gesamt-Phosphor-Konzentration führte.

Starkregenereignisse tragen besonders bei Seen, die von landwirtschaftlichen Flächen umgeben sind, zur Erhöhung der Nähr- bzw. Schadstoffeinträge bei. Auch lange Hitzeperioden vermögen den internen Nährstoffkreislauf und die Algenproduktion anzukurbeln. Diese witterungsbedingten Einflüsse werden an tiefen Seen mit großem Wasservolumen kaum wahrgenommen, während kleine und seichte Seen darauf rasch reagieren. Daher werden kleine Seen häufig anders bewertet, während große Seen ihren trophischen Status über einen längeren Zeitraum behalten.

Im Vergleich zu 2021 haben insgesamt elf Seen einen anderen trophischen Status erhalten. Fünf Seen haben sich vorwiegend aufgrund geringerer Gesamt-Phosphor-Konzentrationen verbessert (Tab. 3) und vier Seen haben aufgrund höherer Gesamt-Phosphor-Konzentrationen eine andere Bewertung erfahren

Beim Ferlacher Badesee und beim Pischeldorfer Badeteich gaben erhöhte Chlorophyll-a-Konzentrationen den Anlass für die Verschiebung von oligotroph nach schwach mesotroph.

Der Forstsee wurde im Jahr 2022 aufgrund weiterer Sanierungsarbeiten am Speicherkraftwerk nicht bewertet.

Tab. 3: Trophie-Einstufung im 2-Jahresvergleich (Ptot – Gesamt-Phosphor; PHP – Algen, O_2 – Sauerstoff, Chl-a – Chlorophyll-a, H_2S – Schwefelwasserstoff in der Tiefe; + besser, - schlechter).

Trophie im 2-Jahresvergleich	2021	2022	Ptot (0-6m)	Ptot ü. Grund	PHP (0-6m)	O_2 ü. Grund	Chl-a (0-6m)	H2S	Sicht-tiefe
Feldsee (-)	o	sm	-						
Ferlacher Badesee (-)	o	sm					-		
Längsee (+)	sm	o	+		+		+		
Maltschacher See (--)	m	e	-						
Moosburger Mühlteich (+)	e	se	+				+		
Pirkdorfer See (-)	se	e	-						
Pischeldorfer Badeteich (-)	o	sm					-		
St. Andräer Badesee (+)	se	m	+				+		+
Trattnigteich (+)	e	se	+	+			-		
Vassacher See	sm	m	-						
Wörthersee (+)	sm	o	+	+	+				+

Im 3-Jahresvergleich (2020-2022) konnten 19 Seen ihre trophische Klassifizierung beibehalten, während 22 Seen in diesem Zeitraum unterschiedliche Bewertungen erfahren haben (Abb. 3).

Seen, deren Tiefe mehr als 15 Meter beträgt, behalten ihren trophischen Status über einen längeren Zeitraum (1993 bis 2022) bei, wie anhand der zwölf Seen in Abb. 4 zu erkennen ist. Abb. 5 zeigt den langjährigen Vergleich für jene Seen, deren Trophie sich öfters ändert und deren Tiefe geringer als 15 Meter ist.

19 Seen: Trophie im 3-Jahresvergleich unverändert	2020	2021	2022
Aichwaldsee	sm	sm	sm
Faaker See	o	o	o
Flatschacher See	(-) e	e	e
Forstsee	sm	nicht bewertet	
Goggausee	m	m	m
Greifenburger Badesee	sm	sm	sm
Hafnersee	m	m	m
Leonharder See	(+) m	m	m
Linsendorfer Badesee	(+) o	o	o
Magdalenensee	(+) o	o	o
Millstätter See	o	o	o
Ossiacher See	sm	sm	sm
St. Johanner Badesee	o	o	o
St. Urban See	(-) se	se	se
Turnersee	sm	sm	sm
Turracher See	(-) sm	sm	sm
Weißensee	o	o	o
Wernberger Badesee	sm	sm	sm
Zmulner See	m	m	m

22 Seen: Trophie im 3-Jahresvergleich wechselnd	2020	2021	2022
Afritzer See	m	(+) sm	sm
Feldsee	sm	(+) o	(-) sm
Ferlacher Badeteich	sm	(+) o	(-) sm
Gösselsdorfer See	sm	sm	m
Hörzendorfer See	e	(+) se	se
Kraiger See	(-) m	(+) sm	sm
Keutschacher See	sm	(+) o	o
Klopeiner See	sm	(+) o	o
Längsee	sm	sm	(+) o
Lavamünder Badesee	(-) m	(+) sm	sm
Maltschacher See	e	(++) m	(- -) e
Moosburger Mühlteich	(-) e	e	(+) se
Pirkdorfer Badeteich	e	(+) se	(-) e
Pischeldorfer Badeteich	(-) m	(++) o	(-) sm
Pressegger See	sm	(+) o	o
Rauschelesee	(-) m	(+) sm	sm
Silbersee	sm	(+) o	o
Sonnegger See	(-) m	(+) sm	sm
St. Andräer Badesee	m	(-) se	(+) m
Trattnigteich	(-) se	(-) e	(+) se
Vassacher See	m	(+) sm	(-) m
Wörthersee	sm	sm	(+) o

(-) = abgestuft, (+) = aufgestuft

oligotroph	o
schwach mesotroph	sm
mesotroph	m
schwach eutroph	se
eutroph	e

Abb. 3: Trophie-Bewertung der Seen im 3-Jahresvergleich von 2020 bis 2022.

Abb. 4: Trophiebewertung der 12 Seen tiefer als 15 m von 2022 bis 1993.

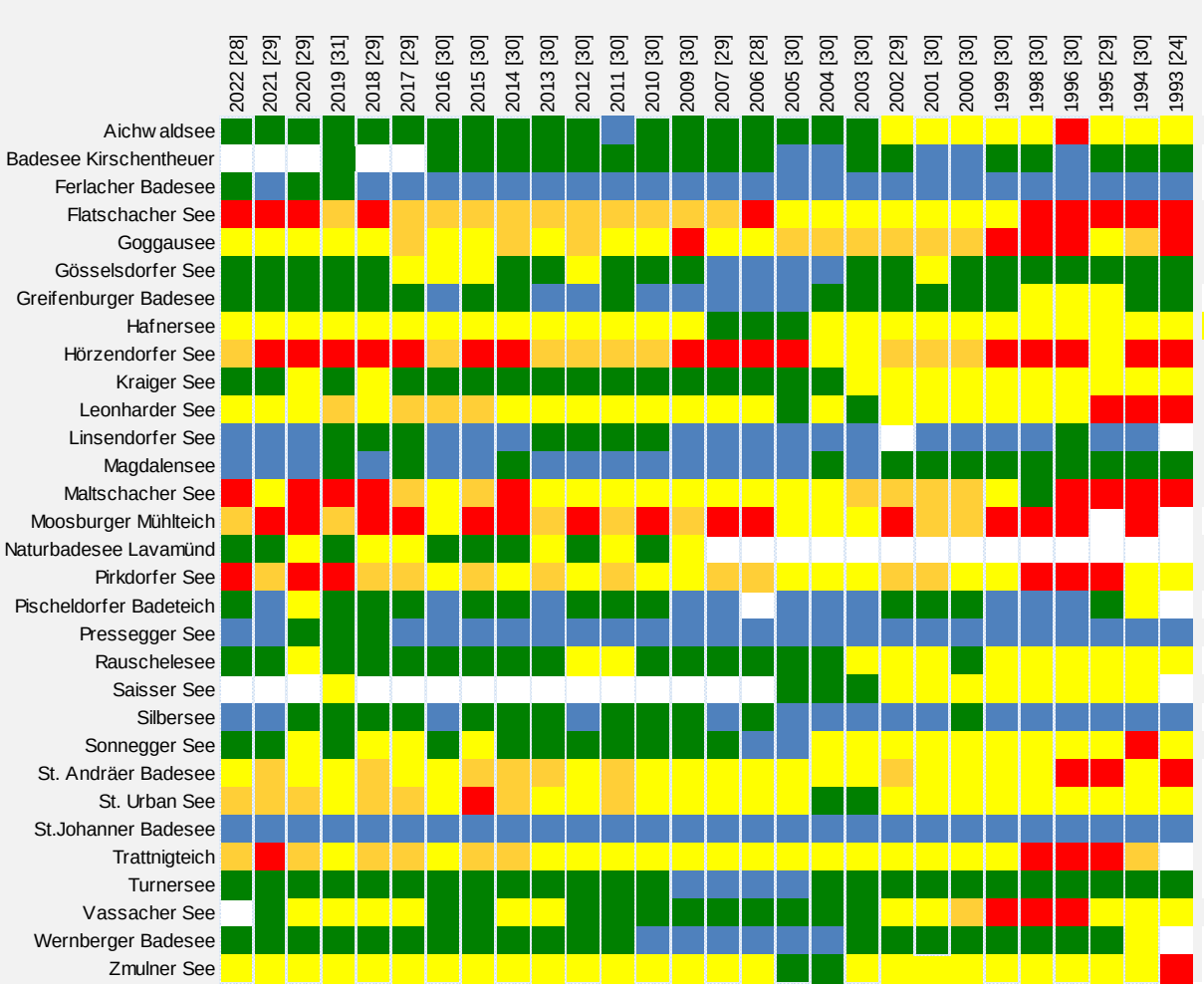


Abb. 5: Trophiebewertung der Seen seichter als 15 m von 2022 bis 1993.

Ökologischer Zustand

Die ökologische Zustandsbewertung erfolgt anhand der Abweichung einer Lebensgemeinschaft vom festgelegten Referenzzustand, also einem Zustand bei „Abwesenheit störender durch den Menschen verursachte Einflüsse im betreffenden“ Gewässer.

Der ökologische Zustand eines stehenden Gewässers wird vollständiger Weise durch die biologischen Qualitätskomponenten Algen (Phytoplankton), Wasserpflanzen (Makrophyten) und Fische sowie durch die allgemein physikalisch-chemischen Parameter bestimmt. Dabei ist die Bewertung der Wasserpflanzen und Fische für einen längeren Zeitraum gültig. Das Phytoplankton und die allgemein physikalisch-chemischen Parameter werden hingegen jährlich erhoben.

Phytoplankton

Die verwendeten Kenngrößen zur Bestimmung des ökologischen Zustandes Phytoplankton (Algen) sind die Jahresmittel von Algenbiovolumen und Chlorophyll-a-Konzentration des Epilimnions (0 – 6 m) sowie der Brettum-Index. Das Mittel aus den normierten Gesamt-EQR-Werten drei aufeinanderfolgender Jahre liefert die Gesamtbewertung für das Qualitätselement Phytoplankton.

In der Tab. 4 sind die ökologischen Zustände anhand des Qualitätselementes Phytoplankton mit den normierten EQR-Werten (Ecological Quality Ratio) im Untersuchungsjahr 2022 sowie für das 3-Jahresmittel (2020-2022) angegeben.

Im 3-Jahresmittel als auch im Untersuchungsjahr 2022 entsprachen der Faaker See, der Keutschacher See, der Millstätter See, der Weißensee, der Pressegger See und der Längsee der „sehr guten“ Zustandsklasse.

Den „guten“ ökologischen Zustand wiesen der Klopeiner See, der Wörthersee und erstmals nach den Sanierungsarbeiten (2016 bis 2018) auch der Ossiacher See auf.

Beim Faaker See, Millstätter See, Weißensee, Pressegger See und Längsee lagen im Untersuchungsjahr 2022 alle Kenngrößen: Chlorophyll-a, Algenbiovolumen und Brettum-Index in der „sehr guten“ Zustandsklasse.

Tab. 4: Ökologischer Zustand – Phytoplankton; 2022 und 3-Jahresmittel 2020-2022.

See	Ökologischer Zustand Phytoplankton			
	2022		3-Jahresmittel (2020-2022)	
	Gesamt-nEQR	Bewertung	Gesamt-nEQR	Bewertung
Faaker See	1,00	Sehr gut	1,00	Sehr gut
Keutschacher See	0,90	Sehr gut	0,95	Sehr gut
Klopeiner See	0,78	Gut	0,77	Gut
Millstätter See	0,93	Sehr gut	0,91	Sehr gut
Ossiacher See	0,63	Gut	0,61	Gut
Weißensee	0,95	Sehr gut	0,97	Sehr gut
Wörthersee	0,66	Gut	0,71	Gut
Pressegger See	0,82	Sehr gut	0,86	Sehr gut
Längsee	0,95	Sehr gut	0,93	Sehr gut

Das geringste Algenbiovolumen hatte der Weißensee, es betrug 0,252 mm³/l. Beim Keutschacher See lieferte einzig die Kenngröße Chlorophyll-a mit einem nEQR von 0,76 ein „Gut“.

Beim Klopeiner See wich der Brettum-Index (nEQR: 0,71 – „gut“) deutlich vom Referenzwert ab, was ausschlaggebend für die Bewertung „Gut“ war. Der ökologische Zustand des Ossiacher Sees fiel zum dritten Mal in Folge in die „gute“ Zustandsklasse, 2022 ergaben Chlorophyll-a und Biovolumen ein „Mäßig“ und der Brettum-Index ein „Gut“. Entsprechend den Abweichungen von den Referenzwerten gaben beim Wörthersee alle drei Kenngrößen ein „Gut“.

Allgemein physikalisch-chemische Parameter

Die verwendeten Kenngrößen zur Bestimmung des ökologischen Zustandes hinsichtlich der allgemein physikalisch-chemischen Parameter sind die Sichttiefe, die Temperaturverhältnisse und der Sauerstoffgehalt in der Tiefe, der Salzgehalt, der Versauerungszustand und die Nährstoffverhältnisse.

Die Bewertung des sehr guten Zustandes erfolgt typabhängig auf Basis der Sichttiefe und des Gesamt-Phosphor-Gehaltes im Mixolimnion (dem zirkulierenden Wasserkörper). Die Klassengrenzen sehr gut/gut sind als Grenzwerte zu verstehen. Temperatur, Chlorid-Konzentration, pH-Wert und Sauerstoffsättigung im Hypolimnion werden typabhängig nur zur Bewertung des guten Zustandes herangezogen (Bandbreite sehr gut/gut muss eingehalten sein). Bei meromiktischen Seen wird der Parameter Sauerstoffsättigung im Hypolimnion nicht in der Auswertung berücksichtigt.

Die Ergebnisse der allgemein physikalisch-chemischen Parameter sind als 3-Jahresmittel (2020-2022) in der

Tab. 5 dargestellt.

Beim Millstätter See und Weißensee bestätigten die physikalisch-chemischen Parameter mit allen Komponenten einen „sehr guten“ Zustand, der auch durch das Phytoplankton zum Ausdruck kam.

Tab. 5: Ökologischer Zustand - Allgemein physikalisch-chemische Parameter; 3-Jahresmittel 2020-2022.

Allgemein physikalisch-chemische Parameter - 3-Jahresmittel (2020-2022):						
See	Temperatur Hypolimnion (4-6°C)	Chlorid-Konzentration (< 150 mg/l)	pH Wert (7,5-9)	Hypolimnische Sauerstoffsättigung (>70 % / >30 %)	Phosphor gesamt Mixolimnion EQR-Wert	Sichttiefe EQR-Wert
Faaker See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreit	sehr gut 1,67	gut 0,72
Keutschacher See	außerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	sehr gut 0,70	gut 0,63
Klopeiner See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	gut 0,62	sehr gut 0,98
Millstätter See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	sehr gut 1,18	sehr gut 1,00
Ossiacher See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	außerhalb Bandbreite	gut 0,45	mäßig 0,49
Weißensee	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	sehr gut 1,30	sehr gut 1,05
Wörthersee	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	gut 0,47	gut 0,55
Pressegger See	außerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	sehr gut 0,80	gut 0,60
Längsee	innerhalb Bandbreit	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	Nicht bewertet	Gut 0,61	sehr gut 0,99

Zeigt das Phytoplankton beim Faaker See, und Keutschacher See den „sehr guten“ Zustand an, weicht bei den physikalisch-chemischen Parameter die Komponente Sichttiefe von diesem ab. Beim Faaker See gab die Sichttiefe aufgrund von mineralischen Trübstoffen (Kalkpartikel) aus den Zubringerbächen und nicht aufgrund der Algenentwicklung ein „Gut“ wieder. Beim Keutschacher See trug die biogene Entkalkung zur Verminderung der Sichttiefe und damit zum „Gut“ bei. Auch lag die hypolimnische Temperatur beim Keutschacher See, wie beim Pressegger See außerhalb der Bandbreite für den „sehr guten und guten“ Zustand, was jedoch keine anthropogene Ursache hat.

Beim Klopeiner See und Längsee ergaben sich für den Gesamt-Phosphor im Mixolimnion ein „Gut“ und für die Sichttiefe ein „Sehr gut“. Beim Wörthersee gab die Komponente Gesamt-Phosphor und Sichttiefe den „guten“ Zustand an. Nur beim Ossiacher See gab die Sichttiefe die „mäßige“ ökologische Zustandsklasse wieder.

Makrophyten und Fische

In Tab. 6 sind die Bewertungsergebnisse der biologischen Qualitätselemente Makrophyten und Fische angeführt. Die Erhebungen erfolgten im Zeitraum von 2003 bis 2021.

Tab. 6: Ökologischer Zustand - Makrophyten und Fische.

See	Makrophyten		Fische	
	Jahr	BewertungR	Jahr	Bewertung
Faaker See	2003	gut	2003	keine Bewertung möglich
Keutschacher See	2017	gut	2017	sehr gut
Klopeiner See	2017	gut	2016	gut
Millstätter See	2007	gut	2007	gut
Ossiacher See	2009	unbefriedigend	2014	gut
Weißensee	2004	sehr gut	2018	keine Bewertung möglich
Wörthersee	2007	gut	2004	gut
	2021	mäßig		
Pressegger See			2013	sehr gut
Längsee			2013	sehr gut

Im Auftrag des Bundes (BM Landwirtschaft, Regionen und Tourismus) wurden die Erhebungen und Bewertungen für Wasserpflanzen – Makrophyten vom Büro Systema Bio- und Management Consulting GmbH (Pall et al.) und für Fische vom Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde (Gassner et al.) durchgeführt. Ebenso im Auftrag des Bundesministeriums erfolgte 2021 eine Wiederholungsbeobachtung der Makrophyten am Wörthersee durch Mitarbeiter des Kärntner Institutes für Seenforschung, Abteilung 8 Umwelt, Naturschutz und Klimakoordination des Amtes der Kärntner Landesregierung.

Mit dem im Zuge von Genehmigungsverfahren diverser Seeeinbauten am Wörthersee durchgeführten Beweissicherungen wurden in den vergangenen Jahren auffällige Veränderungen der Unterwasservegetation beobachtet. Diese Beobachtungen gaben Anlass für eine neuerliche Zustandsbewertung des Qualitätselementes Makrophyten.

Im August 2021 fand eine Wiederholungsbeobachtung des Qualitätselementes Makrophyten (Wasserpflanzen) am Wörthersee statt, wobei ein „mäßiger“ Zustand festgestellt wurde. Der Gesamt-EQR lag mit 0,59 knapp unter der Grenze zu „gut“[1]. Nach dem Prinzip „One out, all out“ ist der ökologische Gesamt-Zustand des Wörthersees als „mäßig“ zu betrachten. Dies hat dazu geführt, dass der Wörthersee nun auch im Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGP) 2021 mit „mäßigem ökologischen Zustand“ gelistet wurde.

Mit dem Inkrafttreten der Wasserrahmenrichtlinie (RL 2000/60/EG; WRRL) gilt in Österreich ein Verschlechterungsverbot bzw. ein Verbesserungsgebot für stehende Gewässer (Fläche > 0,5 Quadratkilometer). Der „gute ökologische Zustand“ ist zu erhalten bzw. gegebenenfalls zu erreichen. Das Ziel ist ein Zustand, der vom weitgehend anthropogen unbeeinflussten „sehr guten" Zustand nur geringfügig abweicht. Entsprechende Maßnahmen sind im Gewässer selbst oder in den angrenzenden Landökosystemen zu setzen. Vom Land Kärnten bzw. den Abteilungen 12 und 8 - Wasserwirtschaft sowie Umwelt, Naturschutz und Klimakoordination wird im Rahmens des „Schutz- und Nutzungskonzeptes Wörthersee“ nach möglichen Ursachen geforscht, deren Ergebnisse Ende des Jahres 2023 vorliegen werden.

Es ist hinlänglich bekannt, dass der Wörthersee einem enormen Nutzungsdruck ausgesetzt ist. Die zahlreichen Freizeitaktivitäten am See belasten vor allem die Ufer und die natürliche Ufervegetation. Mit dem steigenden Bedarf an Badestegen und Bootsanlegestellen werden die Ufer zunehmend verändert und natürliche Unterwasserpflanzen-, Schwimmblatt- und Schilfbestände immer mehr verdrängt. Hierdurch kommt es zu einer Störung der Puffer- und Filterwirkung bzw. zur Verminderung der Selbstreinigungskraft des Gewässerökosystems, die durch eine unbelastete Ufervegetation gegeben wäre.

Durch den weiträumig fehlenden und für viele Wasserorganismen schutzbietenden Schilfbestand wird nicht nur der diffuse Nährstoffeintrag in den See erhöht, sondern auch die Wirkung von Boots- bzw. Schiffswellen im Flachwasser verstärkt.

Ebenfalls eine bedeutende Rolle für die Entwicklung der Unterwasservegetation spielt der Fischbestand. Besonders karpfenartige Fische wühlen im Sediment des Flachwassers und tragen so zum Schwund der Vegetation bei. Um den aktuellen Fischbestand des Wörthersees festzustellen, wurde das Bundesamt für Wasserwirtschaft erneut vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft beauftragt im Jahr 2022 eine leitfadenkonforme Erhebung im Wörthersee durchzuführen.

[1] FRIEDL M. 2021: Qualitätselement Makrophyten Wörthersee – Wiederholungsbeobachtung 2021 Teil A Bewertung und Teil B Transektvergleich.

Probenahme

Die Wasserproben werden unter Berücksichtigung der Temperatur bedingten Mischungs- und Schichtungsphasen den Seen entnommen.

Im Jahr 2022 überprüfte das Land Kärnten (Abteilung 8 Umwelt, Naturschutz Klimakoordination) die Wasserqualität von insgesamt 40 Kärntner Seen. Vier Gütekontrollen fanden an insgesamt 13 Seen des Landes statt. Neben den großen Seen (> 50 Hektar): Wörthersee, Millstätter See, Ossiacher See, Weißensee, Klopeiner See, Faaker See und Keutschacher See gab es am Pressegger See, Längsee, Afritzer See, Feldsee, Goggausee und Hörzendorfer See vier Untersuchungstermine. Da am Hörzendorfer See Maßnahmen zur Verbesserung der trophischen Situation geplant werden, wurde ebenfalls viermal untersucht.

An 27 weiteren Seen fanden die Wassergütekontrollen wie üblich zweimal, zu Beginn und am Ende der sommerlichen Schichtungsphase, statt. Vom Forstsee gab es 2022 im Zuge der Sanierungsarbeiten am Kraftwerk abermals eine Absenkung des Wasserspiegels, weswegen nur eine Probenahme erfolgte.

Über das Routineprogramm hinausgehend gab es vier Untersuchungen im Ostbecken des Ossiacher Sees, im mittleren und östlichen Becken des Wörthersees und zwei Untersuchungen im Westbecken des Weißensees sowie im Vorteich des Flatschacher Sees. In den Absetzbecken des Bleistätter Moores fanden fünf Kontrollen statt.

Das Kärntner Institut für Seenforschung hat im Jahr 2022 insgesamt 138 Gütekontrollen an stehenden Gewässern durchgeführt und dabei 703 Wasserproben für chemische Wasseranalysen entnommen. Des Weiteren wurden für die Analyse des Algenbiovolumens 264 und für die qualitative Analyse der Algenarten 139 Wasserproben entnommen. Für die Analyse des Zooplanktons gab es 44 Proben für die quantitative Bestimmung der Individuendichten und 24 Proben für die qualitative Auswertung.

Tab. 7: Anzahl 2021 entnommener Proben.

Probenart	Anzahl
chemisch-physik. Wasseranalyse	703
quantitative Phytoplanktonanalyse	264
qualitative Phytoplanktonanalyse	139
Chlorophyll-a Analyse	304
quantitative Zooplanktonanalyse	44
qualitative Zooplanktonanalyse	24
Summe Proben	1.466

304 Wasserproben wurden für die Messung der Chlorophyll-a-Konzentrationen gezogen. In Summe wurden den Kärntner Seen 1.466 Wasserproben entnommen. Während der Probenahme wurden insgesamt aus 1.212 Tiefenstufen vier Vorortwerte registriert (Tab. 7). Neben den Parametern Wassertemperatur, Sauerstoff, pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit, die je See in bestimmten Tiefen gemessen werden, werden im Protokoll auch Angaben zur Färbung, Trübung oder Geruch der Wasserproben gemacht sowie das Wetter oder das Auftreten von Oberflächenfilmen vermerkt.

Die entnommenen Wasserproben wurden im Labor des Instituts für Lebensmitteluntersuchung, Veterinärmedizin und Umwelt der Abteilung 5 Gesundheit und Pflege des Landes Kärnten auf maximal 48 Messwerte hin analysiert und von Mitarbeitern des Kärntner Institutes für Seenforschung auf ihre Plausibilität geprüft.

Limnologie

Mit Sichttiefe, Gesamt-Phosphor und Algenbiovolumen werden folgend die Ergebnisse ausgewählter limnologischer Parameter zusammenfassend präsentiert.

Sichttiefe

Die Sichttiefe (Abb. 6) wird mittels einer kreisrunden „Secchi-Scheibe“ erhoben. Diese wird an einem Maßband soweit ins Wasser versenkt, bis sie gerade nicht mehr sichtbar ist. Der gemessene Wert, beziehungsweise die Sichttiefe multipliziert mit 2,5, gibt annäherungsweise jene Tiefe wieder, bis in die ausreichend Licht für die Photosyntheseaktivität der Schwebealgen vordringt (euphotische Zone). Somit liefert die Sichttiefe als Maß für die Transparenz des Wassers einen ersten Hinweis zur

Algenmenge bzw. zur Nährstoffsituation insbesondere des Phosphors.

Zusätzlich können Schwebealgen dem Wasser so viel Kohlendioxid entziehen, sodass feinste Kalkkristalle ausfallen, die ebenfalls zur Trübe beitragen. Die türkisblaue Farbe einiger Seen ist auf diese sogenannte „biogene Entkalkung" zurückzuführen. Aber nicht nur Schwebealgen, sondern auch feinste mineralische oder organische Teilchen, die aus dem Umland infolge von Starkregenereignissen oder über Zuflüsse eingeschwemmt werden, trüben das Wasser.

2022 zählten der Weißensee mit einer maximalen Sichttiefe von 12,5 Meter, der Millstätter See mit 11,5 Meter und der Klopeiner See mit acht Meter zu den klarsten Seen des Landes (Abb. 7). Alle diese drei Seen erzielten in der kalten Jahreszeit ihre größte Transparenz.

Sehr klar waren in der kalten Jahreszeit auch der Feldsee (7,3 m), der Wörthersee (6,6 m), der Längsee (6,5 m) und der Faaker See (6,2 m). Der St. Johanner Badesee (6,7 m), der Turracher See (6,5 m), der Ossiacher See (6,4 m) und der Greifenburger Badesee (6,3 m) waren in den Frühsommermonaten sehr klar.

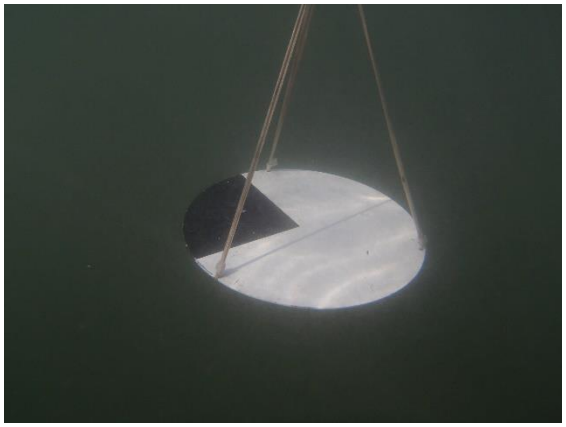


Abb. 6: Sichtiefenmessung mit Secchi-Scheibe. Foto: KIS G. Santner.

Maximale Sichttiefen unter zwei Meter wurden an einigen kleineren Seen gemessen, deren Trübungen durch Schwebealgen verursacht wurden. Stets waren hohe Chlorophyll-a-Konzentrationen mit geringen Sichttiefen korreliert. Die minimalste Sichttiefe betrug 0,5 Meter und wurde im Pirkdorfer See gemessen.

Gesamt-Phosphor-Konzentration

Um den Einfluss des Pflanzennährstoffs Phosphor auf die Transparenz des Wassers aufzuzeigen, sind in der Abb. 7 die Gesamt-Phosphor-Konzentrationen aller untersuchten Seen sowie das Westbecken des Weißensees, das Ostbecken des Ossiacher Sees und der Flatschacher Vorteich den Sichttiefenwerten gegenübergestellt. Auf der unteren Achse sind die mittleren Gesamt-Phosphor-Konzentrationen des Epilimnions (0 – 6 m) ansteigend von sehr nährstoffarm bzw. oligotroph (< 10 µg/l) bis sehr nährstoffreich bzw. eutroph (> 40 µg/l) aufgetragen. Auf der oberen Achse sind die maximal gemessenen Sichttiefen angezeigt.

Seen mit Gesamt-Phosphor-Konzentrationen kleiner als zehn Mikrogramm pro Liter zeigen häufig hohe Sichttiefenwerte. 2022 schwankten die Sichttiefen zwischen maximal 12,5 Meter im Weißensee und 3,6 Meter im Ferlacher Badesee. Die große Schwankungsbreite der Sichttiefen in nährstoffarmen Seen kann wie beim Ferlacher Badesee damit zusammenhängen, dass vom Badesteg gemessen wird, wo durch Badende mehr Sediment aufgewirbelt wird.

Bei den schwach mesotrophen Seen mit Gesamt-Phosphor-Konzentrationen zwischen 10 µg/l und 15 µg/l, lagen die Sichttiefen zwischen zwei Meter und 6,4 Meter (Ossiacher See). An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass in der Grafik neben den tiefen auch die seichten Seen dargestellt sind. Nährstoffarme seichte Seen mit geringer Menge an Schwebealgen erscheinen stärker getrübt als tiefe Seen mit ähnlicher Nährstoffsituation und Algenmenge.

Seen mit Gesamt-Phosphor-Konzentrationen größer als 15 µg/l (meso- bis eutroph) waren durch geringe Sichttiefen gekennzeichnet. Die Maximalwerte streuten zwischen einen Meter und 7,3 Meter (Feldsee). Beim Feldsee wurde der hohe Sichttiefenwert im März gleich nach der Temperaturgleiche bzw. der Zirkulation gemessen.

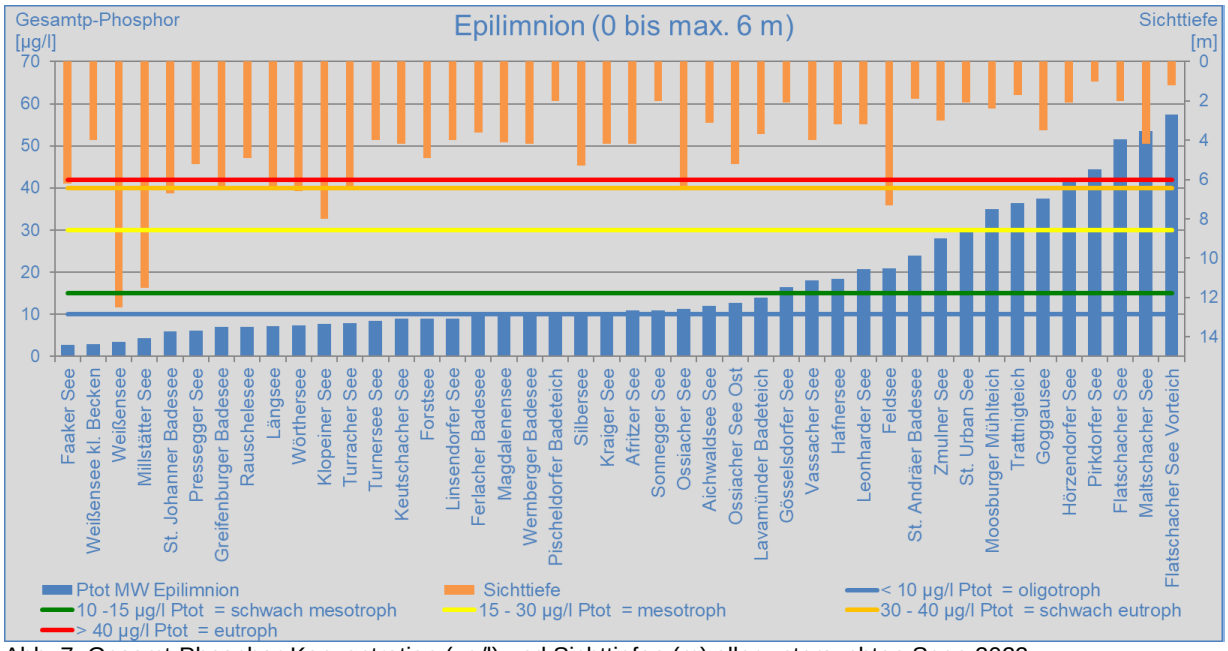


Abb. 7: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und Sichttiefen (m) aller untersuchten Seen 2022.

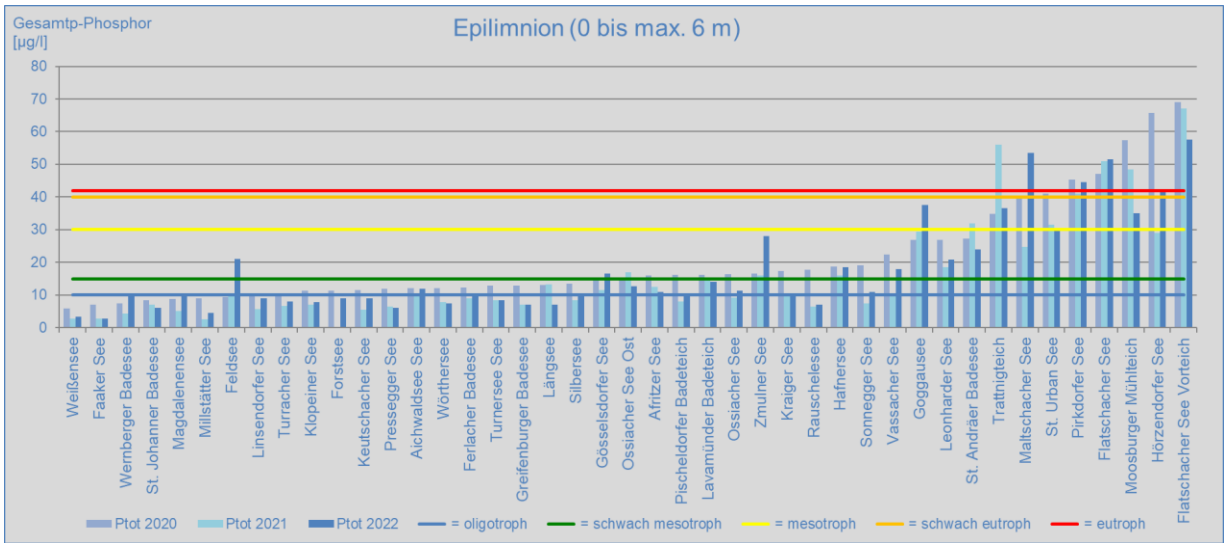


Abb. 8: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) aller untersuchten Seen im Vergleich von 2020 bis 2022.

Im Vergleich zum Jahr 2020 und 2021 ist aufgefallen, dass 2021 nahezu an allen untersuchten Seen die mittleren Gesamt-Phosphor-Konzentrationen des Epilimnions abgenommen hatten (Abb. 8). Das sehr trockene Jahr 2021 mit wenig Niederschlag in der warmen Jahreszeit trug dazu bei, dass nährstoffreiche Einschwemmungen aus dem Umland ausblieben und den Gewässern der Nachschub an Nährstoffen fehlte. Ähnlich niederschlagsarm verlief das Jahr 2022 und bei den meisten Seen fiel das Nährstoffniveau ähnlich aus wie 2021. Nur beim Feldsee, Zmulner See und Maltschacher See war 2022 wieder eine deutlich höhere mittlere Gesamt-Phosphor-Konzentration im Epilimnion zu messen.

Die Abb. 9 zeigt jene Seen, für die das Algen-Biovolumen des Epilimnions (0 – 6 m) im Untersuchungsjahr 2022 analysiert wurde und stellt es der Gesamt-Phosphor Konzentration und der Sichttiefe gegenüber. Geordnet sind die Seen nach ansteigender Gesamt-Phosphor-Konzentration. Die Konzentration an Gesamt-Phosphor bestimmt im Wesentlichen die Algenmenge.

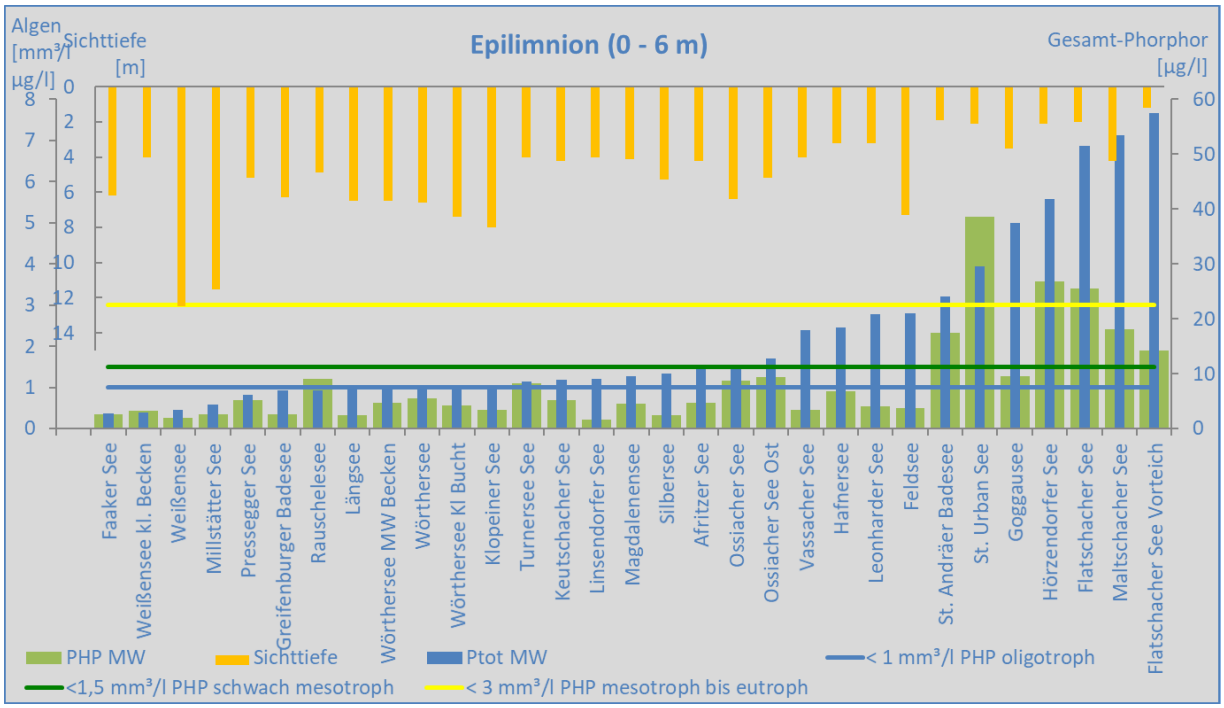


Abb. 9: Phytoplankton-Biovolumen (mm³/l), Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) im Epilimnion (0 – max. 6 m) und Sichttiefen (m) 2022.

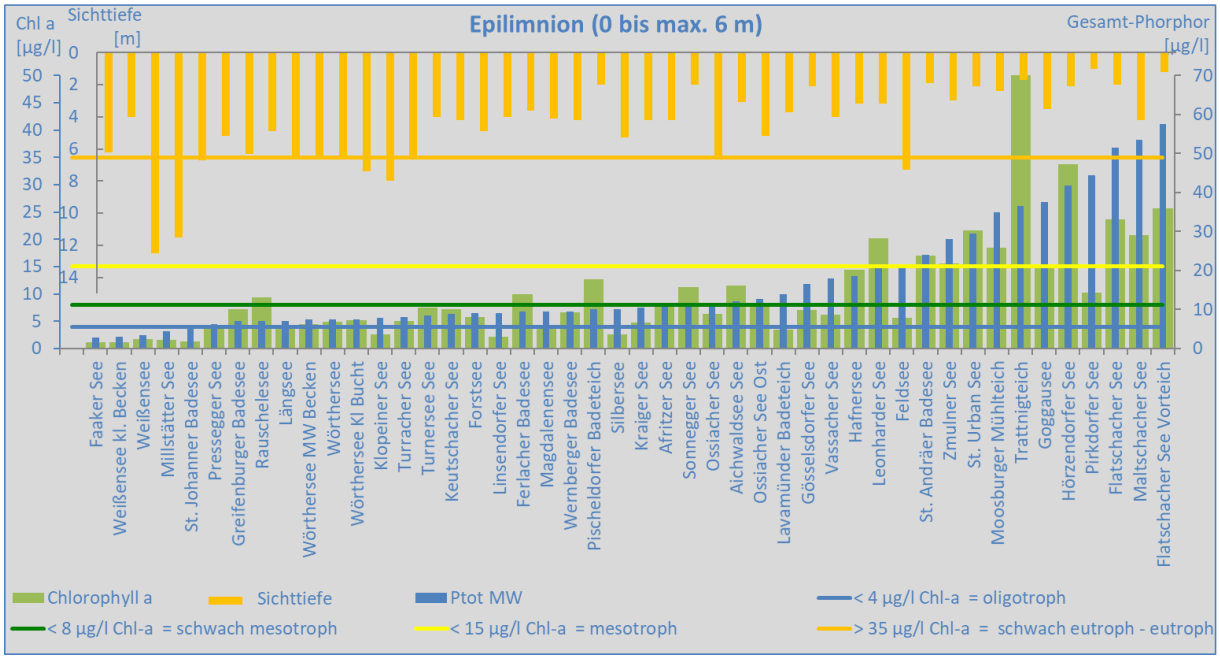


Abb. 10: Chlorophyll-a- (µg/l) und Gesamt-Phophor-Konzentration (µg/l) im Epilimnion (0 – max. 6m) und Sichttiefe im Jahr 2022.

Einen weiteren Anhaltspunkt für die Primärproduktion bzw. Algenmenge liefert das Chlorophyll-a. In Abb. 10 werden die untersuchten Seen nach ansteigender Gesamt-Phosphor-Konzentration gereiht und zusammen mit der Chlorophyll-a-Konzentration und der Sichttiefe dargestellt. Ähnlich wie bei der Algenbiomasse korrelieren auch hohe Chlorophyll-a-Werte mit hohen Phosphor-Konzentrationen und geringen Sichttiefen.

Nährstoffeintrag

Nährstoffe gelangen über Zuflüsse, Oberflächenabfluss und seit einiger Zeit leider auch verstärkt durch das Futter, das zum Anlocken von Fischen dient, in Gewässer.

Durch **Starkregenereignisse** können große Nährstoffeinträge aus dem Umland in ein Gewässer erfolgen. Ein Nährstoffeintrag in ein tiefes Gewässer

gelangt meist rasch in tiefere Wasserschichten. Damit haben sie für die Algenentwicklung im Epilimnion während des Sommers kaum eine Bedeutung. In einem seichten See aber verbleiben die Nährstoffe in der lichtdurchfluteten und damit in der photosynthetisch aktiven Zone, in der sich die Algen vermehren. Deswegen reagieren seichte Seen rasch auf Nährstoffeinträge aus dem Umland und erklärt warum sie von einem zum anderen Jahr unterschiedlich bewertet werden. Häufig sind davon kleine Badeseen betroffen, die von landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen umgeben sind. Aber nicht nur Nährstoffe, sondern auch Schadstoffe, die in der Landwirtschaft zum Schutz von Kulturpflanzen Anwendung finden, gelangen mit dem Niederschlagsabfluss in die Gewässer.

Ein weiterer Nährstoffeintrag, der nicht mehr zu vernachlässigen ist, wird in den von Sportfischern zum Anfüttern verwendeten **Lockfuttermittel** gesehen. Ihr Phosphor und Stickstoffanteil ist sehr hoch. Futter das nicht gefressen wird, wird unter Sauerstoffverbrauch von Mikroorganismen zersetzt. Als Folge kann besonders an kleinen Seen schon frühzeitig ein völliger Sauerstoffschwund über Grund beobachtet werden, der typischerweise erst gegen Ende des Sommers zu erwarten wäre.

Zudem ist zu erwähnen, dass kleine Seen empfindlich auch gegenüber der klimatisch bedingten Erwärmung des Seewassers sind. Bei höheren Temperaturen laufen mikrobielle Stoffumsetzungen rascher ab und so stehen die Nährstoffe während des Sommers mehrfach zur Verfügung (interner Nährstoffkreislauf).

An Gewässern mit gleichzeitiger Badenutzung wird aus gewässerökologischer Sicht dringend geraten das Anfüttern von Fischen zu untersagen. Ebenso ist das Füttern von Wasservögeln zu unterlassen.

Klima

Unter den Begriff Klima versteht der Meteorologe das Wetter, das über einen Zeitraum von mindestens 30 Jahren an einem Ort im Durchschnitt regelmäßig wiederkehrt.

Die globalen Durchschnittstemperaturen sind seit dem Beginn der Industrialisierung Mitte des 18. Jahrhunderts in relativ kurzer Zeit rasch angestiegen. Beschleunigt wird dieser Prozess durch die anthropogen bedingte immer höher werdende Freisetzung von Treibhausgasen in die Atmosphäre.

Die Temperaturerhöhung der Luft hat zur Folge, dass auch die Wassertemperaturen in unseren Seen sukzessive ansteigen und den ökologischen Zustand der Gewässer beeinflussen. So setzt, bedingt durch die wärmeren Wintertemperaturen des Wassers, die thermische Schichtung bereits früher ein als in den vergangenen Jahrzehnten. Erkennbar wird dies heute schon an der Abnahme bzw. der verkürzten Eisbedeckung an unseren Seen.

Erhöht sich die Wassertemperatur, nimmt auch die Löslichkeit des Sauerstoffes im Wasser ab. Gleichzeitig beschleunigen wärmere Temperaturen den Stoffwechsel der Lebewesen im See und der Sauerstoffbedarf wird erhöht. Zudem wird von Mikroorganismen, die organisches Material abbauen, der Sauerstoff im Tiefenwasser aufgezehrt. Der Lebensraum für Fische und wirbellose Tiere wird zusehends eingeschränkt, aber auch die Zusammensetzung der Mikroorganismen verschiebt sich von aeroben zu anaeroben Arten.

Kärnten Klima 2022

Kärnten brach 2022 den Temperaturrekord aus dem Jahr 2019 und war im Mittel das wärmste Jahr seit Messbeginn. Die Jahresmitteltemperatur von 7,2 Grad Celsius wich vom langjährigen Mittel (1961-1990) um +2,3 Grad Celsius ab. Die wärmsten Monate waren Mai und Oktober, der Sommer war der drittwärmste hinter 2003 und 2019.

Kärntenweit war 2022 das trockenste Jahr seit 1971. Besonders der Süden und Osten waren von hohen Niederschlagsdefiziten betroffen. Im Landesmittel fielen etwa 900 mm Niederschlag, womit bei großen regionalen Unterschieden 21 Prozent auf den langjährigen Mittelwert fehlten. Damit war 2022 durch eine beispiellose Kombination aus Wärme und Niederschlagsarmut gekennzeichnet.

Zum vierten Mal in Folge gab es deutlich mehr Sonnenstunden. Besonders sonnenreich verlief das erste Halbjahr. Etwa 1.820 Sonnenstunden gemittelt über Kärnten machen einen markanten Überschuss von 14 Prozent aus.

Praktisch wiesen alle Monate außer dem September (+28 %) ein Niederschlags-defizit auf. Jänner, Februar, März und Oktober waren extrem trocken ([2]). Lesen Sie mehr im „Klima Rückblick Kärnten 2020“.

Hydrologie

Die Wassertemperatur ist von der Lufttemperatur abhängig. Entsprechend der Lufttemperatur erwärmt sich die Wasseroberfläche und gibt die gespeicherte Wärme in der kalten Jahreszeit wieder an die Umgebung ab.

Die Monatsmittel der Lufttemperaturen im Jahr 2022 wichen im Vergleich zum langjährigen Mittel von 1961 bis 1990 nach oben hin ab ([2]). Lediglich der September zeigte minus 0,6 Prozent. Sehr deutlich über dem langjährigen Durchschnitt lagen die Monate Mai (+3,1°°C), Juni (+4,5 °C), Juli (+3,4 °C) und Oktober (+4 °C).

Wassertemperatur

Die Temperaturen an der Wasseroberfläche der Kärntner Seen werden im Zuge der Probenahmen im Rahmen der Gewässergütekontrollen meist an der tiefsten Stelle des Sees oder an einigen seichten Seen vom Steg gemessen.

Von Herrn Dr. Wolfgang Honsig-Erlenburg erhalten wir dankenswerter Weise Temperaturdaten vom Längsee, die in unsere Auswertungen einfließen.

An den großen Badeseen (Faaker See, Klopeiner See, Millstätter See, Ossiacher See, Weißensee und Wörthersee) werden vom Hydrographischen Dienst des Landes Kärnten (Abteilung 12 Wasserwirtschaft (Unterabteilung Wasserhaushalt und Wasserbau) Pegelstationen betrieben, die Wasserstand und Wassertemperatur im Uferbereich automatisch aufzeichnen.

Die Oberflächentemperaturen der von uns untersuchten Seen inklusive der externen Daten vom Längsee werden als Mai/Juni-, August/September Mittel und der Maximalwerte für den Zeitraum von 1996 bis 2022 grafisch dargestellt (Abb. 11). Selbstverständlich können die Seen im Laufe des Sommers auch höhere als von uns gemessene Oberflächentemperaturen erzielen.

Die über alle Seen gemittelten Wassertemperaturen spiegelten das warme Jahr 2022 wider. Wie im Vorjahr (+4,2 °C) wich die Lufttemperatur im Juni mit plus 4,5 Grad Celsius am stärksten vom langjährigen Mittel (Bezugszeitraumes von 1961 bis 1990 ([2]) ab, auch der Mai erzielte ein Plus von 3,1 Prozent. Dass das Mai/Juni-Mittel der Wassertemperatur 2022 dennoch um knapp ein Grad Celsius höher war lag an den kühleren Lufttemperaturen im Mai 2021 (-1,2 %).

Von den langjährigen Mitteln (1996-2022) wichen 2022 das Mai/Juni-Mittel um plus 2,1 Grad Celsius ab, das August/September-Mittel um plus 1,2 Grad Celsius und das Sommermaximum um plus 0,8 Grad Celsius (Abb. 11).

[2] Hiebl J., Orlik A., (2023): Klimarückblick Kärnten 2022, Wien (c) Klimastatusbericht Österreich 20212, Klimarückblick Kärnten, Hrsg. CCCA 2023.

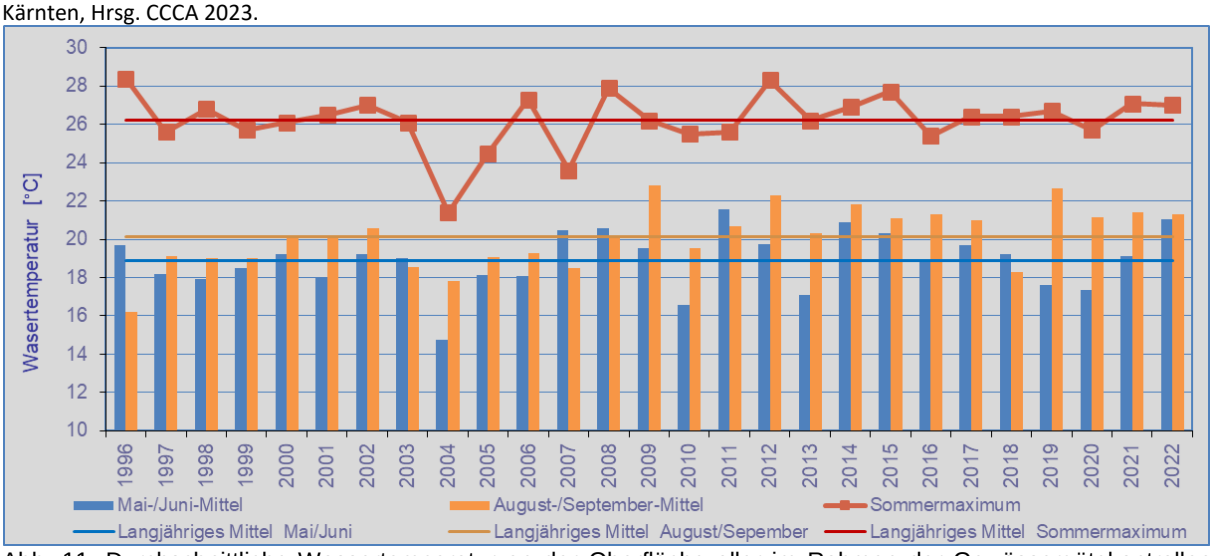


Abb. 11: Durchschnittliche Wassertemperatur an der Oberfläche aller im Rahmen der Gewässergütekontrollen untersuchten Seen von 1996-2022.

Im Folgenden sind die Wassertemperaturen als mittleres, minimales und maximales Tagesmittel von 1991 bis 2020 mit den Tagesmitteln des Jahres 2022 dargestellt.

Die Abb. 12, Abb. 13 und Abb. 14 zeigen die Oberflächentemperaturen der sieben Kärntner Seen, an deren Ufer automatische Pegelschreiber installiert sind.

Entsprechend dem überdurchschnittlich warmen Monaten Jänner und Februar stiegen die Tagesmittel der Wassertemperaturen am Faaker See, Keutschacher See, Millstätter See und Weißensee ab spätestens Mitte Jänner über die langjährigen Tagesmittelwerte an. Klopeiner See, Ossiacher See und Wörthersee erwärmten sich langsamer, die Tagesmittel befanden sich nahe an den langjährigen Mitteln. Ende März war an allen Seen eine kurzfristige Abkühlung zu sehen. Von Mai bis Mitte September stiegen die Tagesmittelwerte aller Seen über die langjährigen Tagesdurchschnitts-Werte in Richtung der langjährigen Maximaltemperaturen an. Die herbstliche Abkühlung verlief überdurchschnittlich warm, zeitweise lagen die Wassertemperaturen über den langjährigen maximalen Tagesmitteln. Kein See kühlte bis Jahresende auf vier Grad Celsius ab.

Wassertemperatur des Faaker Sees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Faak Bundessportheim – PNP 553,82 [müA]

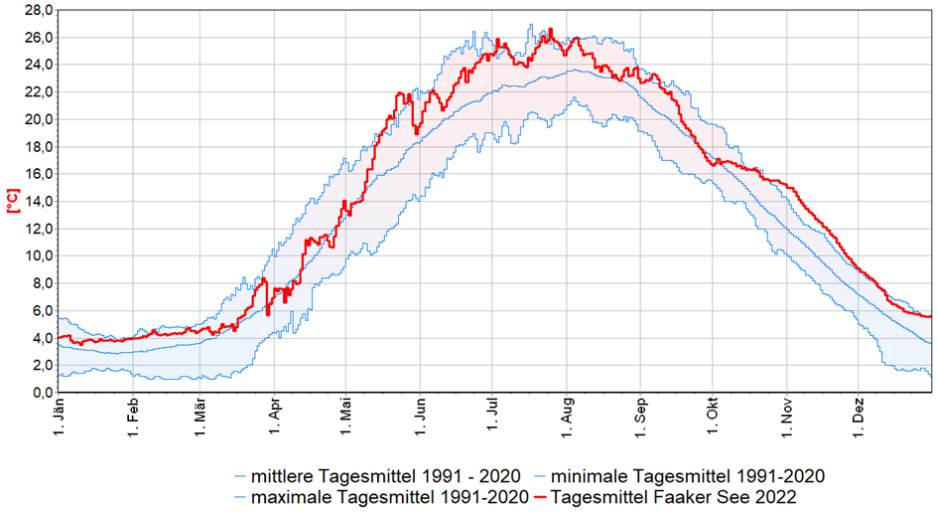
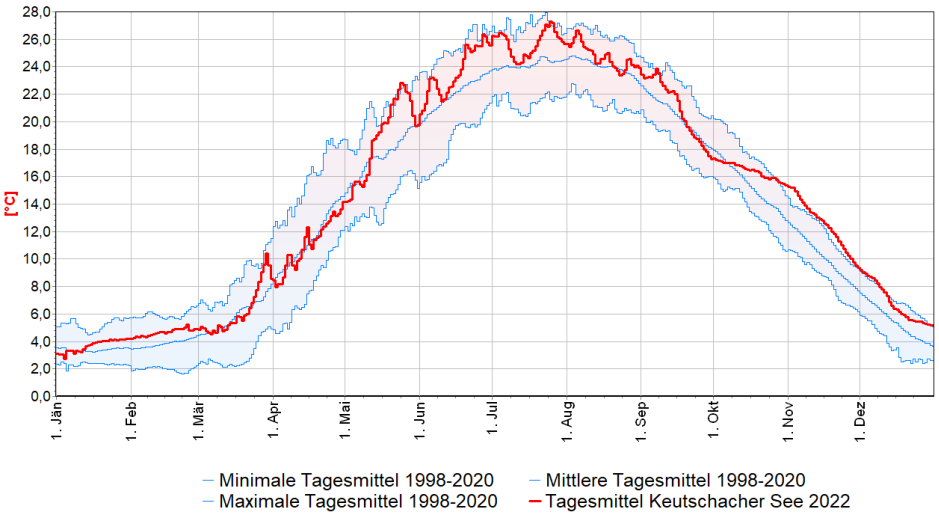
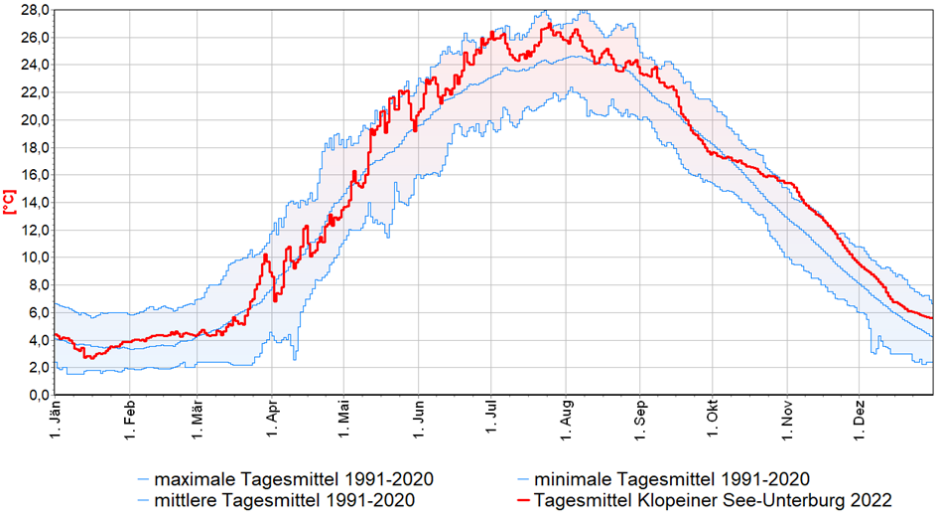


Abb. 12: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (rote Linie); Faaker See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Wassertemperatur des Keutschacher Sees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1994-2020)
Messstation Keutschach-See – PNP 504,64 [müA]



Wassertemperatur des Klopeiner Sees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Unterburg-See – PNP 445,14 [müA]



Wassertemperatur des Millstätter Sees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Millstatt-See – PNP 586,99 [müA]

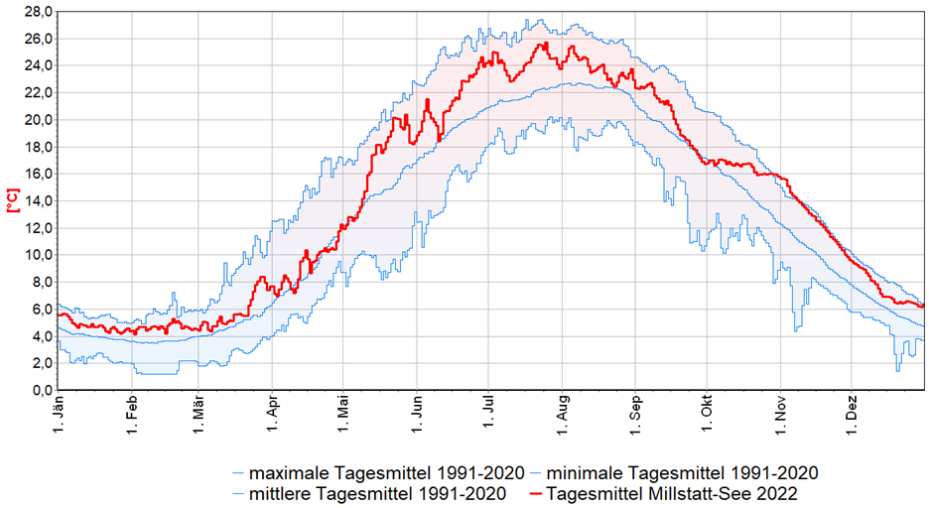
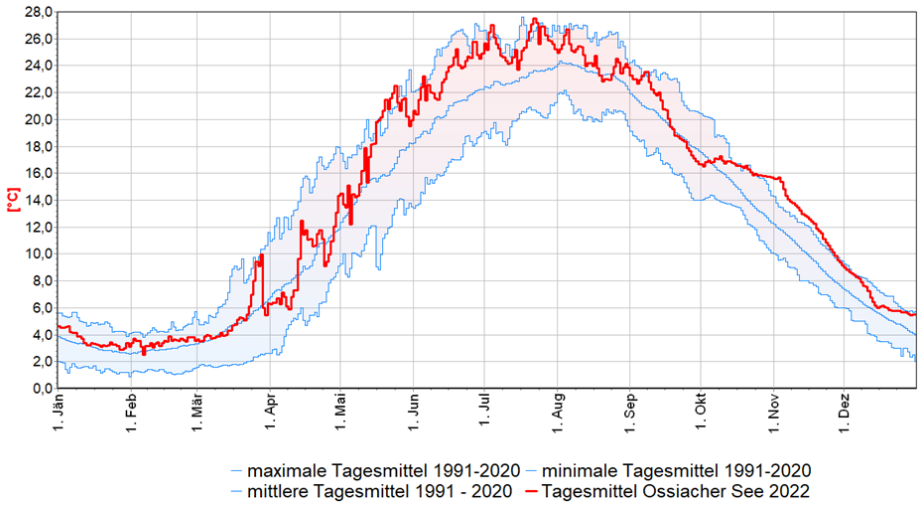
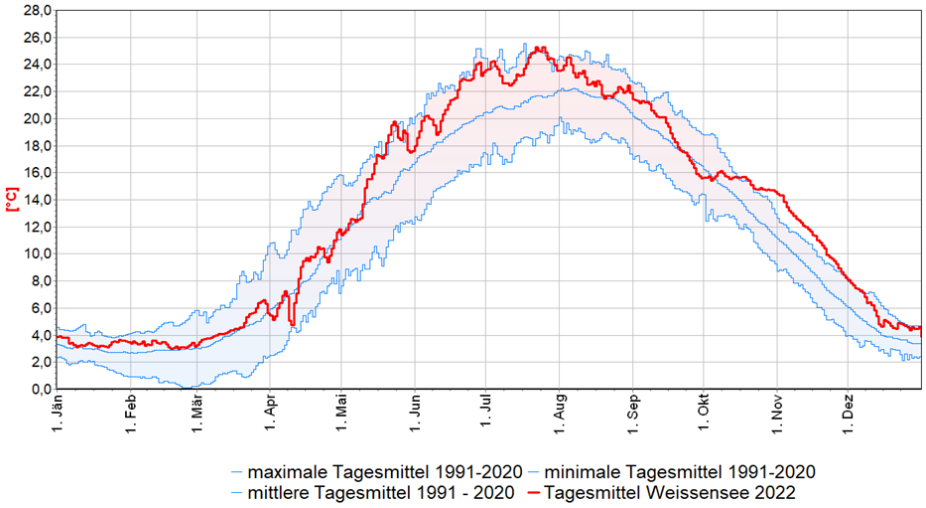


Abb. 13: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (rote Linie) Keutschacher See, Klopeiner See und Millstätter See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Wassertemperatur des Ossiacher Sees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation St. Andrä-See – PNP 500,25 [müA]



Wassertemperatur des Weißensees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Techendorf-See – PNP 928,03 [müA]



Wassertemperatur des Wörthersees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Pörtschach-See – PNP 438,89 [müA]

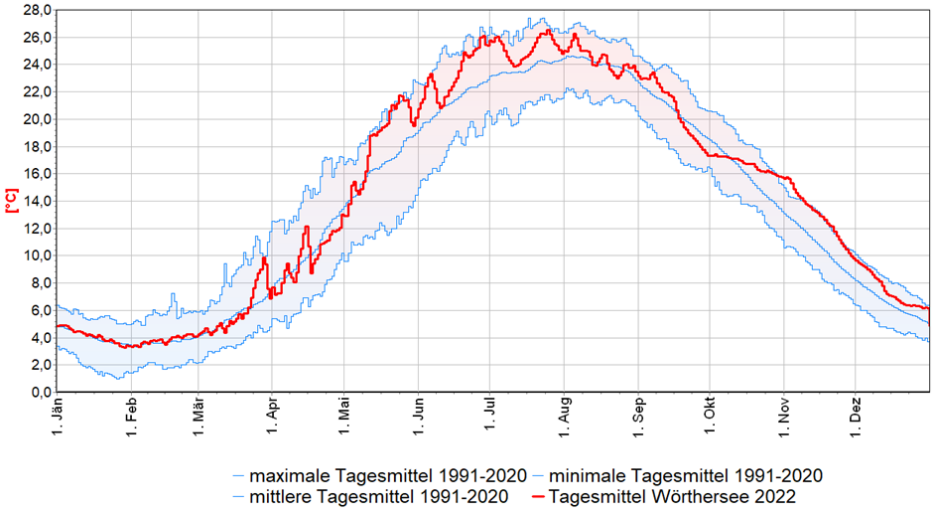


Abb. 14: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (rote Linie); Ossiacher See, Weißensee und Wörthersee; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Wasserstand

Das Niederschlagsdefizit des Jahres 2022 war für niedrige Wasserstände bei den Kärntner Seen verantwortlich. Das ganze Jahr über wiesen der Klopeiner See (Abb. 15, unten), der Millstätter See (Abb. 16, oben) und der Ossiacher See (Abb. 16, Mitte) eine deutliche Abweichung vom langjährigen Tagesmittel auf. In der zweiten Jahreshälfte näherten sich die Tagesmittel sogar den langjährigen minimalen Mittelwerten, die beim Klopeiner See im August und September und beim Millstätter See im Juli sogar unterschritten wurden.

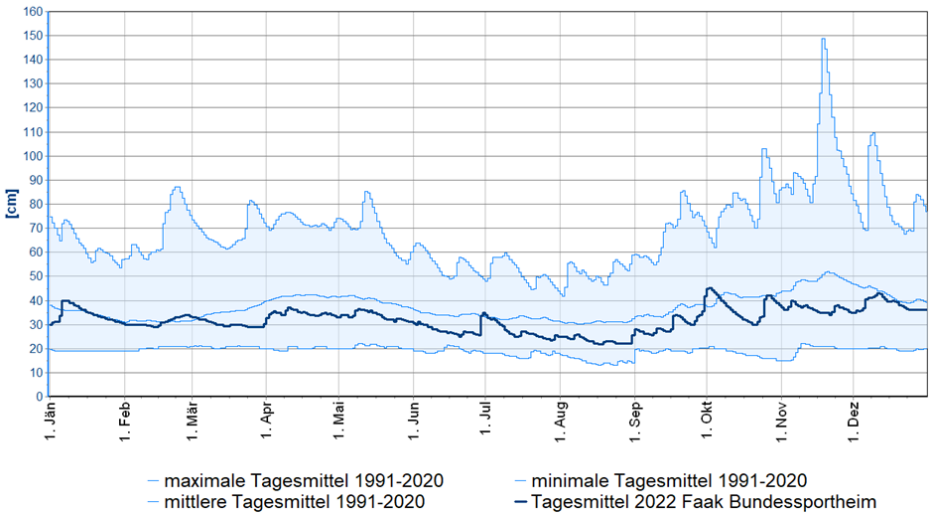
Beim Faaker See (Abb. 15 oben) entsprachen die Tagesmittelwerte 2022 von Jänner bis Anfang März den langjährigen mittleren Tagesmittelwerten (1991-2020). Anschließend lagen die Tagesmittel der Wasserstände bis Ende September, ausgenommen weniger Tage im Juli, stets darunter.

Der Keutschacher See zeigte zu Jahresbeginn Wasserstände, die knapp über dem langjährigen Mittel lagen und bis Anfang Juli von diesem Mittel nur wenig abwichen. In den Sommermonaten waren die Tagesmittelwerte auch deutlich unter dem langjährigen Mittel zu finden. Erst Ende September stiegen sie wieder über das langjährige Mittel hinaus leicht an.

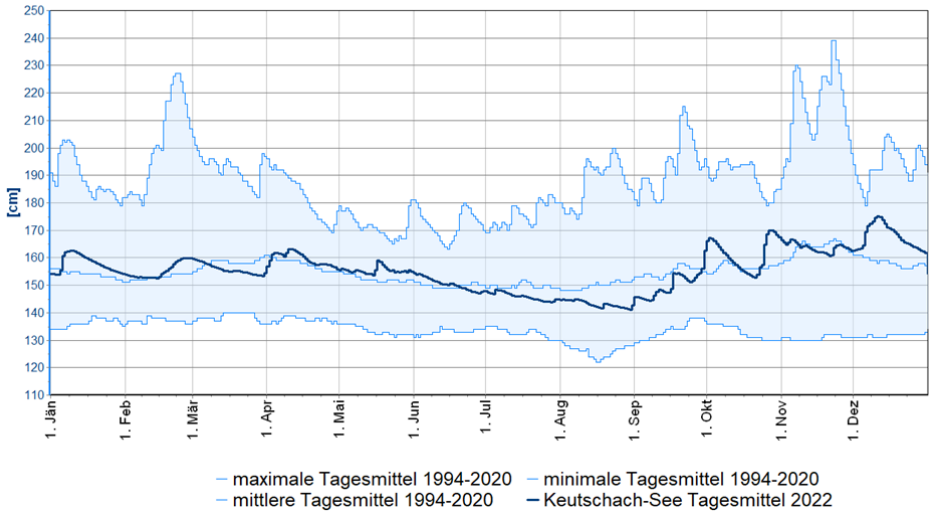
Die mittleren Tagesmittel des Wörthersees lagen 2022 fast durchgehend unter dem langjährigen Tagesmittelwerten (1991-2020). April bis Juni waren sie knapp darüber und bis Mitte August reichten sie fast bis zum langjährigen Minimum. Im Dezember war kurzzeitig ein Wasserstand über dem langjährigen Mittel gegeben.

Im Jahresverlauf variierten die Wasserstände maximal um 35 Zentimeter. Waren es im Jahr 2021 beim Millstätter See 60 Zentimeter betrug die Wasserstandsschwankung 2022 nur 16 Zentimeter (Abb. 16). Mit 31 Zentimeter war die Schwankung beim Wörthersee (Abb. 17) ähnlich hoch wie im Vorjahr (38 cm). Die größte Schwankungsbreite von 35 Zentimeter zeigte der Ossiacher See gefolgt vom Keutschacher See mit 34 Zentimeter. Beim Faaker See und Klopeiner See lagen zwischen minimalen und maximalen Wasserstand je 23 Zentimeter. Eine geringe Wasserstandschwankung war beim Klopeiner See (15 cm), der hauptsächlich über das Grundwasser gespeist wird, geben. Der Weißensee, der beim Abfluss durch ein Wehr reguliert wird zeigte mit zehn Zentimeter die geringste Abweichung vom langjährigen Mittel.

Wasserstand des Faaker Sees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Faak Bundessportheim – PNP 553,82 [müA]



Wasserstand des Keutschacher Sees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1994-2020)
Messstation Keutschach-See – PNP 504,64 [müA]



Wasserstand des Klopeiner Sees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Unterburg-See – PNP 445,14 [müA]

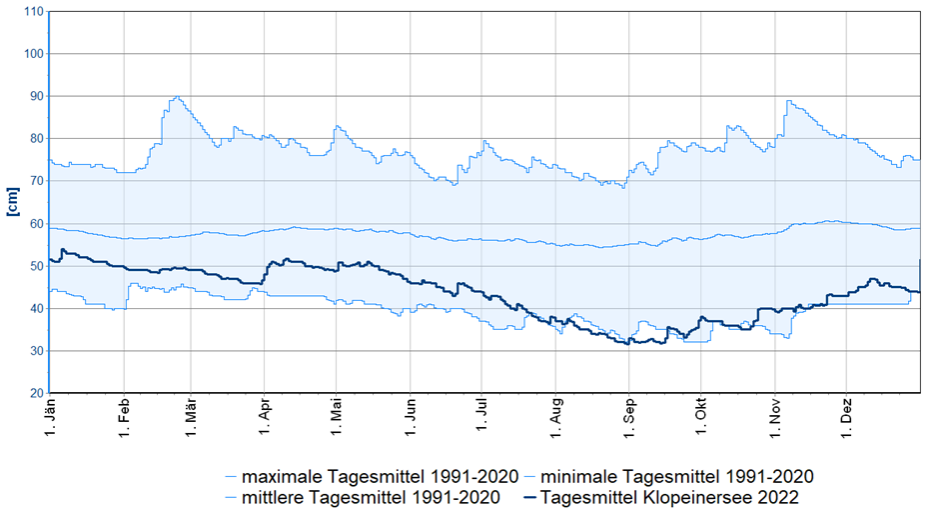
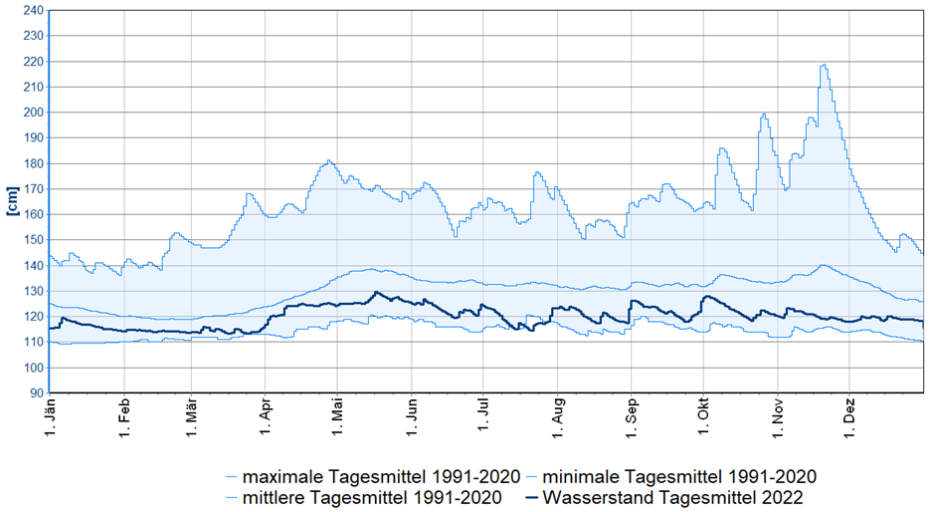
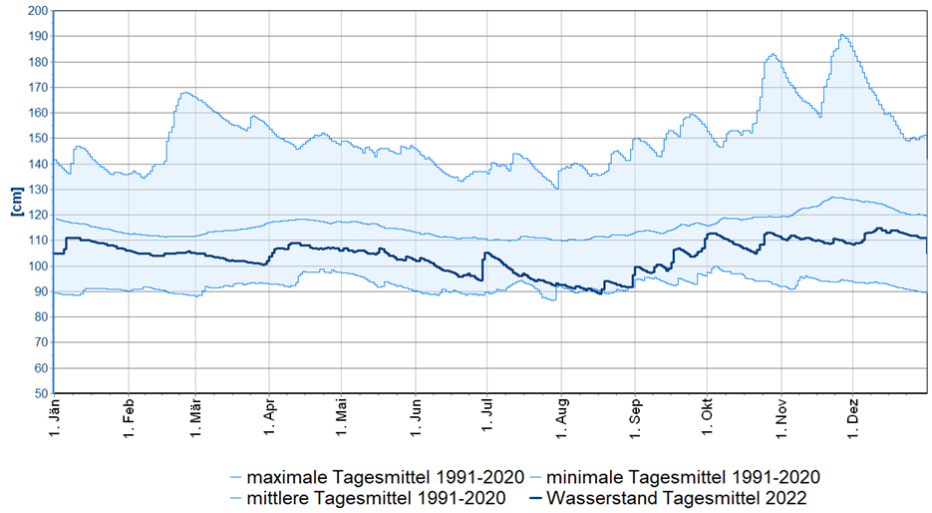


Abb. 15: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (dunkelblau); Faaker See, Keutschacher See, Klopeiner See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Wasserstand des Millstätter Sees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Millstatt-See – PNP 586,99 [müA]



Wasserstand des Ossiacher Sees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation St. Andrä-See – PNP 500,25 [müA]



Wasserstand des Weißensees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Techendorf-See – PNP 928,03 [müA]

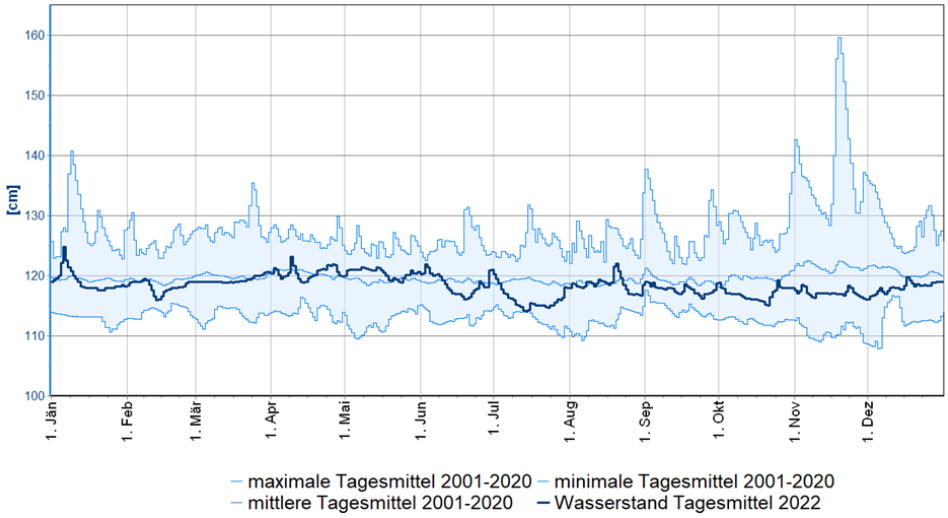


Abb. 16: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (dunkelblau); Millstätter See, Ossiacher See, Weißensee; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Wasserstand des Wörthersees 2022 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Pörtschach-See – PNP 438,89 [müA]

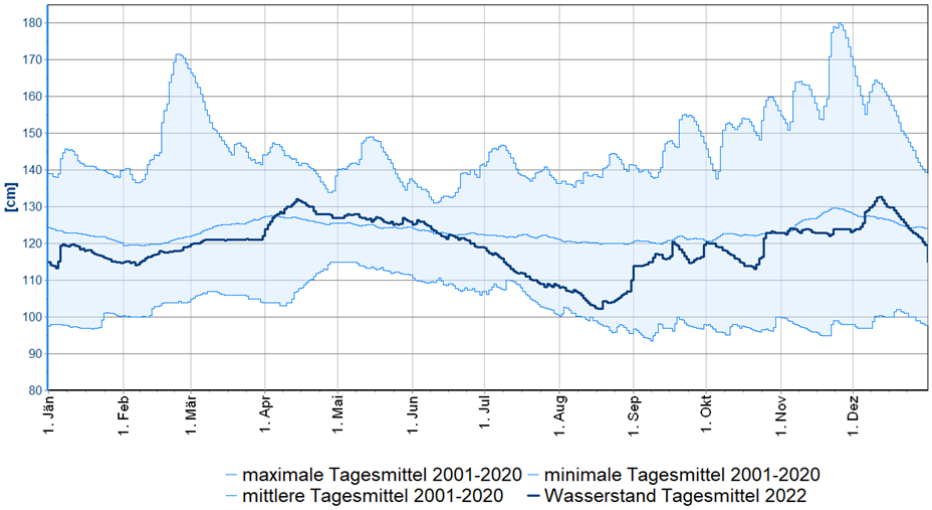


Abb. 17: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (dunkelblau); Wörthersee; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Maßnahmen

Die Kärntner Seen sind ein Anziehungspunkt für Erholungssuchende und Freizeitsportler. Durch die zahlreichen Aktivitäten im und am Wasser bzw. durch die Nutzung der Ufer sind die Seen verschiedensten Belastungen ausgesetzt. Zahlreiche Maßnahmen (Schutzgebiete, Abwasserfernhaltung, Belüftungsanlagen, Tiefenwasserableitung) dienen dem Schutz der Ufer und dem Erhalt oder dem Erreichen der guten Wasserqualität. Dazu zählt an einigen Seen auch das Verbot Fische anzufüttern, was eine erhebliche Nährstoffquelle darstellt.

Makrophyten-Management

Wasserpflanzen tragen wesentlich zum ökologischen Gleichgewicht von Seen bei. Die Nährstoffkonzentration eines Gewässers wirkt sich auf das Pflanzenwachstum, die Bestandsdichte und Ausbreitung und auf das Arteninventar der Wasservegetation (Makrophyten) aus.

Wasserpflanzen besitzen wichtige, oft unbeachtete Funktionen. Sie dienen als Substrat für Aufwuchsorganismen und Fischnährtiere, spenden Schatten und bieten aufgrund ihrer räumlichen Struktur zahlreichen Fischen und Wassertieren Unterschlupf. Besonders die Unterwasser- und Schwimmblattvegetation von Flachwasserzonen ist für viele Fischarten als Laichplatz und Kinderstube von großer Bedeutung. Passenderweise heißen die *Potamogeton*-Arten auch „Laichkräuter“. Ein großer Teil des Sauerstoffs in stehenden Gewässern stammt von den Wasserpflanzen. Das Fehlen oder Vorhandensein von aquatischer Vegetation hat direkte und indirekte Auswirkungen auf beispielsweise Trübe, Algenbildung, Sauerstoffgehalt und Biodiversität. Als Konkurrent um den essentiellen Pflanzennährstoff Phosphor können sie das Wachstum von Algen erheblich beeinflussen und somit zur besseren Transparenz eines Sees beitragen.

Wasserpflanzenbestände stellen wertvolle Lebensräume mit zum Teil geschützten und gefährdeten Pflanzen- und Tierarten dar. Daher ist das Ausreißen und Abmähen von Wasserpflanzen an Kärntner Seen grundsätzlich untersagt.

Mitunter aber wird ein dichter Unterwasserpflanzenbestand von vielen Badegästen als störend empfunden. Sie erschweren bzw. beeinträchtigen den Seezugang bis zum Erreichen der Schwimmtiefe, das Angeln oder verfangen sich in Schiffsschrauben.

Um Nutzungskonflikte vorzubeugen, kann das Mähen von Unterwasserpflanzen für einen ungestörten Badebetrieb genehmigt werden. Eine nachhaltige Schädigung des Pflanzenbestandes muss durch das Mähen jedenfalls vermieden werden. An dieser

Stelle sei erwähnt, dass ein falscher und ungesetzlicher Fischbesatz ebenfalls zu einem nachhaltigen Schaden an Unterwasserpflanzen führen kann.

Ausnahmebewilligung

Zum Schutz der Unterwasserpflanzen ist seit 2017 eine naturschutzrechtliche **Ausnahmebewilligung** entsprechend den Bestimmungen des Kärntner Naturschutzgesetzes 2002 (i.d.g.F.) erforderlich. Besteht ein üppiger und hinderlicher Wasserpflanzenbestand, haben Seegrundstücksbesitzer, Tourismusbetriebe, Gemeinden und Strandbadbetreiber die Möglichkeit bei der zuständigen Bezirksverwaltungsbehörde einen entsprechenden Antrag zum Mähen von Unterwasserpflanzen zu stellen. Mit der Ausnahmebewilligung wird festgelegt unter welchen Bedingungen die Unterwasserpflanzen zu schneiden sind. Wobei kleinflächige Areale vorzugsweise händisch zu mähen sind. Generell gilt, dass eine Reduzierung der Wasserpflanzen nur in dem Ausmaß erfolgen darf, als es für Badezwecke unbedingt erforderlich ist.

Zum Mähen von großen Flächen wird vom Land Kärnten gegen einen Unkostenbeitrag ein Mähboot zur Verfügung gestellt.

Makrophyten-Mähen 2022

Das Mähboot vom Landeswasserbauhof der Abteilung 12, das aufgrund eines Defektes 2021 nicht einsatzbereit war, kam 2022 an vier Gewässern wieder zum Einsatz.

Im Gösselsdorfer See, für den 2021 ein Bescheid mit einer fünfjährigen Befristung erlassen wurde, wurde im Bereich des Strandbades insgesamt zweieinhalb Tage im Mai und im August 2022 gemäht.

Im Pressegger See wurden die Makrophyten im Ein- und Ausfahrtsbereich der Wasserrettung, im Bereich Strandbad Pressegg und vor einem Hotelstrand Bescheid gemäß entfernt.

Entsprechend den naturschutzfachlichen Vorgaben fand am Leonharder See und am Schlossteich in Keutschach je eine eintägige Makrophytenmahd statt.

Das Mähgut ist in jedem Fall in unmittelbarer Gewässernähe abzulagern, ehe es entsorgt wird, damit seltene, geschützte oder gefährdete Arten, die an den Lebensraum Wasser gebunden sind (Libellenlarven usw.) Zeit haben ins Wasser zurückzufinden.

Die Abb. 18 zeigt die jährlichen Betriebsstunden des Mähbootes ab dem Jahr 2003. Das Mähboot war ab diesem Zeitraum zwischen minimal 4 und maximal 232 Stunden im Jahr und insgesamt mit rund 2.130 Stunden im Einsatz.

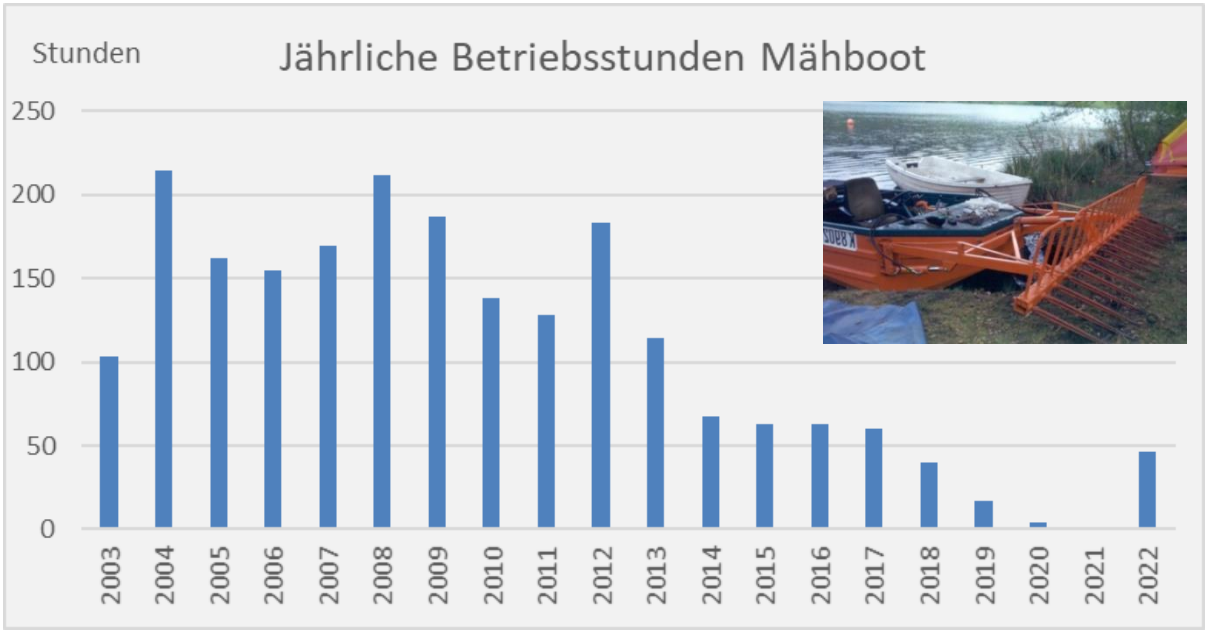


Abb. 18: Betriebsstunden des Mähbootes ab 2003. Foto: Mähboot, KIS L. Schulz.

Bleistätter Moor – Ossiacher See

Das Bleistätter Moor erstreckt sich von Feldkirchen-Rabensdorf bis zum Ossiacher See (rund 600 Hektar). In den 1930-er Jahren wurde es für landwirtschaftliche Zwecke entwässert. Bis 2016 lagen 220 Hektar unter dem Grundwasserspiegel (Polderfläche) und zwei Pumphäuser pumpten das Drainagewasser in die Tiebel. Heute beträgt die Polderfläche ca. 155 Hektar und das anfallende Drainagewasser wird mittels der neu errichteten Pumpen nahe der Bleistätter Moorstraße L50 in die Tiebel geleitet. Insgesamt wurden links und rechts im Mündungsbereich der Tiebel rund 75 Hektar aus der Bewirtschaftung genommen und größtenteils geflutet.

Ausgangspunkt, ein Sanierungsprogramm zu entwickeln, war das wiederholt starke Algenaufkommen seit Mitte der 1990-er Jahre im Ostbecken des Ossiacher Sees sowie die Gefährdung von Wohnhäuser durch Hochwässer infolge nicht mehr funktionsfähiger Drainagen im Bleistätter Moor.

Es folgten intensive limnologische, ökologische und technische Untersuchungen, die zum Ergebnis führten, dass sich die Wasserqualität des Sees durch die Filterwirkung der Absetzbecken (Schweb-, Schad- und Nährstofffalle) verbessern wird. Einen kräftigen Schub zur Umsetzung des Porjektes lieferte das Qualitätselement Makrophyten, dessen Bewertung 2009 einen „unbefriedigenden ökologischen Zustand“ lieferte.

Der Hauptzweck der Absetzbecken ist die Verringerung der Stoffeinträge in den See, die nach wie vor durch die Entwässerung des Moores anfallen, und die Verbesserung der Wasserqualität bzw. die Erreichung des „guten“ ökologischen Zustandes des Ossiacher Sees.

Weitere mit dem Projekt verbundene Ziele waren die Verbesserung des Hochwasserschutzes, die Schaffung von ökologisch wertvollen Lebensräumen sowie die weitere Nutzung des Moores für landwirtschaftliche Zwecke.

Zur Kontrolle der gesetzten Maßnahmen setzt das Land Kärnten (Abt. 8 Umwelt, Energie und Naturschutz, Kärntner Institut für Seenforschung) ein umfangreiches Monitoringprogramm, welches vor den Baumaßnahmen begonnen hat, in geeigneter Form fort.

Abb. 19: Absetzbecken links- und rechtsufrig der Tiebel vor Mündung in den Ossiacher See (Lageplan mit Luftbild: Wasser (ktn.gv.at).

Bauliche Maßnahmen

Die mit dem Sanierungsprojekt verbundenen Maßnahmen begannen in den Jahren 2005 bis 2007 mit der **Räumung der Tiebel** auf einer Länge von 1,3 km und der **Entfernung von Sedimenten** (Saugbagger) **im Mündungsbereich** der Tiebel sowie dem **Bau des Begrenzungsdammes Ost**. 2008 erfolgten Anpassungsarbeiten am **Seeabschlussdamm** und die Errichtung des **Hochwasserschutzdammes** in Steindorf. In den Jahren 2007 bis 2012 fanden **Saugbaggerungen im Ostbecken** des Sees statt.

Um die landwirtschaftliche Nutzung des Moores weiterhin zu gewährleisten, wurde nahe der Landesstraße (L50) im Jahr 2012 ein **Pumpenhaus** errichtet. Die fortwährend aus den verbleibenden Polderflächen (155 Hektar, zuvor 220 Hektar) anfallenden Drainagewässer werden hier kurz vor den Absetzbecken in die Tiebel pumpt. Weitere Drainagerohre des insgesamt rund 600 Hektar großen Moores entwässern die nährstoffreichen Drainagewässer frei in die Tiebel.

2016 wurde die **Tiebelsohlschwelle bei Sonnberg** entfernt.

Im November 2018 wurde die **Tiebelsperre** gebaut und seitdem fließt die Tiebel über die Absetzbecken in den Ossiacher See (Abb. 19).

Ossiacher See

In der Vergangenheit gelangten bis in die 1970-er Jahre die ungeklärten häuslichen Abwässer aus dem Einzugsgebiet in den See. Die Folge waren massive Algenblüten (Eutrophierungserscheinungen). Der Bau der Ringkanalisation und damit das Fernhalten der Abwässer führten im See rasch zu einem Rückgang des Gesamt-Phosphor-Inhaltes (

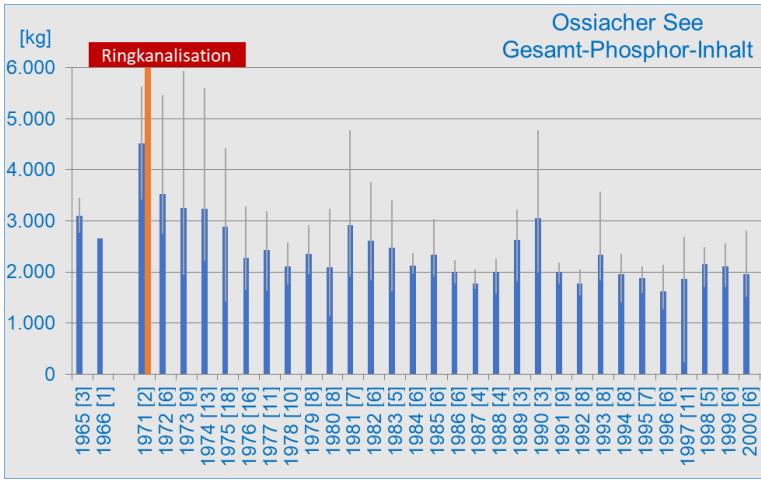


Abb. 20). Dieser Erfolg wurde im Laufe der Zeit jedoch durch die intesive Nutzung des Bleistätter Moores getrübt, da die Tiebel die nährstoffreichen Drainagewässer in den Ossiacher See führt. Mit dem Wirksamwerden der errichteten Absetzbecken im Mündungsbereich der Tiebel ist im Ossiacher See wieder ein Rückgang beim Gesamt-Phosphor zu beobachten.

Der beobachtete Anstieg beim Gesamt-Phosphor von 2021 auf 2022 ist auf das schwere Unwetter Ende Juni 2022 zurückzuführen, in dessen Zuge der See im Westen von Muren schwer betroffen war.

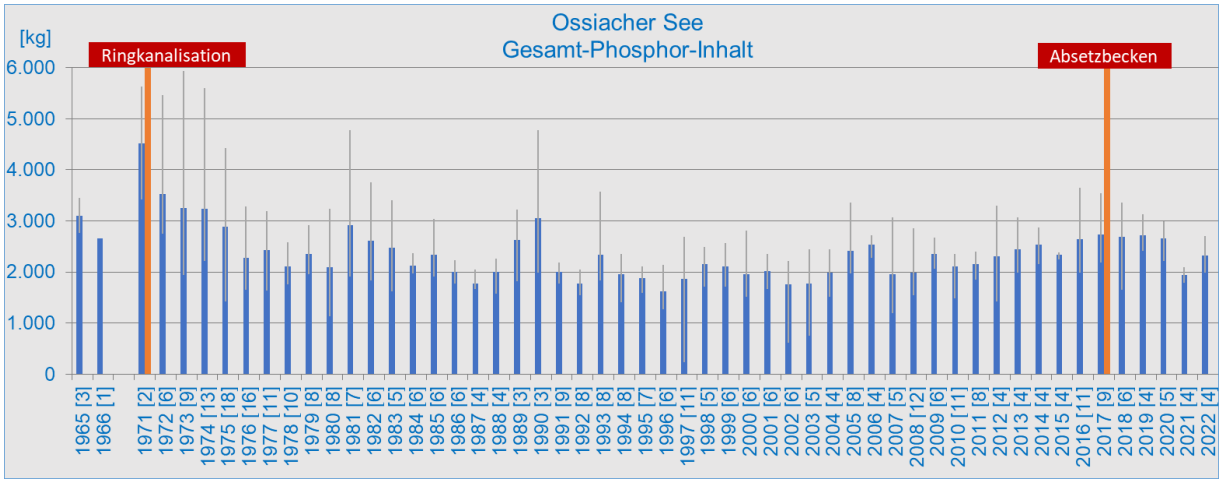


Abb. 20: Gesamt-Phosphor-Inhalt in Kilogramm im Ossiacher See von 1965 bis 2022.

Für die Bewertung der Trophie oder des ökologischen Zustandes der allgemein physikalisch-chemischen Parameter des Ossiacher Sees werden stets die Daten

herangezogen, die über der tiefsten Stelle im Westbecken des Sees bis in 52 Meter Tiefe routinemäßig erhoben werden. Im Rahmen des Sanierungsprojektes wurden auch im Ostbecken Wasserproben über der tiefsten Stelle (11 m) entnommen. Aus diesem Grund wurde der Inhalt und die gewichtete Konzentration des Gesamt-Phosphors vom Ossiacher See wie gewohnt mit den Daten des Westbeckens und zum Vergleich auch zusammen mit den Daten des Ostbeckens ermittelt.

Die Abb. 20 stellt die Langzeitentwicklung des volumsgewichteten Gesamt-Phosphor-Inhalts vom Ossiacher See dar, zu dessen Berechnung die Daten der tiefsten Stelle im Westbecken Verwendung fanden.

In der Abb. 21 ist der Gesamt-Phosphor-Inhalt des Ossiacher Sees ab dem Jahr 2016 dargestellt. Es werden die Ergebnisse verglichen, die sich aus den beiden Berechnungsarten ergeben. Die Werte, berechnet aus der Summe von Ost und Westbecken waren nur geringfügig höher. Durch beide Berechnungen ist ab dem Jahr 2019 ein Rückgang der Werte gegeben. Von 2019 auf 2022 nahm der Gesamt-Phosphor-Inhalt um 400 Kilogramm von 2,72 (2,79) Tonnen auf 2,32 (2,39) Tonnen ab.

Auch die gewichtete Gesamt-Phosphor-Konzentration nahm in diesem Zeitraum ab (Abb. 22). Das Jahresmittel berechnet aus Ost- und Westbecken sank von 13,7 µg/l auf 11,7 µg/l und berechnet für den gesamten See mit den Werten des Westbeckens von 13,4 µg/l auf 11,5 µg/l.

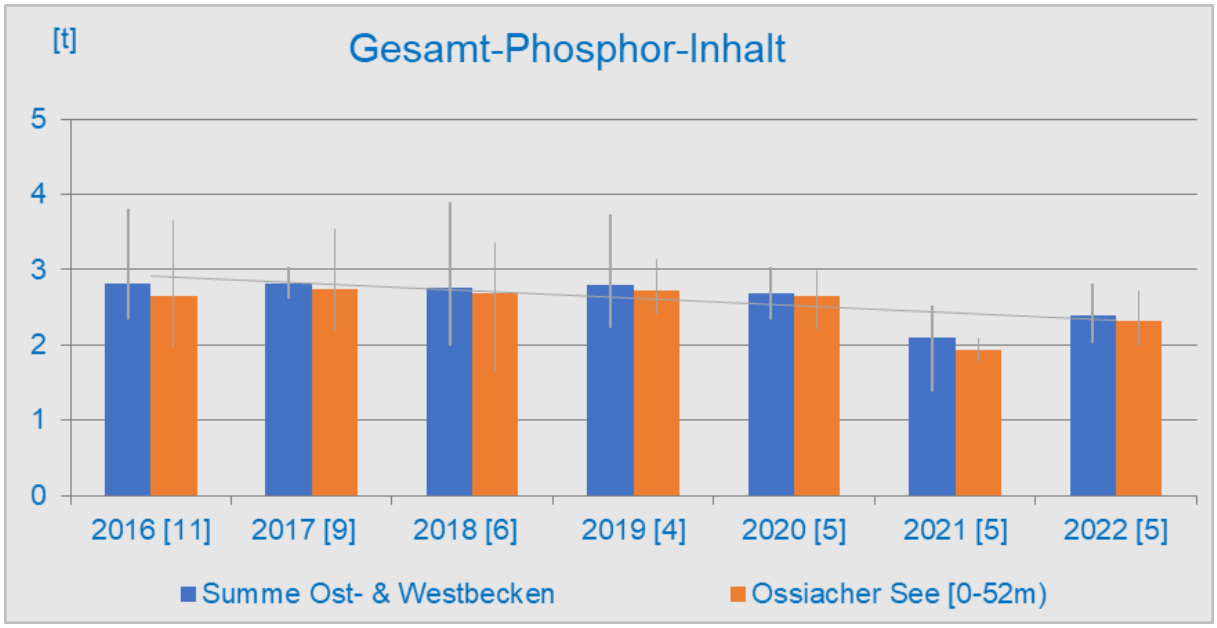


Abb. 21: Gesamt-Phosphor-Inhalt (Tonnen) im Ossiacher See von 2016 bis 2022; berechnet aus Summe von Ost- und Westbecken.

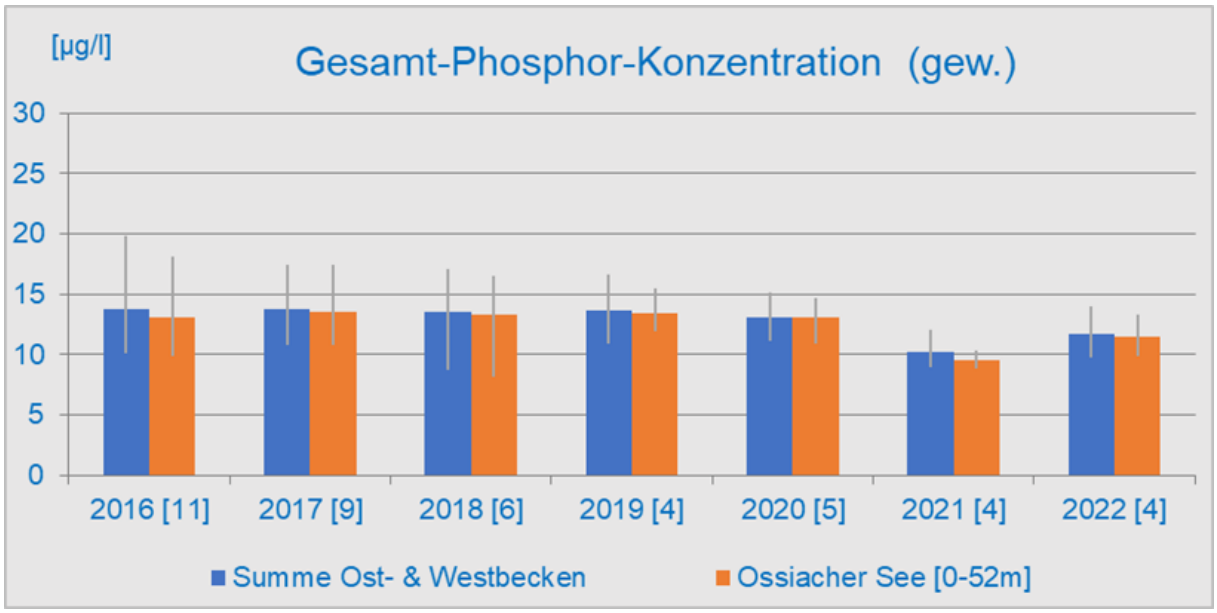


Abb. 22: Gewichtete Gesamt-Phosphor-Konzentration der Vergleichsjahre 2016 bis 2022 gemittelt aus Ost- und Westbecken und berechnet für den Ossiacher See.

Tiebel 2018 - 2022

Im vierten Jahr nach Fertigstellung haben sich die Absetzbecken als Sediment- und Nährstofffalle weiterhin gut bewährt. Sie halten einen Teil der Nährstoffe, die hauptsächlich von den Drainagewässern des Bleistätter Moores stammen, zurück. Tab. 8 veranschaulicht ausgesuchte Nährstoff-Konzentrationen in der Tiebel inklusive der Pumpwässer vor und nach sowie in den Absetzbecken. Bis zum November 2018 (Bau der Tiebelsperre) wurden die Absetzbecken nur wenig von der Tiebel gespeist.

Besonders die Phosphor-Fraktionen: Gesamt-Phosphor, Orthophosphat-Phosphor und gelöster Phosphor sind in der Tiebel nach den Absetzbecken stets deutlich geringer.

Geringer sind auch die Werte in der Tiebel nach Durchfluss der Absetzbecken beim Nitrat- und Ammonium-Stickstoff.

Eine Abnahme nach den Absetzbecken ist auch bei den abfiltrierbaren Stoffen zu beobachten.

Bei den Parametern gesamtorganischer Kohlenstoff (TOC) und biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB_5) liegen nach den Absetzbecken meist höhere Konzentrationen vor.

Tab. 8: Mittlere Konzentration ausgewählter Parameter in der Tiebel „vor“ und „nach“ den Absetzbecken sowie in den Absetzbecken (AB) von November 2018 bis Dezember 2022; die Konzentration für die Tiebel vor den Absetzbecken berechnet sich aus Werten der Messstelle „Tiebel vor Einleitung der Pumpwässer“ inklusive der Konzentrationen der Pumpwasser. (Die neben der Jahreszahl in eckiger Klammer angeführten Zahlen geben die Anzahl der Probenahmen – vor AB, in AB und nach AB an).

Tiebel	vor AB	AB	nach AB		vor AB	AB	nach AB
Phosphor gesamt	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	Abfiltrierbare Stoffe	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2018 [20/10/19]	62,2	63,1	44,1	2018 [11/10/11]	24,2	14,9	12,8
2019 [12/6/11]	42,2	49,7	48,0	2019 [12/6/11]	8,7	16,4	16,1
2020 [13/6/13]	95,3	52,7	62,6	2020 [13/6/13]	47,6	14,4	17,2
2021 [14/5/12]	42,2	37,7	31,4	2021 [14/5/14]	14,8	12,2	9,1
2022 [12/5/12]	46,1	43,9	34,5	2022 [12/5/12]	11,7	9,7	10,6
Phosphat-Phosphor	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	Ammonium-Stickstoff	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
2018 [20/10/19]	39,3	5,0	4,4	2018 [11/10/11]	423	70	79
2019 [12/6/11]	16,7	5,1	4,7	2019 [12/6/11]	144	59	77
2020 [13/6/12]	13,7	4,6	4,2	2020 [12/6/12]	114	72	58
2021 [14/5/12]	12,1	4,2	4,5	2021 [12/5/12]	117	81	70
2022 [12/5/12]	18,5	5,0	4,2	2022 [12/5/12]	194	67	81

Phosphor gelöst	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	Nitrat-Stickstoff	[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]
2018 [11/10/11]	49,4	12,8	10,2	2018 [11/10/11]	906	526	626
2019 [12/6/11]	23,2	11,3	11,7	2019 [12/5/11]	891	600	698
2020 [13/6/13]	20,5	9,8	10,7	2020 [12/6/12]	975	805	805
2021 [14/5/12]	17,2	7,2	8,0	2021 [12/5/12]	918	856	856
2022 [12/5/12]	22,9	7,3	6,3	2022 [12/5/12]	844	811	811
BSB5	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]	TOC	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
2018 [11/10/11]	1,0	3,2	2,3	2018 [11/10/11]	4,6	3,7	3,3
2019 [12/5/11]	0,6	3,0	2,0	2019 [12/5/11]	2,1	3,9	3,3
2020 [12/6/12]	0,7	1,8	1,6	2020 [12/6/12]	3,1	3,1	3,4
2021 [12/5/12]	0,8	1,1	1,4	2021 [12/5/12]	2,3	2,6	3,1
2022 [12/5/12]	0,8	1,9	1,6	2022 [12/5/12]	2,1	2,3	2,8

Ein differenziertes Bild liefert die Darstellung der einzelnen Untersuchungstermine.

So muss festgehalten werden, dass es durchaus Zeitpunkte gibt, an denen die Gesamt-Phosphor-Konzentrationen in der Tiebel nach den Absetzbecken größer sind als in der Tiebel vor den Absetzbecken. Allerdings waren die Jahresmittel der Gesamt-Phosphor-Konzentrationen mit Ausnahme des Jahres 2019 in der Tiebel nach den Absetzbecken stets geringer. Im Jahr 2019 war ein Anstieg von 42 µg/l auf 48 µg/l zu beobachten. Im Jahr 2020 hielten die Absetzbecken einiges zurück, sodass die mittlere Konzentration in der Tiebel von 95 µg/l auf 63 µg/l sank (Abb. 23). In den Jahren 2021 und 2022 war wieder eine Reduktion beim Gesamt-Phosphor gegeben. Vermutlich haben die relativ niederschlagsarmen Jahre weniger Gesamt-Phosphor aus den Polderflächen mobilisiert. Das Unwetter im Juni 2022 hat vorwiegend den westlichen Teil des Sees betroffen.

Sehr erfolgreich verlief in allen vier Beobachtungsjahren die Reduktion des pflanzenverfügbaren Orthophosphat-Phosphors durch die Absetzbecken (Abb. 24).

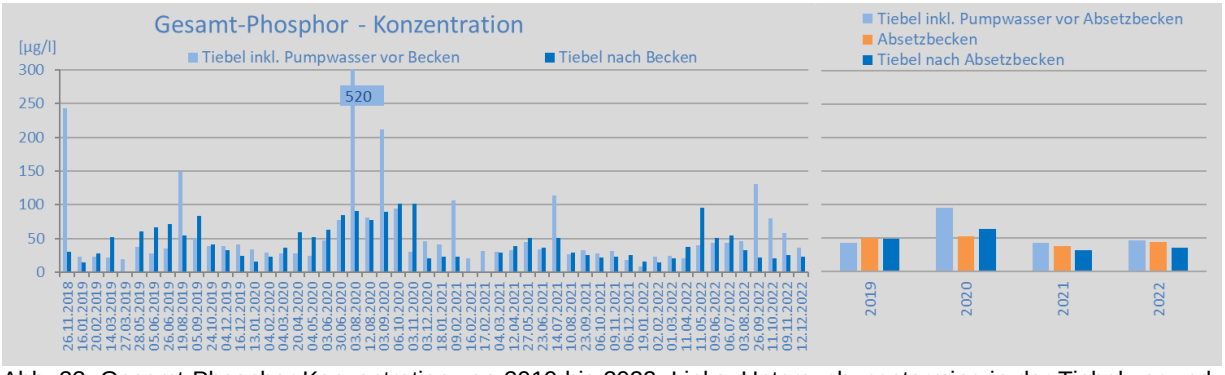


Abb. 23: Gesamt-Phosphor Konzentration von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

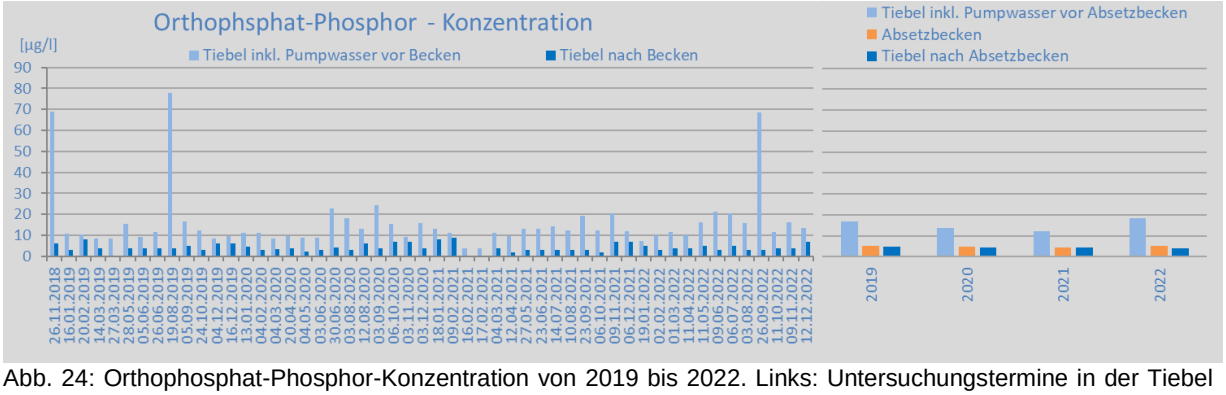


Abb. 24: Orthophosphat-Phosphor-Konzentration von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

Eine Reduktion nach den Absetzbecken war auch beim Nitrat- und Ammonium-Stickstoff zu beobachten. Die Nitrat-Stickstoff-Konzentration nahm durch die Absetzbecken durchschnittlich um zwanzig Prozent ab (Abb. 25). Beim Ammonium-Stickstoff war nach Durchfluss der Absetzbecken in der Tiebel eine deutlichere Reduktion der Jahresmittelwerte zu beobachten (Abb. 26).

Die Fracht der abfiltrierbaren Stoffe in der Tiebel ist abhängig von Starkregenereignissen verbunden mit Oberflächenabflüssen. Mit dem Monitoring (Abb. 27) konnte gezeigt werden, dass die Absetzbecken besonders bei Regenereignissen wie gewünscht einen Rückhalt darstellen. Jedoch war im ersten Jahr (2019) nach der Anbindung der Tiebel an die Absetzbecken bei den abfiltrierbaren Stoffen ein Austrag aus den Absetzbecken zu beobachten. Die mittlere Konzentration in der Tiebel vor den Becken betrug 8,7 mg/l und danach 16,1 mg/l. Die mittlere Konzentration in den Becken betrug 16,4 mg/l. Infolge der Öffnung der Tiebeldämme Ende 2018 wurden die Absetzbecken deutlich stärker durchströmt und feinste Partikel und Schwebstoffe aus den Absetzbecken gelangten im ersten Jahr in den See.

Bei den Parametern biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB5, Abb. 28) und gesamtorganischer Kohlenstoff (TOC Abb. 29) gab es nach den Absetzbecken meist höhere Konzentrationen zu messen.

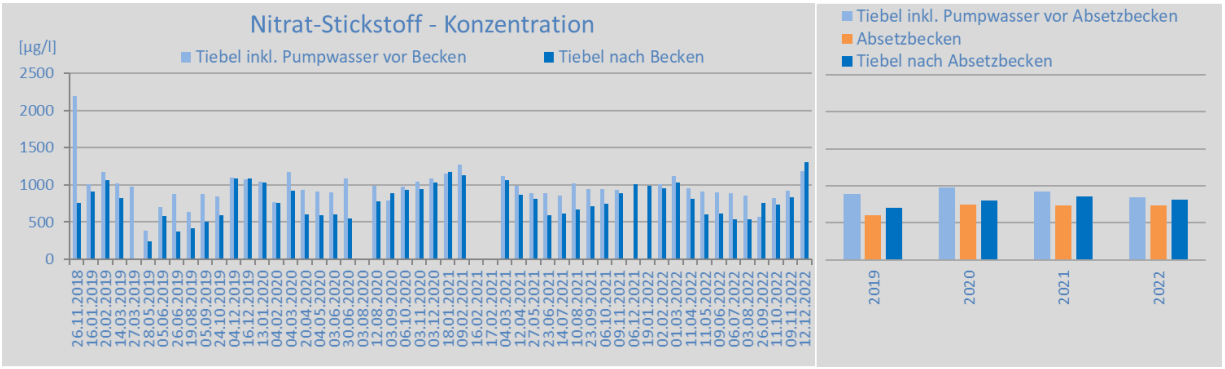


Abb. 25: Nitrat-Stickstoff-Konzentration von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

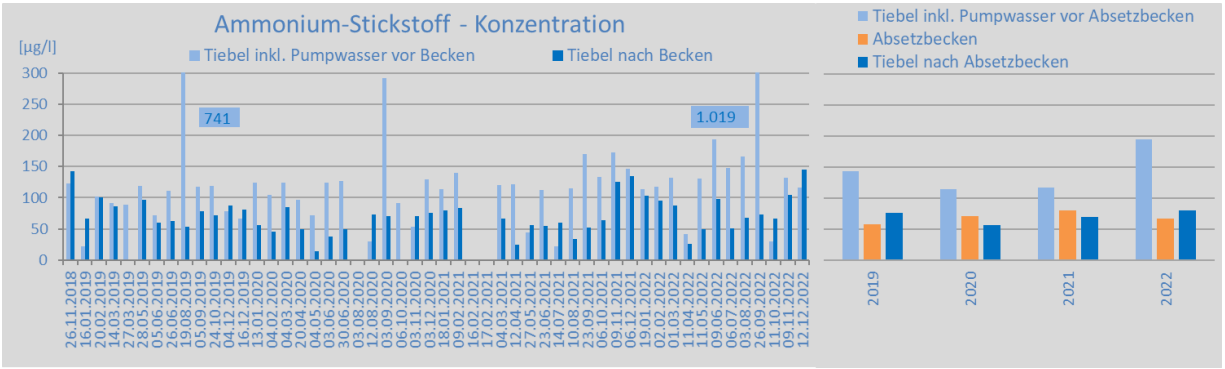


Abb. 26: Ammoniuim-Stickstoff-Konzentration von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

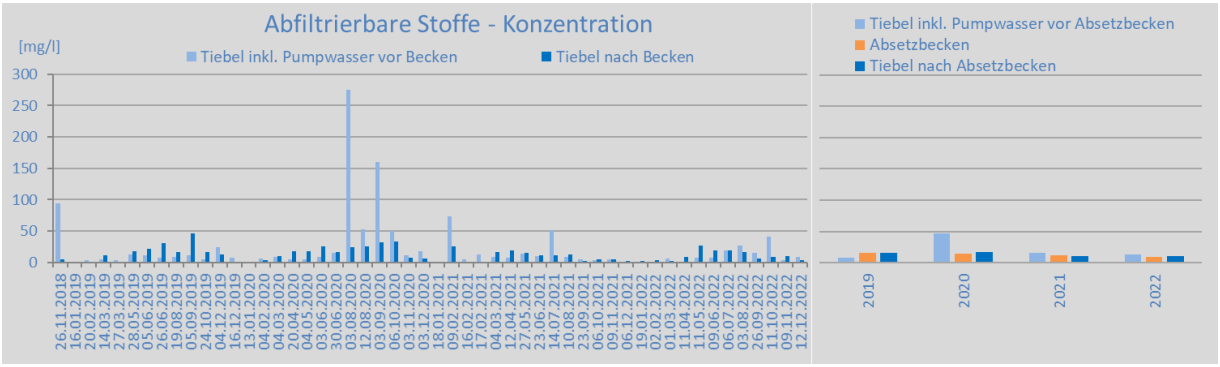


Abb. 27: Konzentration abfiltrierbarer Stoffe von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

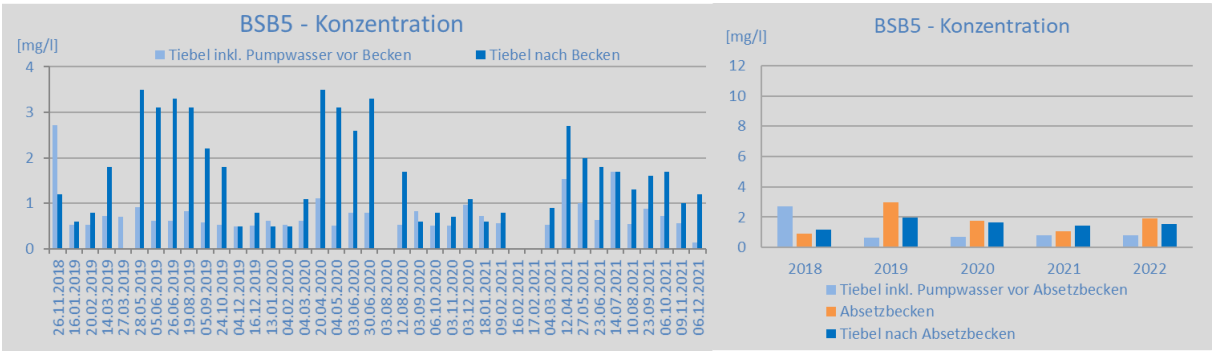


Abb. 28: Konzentration des biochemischen Sauerstoffbedarfs (5 Tage) von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

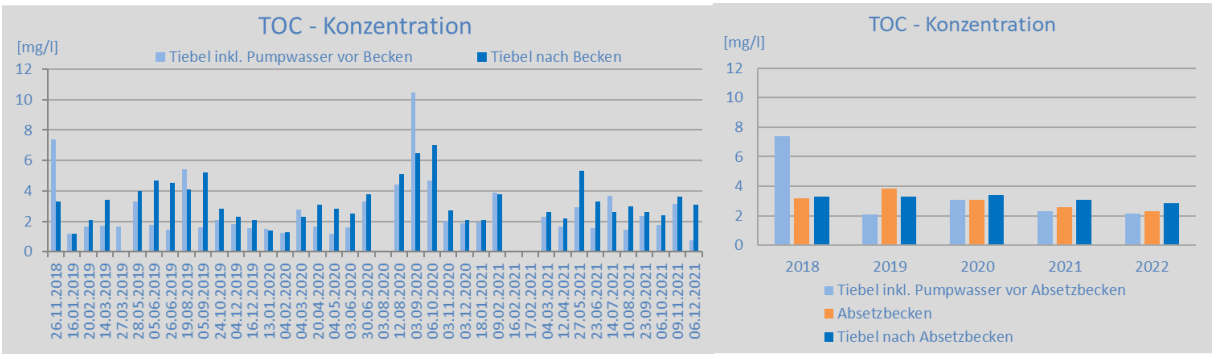


Abb. 29: Konzentration des Gesamt organischen Kohlenstoffs von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

Absetzbecken 2017 - 2022

Bereits am 1. März 2017 vor Fertigstellung aller baulichen Maßnahmen wurden die Pumpen in den Absetzbecken abgestellt und es dauerte bis Mitte Juni bis sich der Wasserstand in den Becken mit dem Wasserstand des Ossiacher Sees ausgespiegelt hatte.

Am 28. März 2017, bei einer Wassertiefe von rund einem Meter begannen in den Absetzbecken die Probenahmen. Ab 13. Juli des Jahres erlaubte es der Wasserstand, je nach Messstelle eine zweite Probe knapp über Grund aus vier oder zwei Meter Tiefe zu entnehmen.

Die Datenauswertung hat gezeigt, dass bereits nach wenigen Wochen in den Absetzbecken ein Sauerstoffschwund ab einem Meter Tiefe auftrat. Der Sauerstoff wurde von Mikroorganismen durch den Abbau von organischem Material verbraucht, das infolge der Baggerarbeiten freigelegt bzw. geflutet wurde. Einhergehend mit dem Sauerstoffschwund setzten Phosphor-Rücklösungsprozesse aus dem Sediment ein, die zur Erhöhung der Gesamt-Phosphor-Konzentrationen beitrugen. Erst mit der herbstlichen Abkühlung und den einsetzenden Winden (Eintrag von atmosphärischen Sauerstoff) ging eine Verbesserung der

Sauerstoffsättigung in den Absetzbecken einher. Dazu kam, dass im November 2017 die Tiebeldämme im Zu- und Ablauf der Absetzbecken geöffnet wurden. Der Zulauf aber wurde mit dem Material, das später für den Bau der Tiebelsperre Verwendung fand, wieder verschlossen.

Weil dieser Verschluss undicht war, drang fortwährend etwas Wasser aus der Tiebel in die Absetzbecken, was zur Sauerstoffversorgung beitrug. Folglich trugen die oxidierenden Verhältnisse in den Absetzbecken zur Bindung von Phosphat im Sediment bei. Allerdings kann nicht ausgeschlossen werden, dass es auch zur Ausschwemmung von Gesamt-Phosphor aus den Absetzbecken kam. Jedenfalls korrelierte in den Absetzbecken die Abnahme der Gesamt-Phosphor-Konzentration mit der Zunahme der Sauerstoffsättigung (Abb. 30).

Weiterhin werden große Teile des Bleistätter Moores landwirtschaftlich genutzt bzw. mit Stickstoff gedüngt. Pflanzen vermögen sowohl Ammonium- als auch Nitrat-Stickstoff aufzunehmen. In sauerstoffhaltigen Gewässern wird Ammonium von nitrifizierenden Bakterien zu Nitrat-Stickstoff oxidiert (Nitrifikation), bei Sauerstoffmangel reichert sich Ammonium-Stickstoff (Denitrifikation) an. Die Tiebel als sauerstoffreiches Gewässer weist meist geringe Ammonium-Stickstoff-Werte auf, während das sauerstoffarme Pumpwasser sehr reichhaltig ist.

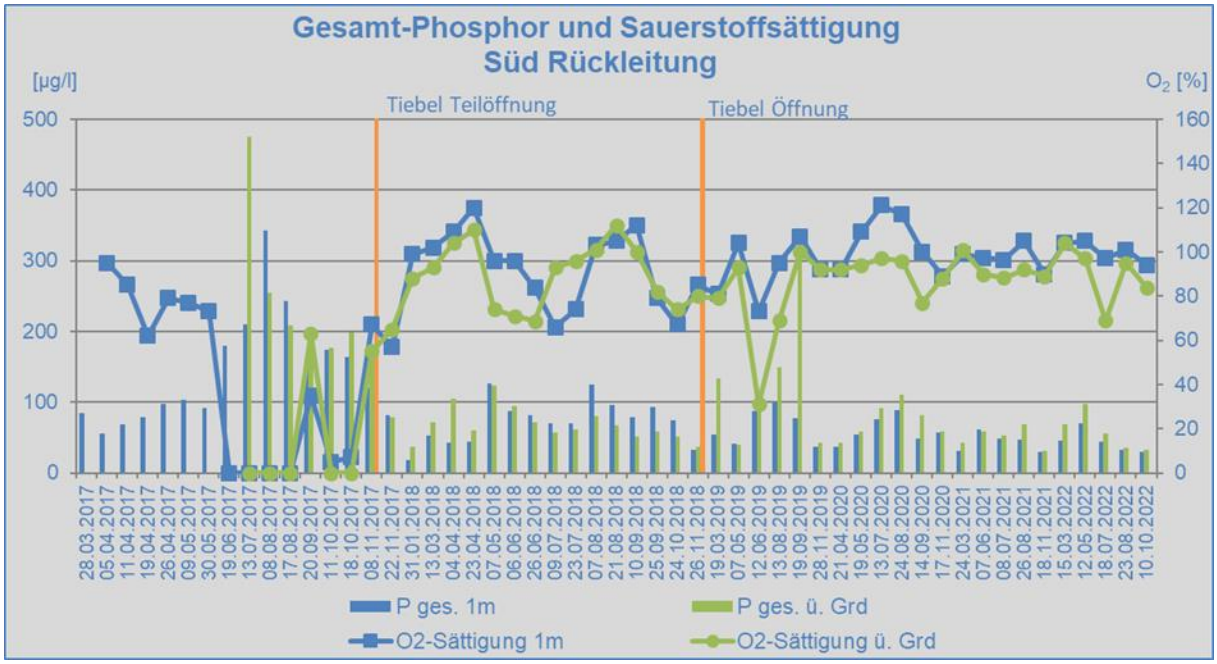


Abb. 30: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und Sauerstoffsättigung (%) an der Stelle Becken Süd-Rückleitung im Zeitraum von 28.03.2017 – 10.10.2022.

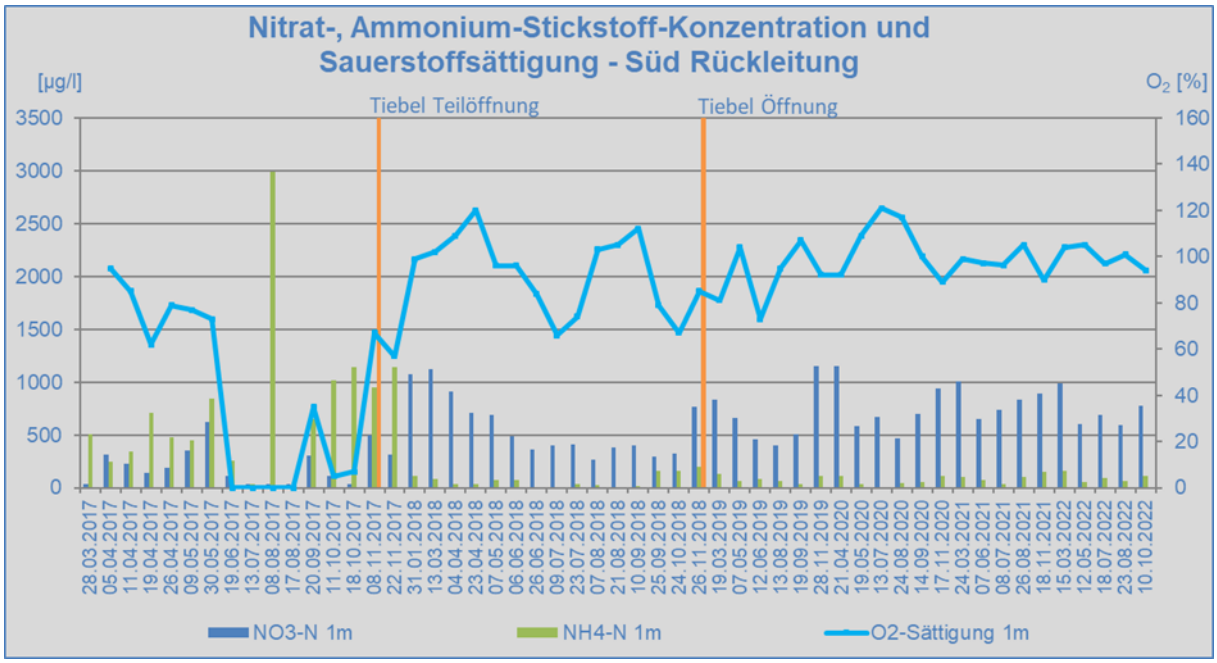


Abb. 31:Nitrat- und Ammonium-Stickstoff-Konzentration (µg/l) und Sauerstoffsättigung (%) an der Stelle Becken Süd-Rückleitung im Zeitraum von 28.03.2017 - 18.11.2021

In stehenden Gewässern fällt beim Abbau organischer Substanz Ammonium an, das sich unter sauerstofffreien Bedingungen oder bei niedrigen Temperaturen (geringe bakterielle Aktivität) über Grund anreichert.

Die Zunahme der Sauerstoffsättigung in den Absetzbecken wirkte sich auch positiv auf die Nitrat- bzw. Ammonium-Stickstoff-Konzentrationen aus. Zu Beginn der Flutung war bei geringem Wasserstand die Sauerstoffsättigung mit Werten zwischen 60 und 90 Prozent gut und die Ammonium-Stickstoff-Konzentration betrug maximal 500 µg/l. Mit steigenden Wassertemperaturen dominierten sauerstoffzehrende Abbauprozesse, die bereits im Juni zu einem Sauerstoffschwund in ein Meter Tiefe führten. Als Folge des Sauerstoffschwundes war die Ammonium-Stickstoff-Konzentration deutlich angestiegen. Mit der geringfügigen Durchströmung ab November 2018 wurden die Becken mit Sauerstoff versorgt, was wesentlich zur Senkung des Ammonium-Stickstoffs und zur Erhöhung des Nitrat-Stickstoffs beitrug (am Beispiel Messstelle Süd Rückleitung Abb. 31).

Die Absetzbecken nehmen nicht nur Nährstoffe, sondern auch Sedimente auf, die sich besonders im Einströmbereich der Tiebel, wo die Fließgeschwindigkeit stark gebremst wird, insbesondere bei Hochwasserereignissen anlanden. Da es sich um Sedimentationsbecken handelt, ist eine Wartung bzw. Räumung dieser Sedimente im Einströmbereich in bestimmten Abständen erforderlich. Bereits Mitte Februar 2021 (nach drei Jahren) mussten diese Sedimentablagerungen mittels Bagger entfernt werden. Mit solchen Maßnahmen wird auch in Zukunft immer wieder zu rechnen sein.

Phytoplankton

Beginnend mit dem Jahr 2018 wurde das Phytoplankton bzw. die Algengemeinschaft in den Absetzbecken hinsichtlich Artenzusammensetzung, Biovolumen und Chlorophyll-a untersucht. Generell war das Algenbiovolumen verglichen mit anderen seichten und nährstoffreichen Seen sehr gering.

Nachdem die Tiebel 2019 die Becken vollständig durchströmte, wurde im Vergleich zu 2018 sowohl im Frühjahr als auch in den Sommermonaten ein geringeres Algenaufkommen festgestellt (Abb. 32). Das Südbecken unterschied sich vom Nordbecken insofern, als dass das mittlere Biovolumen der Schwebealgen stets größer war. Ein Hinweis darauf, dass das größere Südbecken langsamer von der Tiebel durchflossen wird.

Die Jahresmittelwerte des Algen-Biovolumens der Absetzbecken als auch das Biovolumen der einzelnen

Algenklassen sind der Tab. 9 zu entnehmen.

Tab. 9: Jahresmittel des-Biovolumens der Algenklassen im Absetzbecken Süd und Nord des Bleistätter Moores.

	2018		2019		2020		2021		2022		2018-2022	
Algenklassen	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord	Süd	Nord
Bacillariophyceae Centrales	0,011	0,008	0,124	0,008	0,203	0,015	0,019	0,011	0,064	0,010	0,070	0,010
Bacillariophyceae Pennales	0,029	0,026	0,047	0,014	0,118	0,028	0,041	0,015	0,022	0,021	0,048	0,022
Chlorophyceae	0,058	0,009	0,084	0,015	0,078	0,008	0,100	0,002	0,079	0,013	0,075	0,010
Chrysophyceae	0,363	0,256	0,270	0,039	0,056	0,025	0,015	0,026	0,082	0,133	0,213	0,132
Conjugatophyceae-Desmidiales	0,002	0,004	0,001	0,000	0,003	0,001	0,002	0,000	0,000	0,001	0,002	0,002
Cryptophyceae	0,143	0,048	0,044	0,062	0,065	0,017	0,012	0,007	0,037	0,024	0,081	0,035
Cyanophyceae-coccale		0,000	0,000		0,003		0,011	0,000	0,002	0,000	0,003	0,000
Cyanophyceae-filamantös	0,002	0,003	0,003	0,005	0,005	0,001	0,011	0,003	0,005	0,009	0,004	0,004
Dinophyceae	0,028	0,009	0,017	0,019	0,016	0,047	0,012	0,002	0,026	0,022	0,023	0,016
Euglenophyta	0,114	0,138	0,024	0,043	0,053	0,019	0,027	0,025	0,017	0,005	0,065	0,071
Ulvophyceae	0,005								0,000	0,000	0,005	0,000
unbestimmbare Formen	0,057	0,017	0,023	0,026	0,004	0,008	0,005	0,004	0,004	0,003	0,031	0,014
Xanthophyceae					0,015				0,040		0,028	
Jahresmittelwert [mm³/l]	0,810	0,516	0,637	0,231	0,617	0,171	0,252	0,096	0,379	0,241	0,646	0,316

Die Algengemeinschaft war im Zeitraum von 2018 bis 2022 in beiden Becken hauptsächlich von den Goldalgen (Abb. 33) dominiert. Im Nordbecken kamen sie auf 42 Prozent und im Südbecken nahmen sie einen Anteil von 33 Prozent am Gesamtbiovolumen ein. Insgesamt waren die Goldalgen durch 22 Arten in den Absetzbecken vertreten.

Die die Vertreter der Schlundalgen (Cryptophyceae) und der Panzeralgen (Dinophyceae) waren nahezu zu gleichen Teilen in beiden Absetzbecken anzutreffen.

Im Nordbecken erzielten die Schlundalgen elf Prozent und die Panzeralgen fünf Prozent, während im Südbecken die Schlundalgen auf 13 Prozent und die Panzeralgen auf drei Prozent kamen.

Die Grünalgen (Chlorophyceae) und Kieselalgen (Bacillariophyceae) waren im Südbecken häufiger als im Nordbecken vertreten.

Die Augentierchen (Euglenophyceae) erzielten im Südbecken einen Biovolumsanteil von zehn Prozent und im Nordbecken von 23 Prozent.

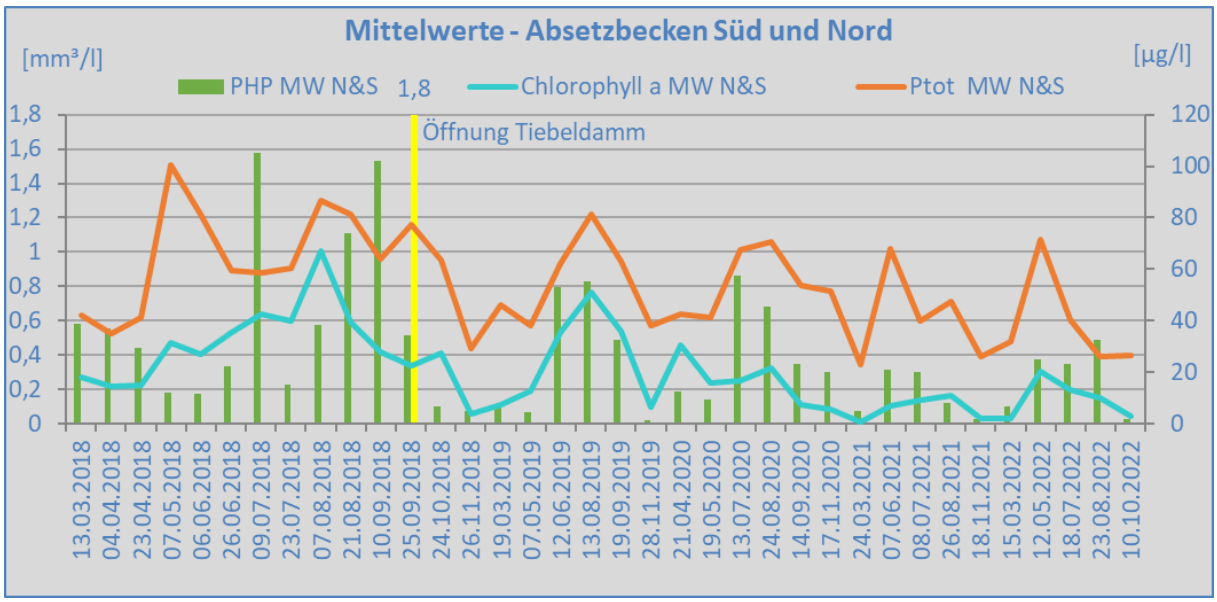


Abb. 32: Mittleres Phytoplankton Biovolumen (mm³/l), mittlere Konzentrration von Gesamt-Phosphor (Ptot, µg/l) und Chlorophyll-a (µg/l) berechnet aus den Absetzbecken Süd und Nord von 13.03.2018 bis 10.10.2023.

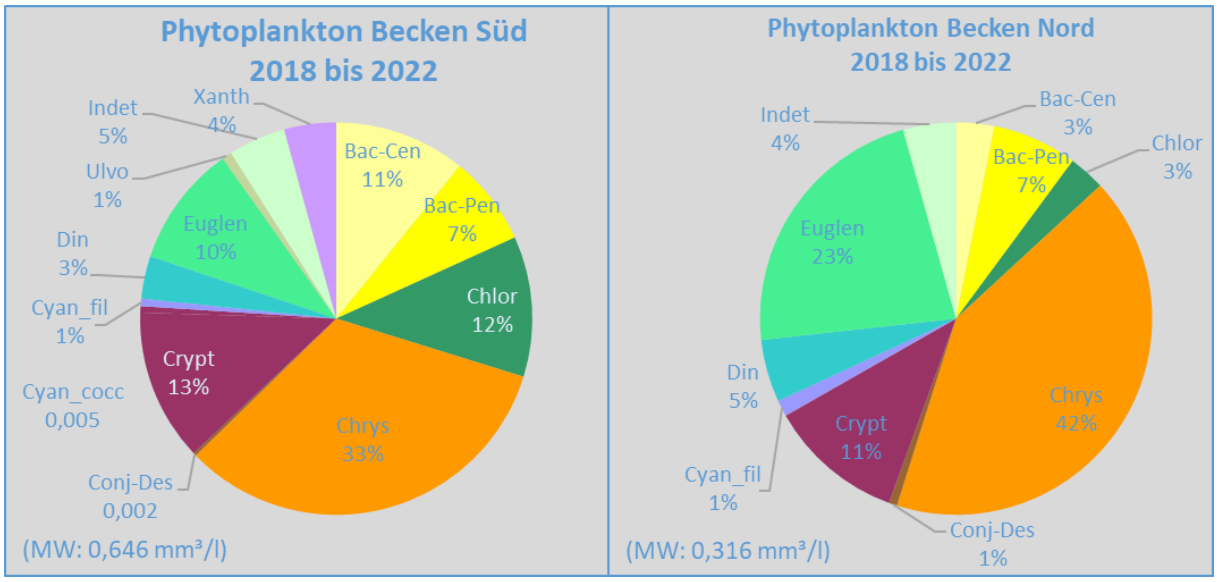


Abb. 33: Verteilung der Algenklassen in den Absetzbecken „Süd“ und „Nord“ im Zeitraum von 2018 bis 2021 (Bac-Cen & Bac-Pen – Bacillariophyceae, Chlor – Chlorophyceae, Chrys – Chrysophyceae, Conj-Des – Conjugatophyceae-Desmidiales, Crypt – Cryptophyceae, Cyan_cocc & Cyan_fil – Cyanophyceae, Din – Dinophyceae, Euglen – Euglenophyceae, Indet – unbestimmbare Formen, Ulvo – Ulvophyceae, Xanth – Xanthophyceae).

Wasserpflanzen

In und rund um die Absetzbecken sind bereits ökologisch hochwertige Flach- und Wechselwasserzonen entstanden, die von zahlreichen Wasserpflanzen und -tieren angenommen wurden. Besonders die Wasserpflanzen spielen als Nährstoff- bzw. Phosphorbinder eine wichtige Rolle im Zusammenhang mit dem Projekt.

Im Rahmen einer vom Land Kärnten durchgeführten Bestandsaufnahme konnten 49 Wasser- und Sumpfpflanzen in den Absetzbecken bestimmt werden. Elf Arten wie beispielsweise der Gewöhnliche Wasserschlauch (*Utricularia vulgaris,* Abb. 34), Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*), Weiße Seerose (*Nymphaea alba*), Wassernuss (*Trapa natans*, Abb. 34) oder der Wasserknöterich (*Persicaria amphibia,* Abb. 34,) kommen ausschließlich im Wasser vor. Als Ufer- bzw. Sumpfpflanzen können beispielhaft der Froschlöffel (*Alisma plantago aquatica* Abb. 34), die Sumpf-Schwertlilie (*Iris pseudacorus*) oder der Kalmus (*Acorus calamus*) genannt werden.

Gewöhnlicher Wasserschlauch (*Utricularia vulgaris*) Foto: KIS M. Friedl.

Wasserknöterich (*Persicaria amphibia*) Foto: KIS G. Santner.

Wassernuss (*Trapa natans*) Foto: KIS G. Santner.

Froschlöffel (*Alisma plantago aquatica*) Foto: Naturschutz U. Prochinig.

Abb. 34: Wasserpflanzen in und rund um die Absetzbecken im Bleistätter Moor.

Erfreulicherweise breiten sich besonders der Gewöhnliche Wasserschlauch, der Wasserknöterich, die Wassernuss und die weiße Seerose in den Absetzbecken zunehmend aus.

Fische

Ein Jahr nach Fertigstellung der projektsbezogenen Maßnahmen fanden in den Absetzbecken am 30. Oktober 2019 Untersuchungen zum Fischbestand statt.

Die Elektrobefischung erfolgte vom Boot aus mit einem Anodenrechen. Insgesamt wurden drei Habitatstypen festgelegt, die möglichst alle Habitatausprägungen der Absetzbecken umspannten. An diesen Habitatstypen genannt: Wasserfläche, submerse Vegetation und Wasserknöterich erfolgten dreizehn Streifenbefischungen.

Mit dieser Methode wurden insgesamt zwölf Fischarten festgestellt (Tab. 10). Die Rotaugen waren mit 17.322 Individuen am häufigsten, gefolgt von Laube (3.952 Ind.) und Rotfeder (3.225 Ind.). Mit 416 Individuen waren die Bitterlinge (Abb. 35) erfreulich häufig. Besonders weil das Fortpflanzungsverhalten des Bitterlings eng an das Vorhandensein von Großmuscheln geknüpft ist.

Abb. 35: Bitterling (*Rhodeus amarus*). Foto: KIS G. Santner.

Das Weibchen legt ihre Eier mittels einer Legeröhre in den Kiemenraum einer geöffneten Muschel ab. Anschließend entlässt das Männchen über der Muschel seinen Samen, der mit dem Atemwasser angesaugt wird und die Eier befruchtet. Die befruchteten Eier entwickeln sich im Innern der Muschel und die kleinen Bitterlinge verlassen diese nach zwei bis vier Wochen.

Tab. 10: Fischbestand der Absetzbecken vom 30.10.2019: Fangzahl, Länge und Gewicht.

Art	Fang-zahl	Länge (cm)			Gewicht (g)		
		Min.	Max.	MW	Min.	Max.	MW
Aitel (*Squalius cephalus*)	3	7,0	7,0	7,0	3,0	3	3,0
Bitterling (*Rhodeus amarus*)	416	6,0	6,0	6,0	2,0	2	2,0
Brachse (*Abramis brama*)	523	7,0	45,0	17,2	3,0	1.085	285,1
Europäischer Wels (*Silurus glanis*)	3	13,0	100,0	66,0	13,0	7.040	3.776,0
Flussbarsch (*Perca fluviatilis*)	7	12,0	21,0	15,1	21,0	121	50,3
Güster (*Blicca bjoerkna*)	176	5,5	13,0	8,4	2,0	26	8,1
Hecht (*Esox lucius*)	32	26,0	70,0	44,1	106,0	2.397	711,7
Laube (*Alburnus alburnus*)	3.952	6,5	6,5	6,5	2,0	2	2,0
Rostauge (*Rutilus rutilus*)	17.322	6,5	12,0	7,4	3,0	19	4,9

Rotfeder (*Scardinius erythrophthalums*	3.225	6,5	17,0	7,7	3,0	50	8,2
Schleie (*Tinca tinca*)	7	9	39,0	15,2	11,0	473	87,6
Sonnenbarsch (*Lepomis gibbosus*)	7	4,5	9,9	6,8	1,0	19	7,3

Auch die Bevölkerung entdeckt das Bleistätter Moor als Ruhe- und Erholungsraum. Die angelegten Wege rund um das Schutzgebiet laden zum Innehalten und Schauen ein.

Die Nutzung für Freizeitaktivitäten wie Baden, Fischen, Radfahren, Reiten oder Rudern ist aufgrund der Schutzgebietsausweisung nicht im Einklang mit den Schutzzielen.

Im Zuge der Schutzgebietsbetreuung „Tiebelmündung - Bleistätter Moor“ bietet das Land Kärnten Führungen im „Natura 2000 Gebiet Bleistätter Moor“ an.

Besondere Ereignisse

Immer wieder melden aufmerksame „Seebeobachter“ Auffälliges vom Gewässerrand oder der Wasseroberfläche. Häufig werden Verunreinigungen vermutet, hinter denen meist natürliche Prozesse wie „Algenblüten“, Pollen von Massenblühen der Nadelbäume oder eine Ansammlung leerer Hüllen (Exuvien) von im Wasser lebenden Insektenlarven stecken.

Ausgehend von der Jahreszeit und der jeweiligen Wettersituation kommt es in Gewässern immer wieder zur Umverteilung von Nährstoffen, die das Wachstum der Primärproduzenten bzw. Wasserpflanzen fördern. Das erste Anzeichen einer „Algenblüte“ etwa ist die Verringerung der Sichttiefe. Als nächstes können an der Wasseroberfläche ölig anmutende Schlieren auftreten, die von abgestorbenen Algen stammen. Der Wind treibt die Schlieren in Buchten zusammen, wo sich kurzfristig auch intensiv gefärbte Streifen am Gewässerrand bilden können. Meist sind diese Ereignisse nach wenigen Tagen verschwunden.

Juni 2022

Im Osten des Ferlacher Badesees wurde am 20. Juni ein weißlicher rund 200 Quadratmeter großer Oberflächenfilm beobachtet, dessen Herkunft unklar war. Anhand einer Probe konnte gezeigt werden, dass am Aufbau des Films massenhaft Fichtenpollen, die sich in einem weit fortgeschrittenen Abbaustadium befanden, beteiligt waren. Ein Umstand der gut zum Massenblühen der Nadelbäume passte. Ebenso waren Häutungsreste (Exuvien) von Insekten und Kleinkrebsen sowie organisches Material bzw. Detritus dabei. Aber auch Kieselalgen mit länglicher Schalenform (Bacillariophyceae – Pennales) oder fädige Cyanobakterien-Arten prägten den Oberflächenfilm.

Blaualgen

In den letzten Jahren kam es an einigen Kärntner Seen vermehrt zur Ausbildung von Blaualgenblüten.

Anders, als es der Name zunächst vermuten lässt, handelt es sich bei Blaualgen nicht um Algen, sondern um Bakterien - genauer gesagt um Cyanobakterien.

Cyanobakterien sind ein natürlicher Teil der Lebensgemeinschaften in unseren Gewässern und kommen in geringen Mengen in jedem Gewässer vor. Bei hohen Nährstoffkonzentrationen und Wassertemperaturen können sich Cyanobakterien stark vermehren und es kommt unter Umstände zu einer sog. „Algenblüte“.

Bei einer Massenvermehrung der Blaualgen können sich Toxine bilden, die für Menschen und für Tiere eine Gesundheitsgefährdung darstellen können. Je nach Wetterlage kann diese „Algenblüte“ nach Stunden bis Tagen wieder abgebaut sein.

An den Kärntner Seen bilden insbesondere Blaualgenarten der Gattungen *Microcystis*, *Planktothrix*, *Aphanizomenon* und *Anabaena* Massenentwicklungen (Algenblüten, -schlieren).

Bei Verdachtsfällen werden Proben aus dem jeweiligen Gewässer entnommen und analysiert. Sollte sich der Verdacht einer Freisetzung von Algentoxinen durch die mikroskopische Analyse (Kärntner Institut für Seenforschung) erhärten wird die

Wasserprobe zu einer weiteren Analyse an die AGES (Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Institut für Hydroanalytik in Linz) versendet. Ergibt diese Analyse ein Überschreiten der empfohlenen Richtwerte (AGES-Folder), sollte das betreffende Gewässer vorübergehend gesperrt werden.

Die Überwachung der Badegewässer erfolgt durch die jeweilige Bezirksverwaltungsbehörde in Zusammenarbeit mit dem ILV - Institut für Lebensmitteluntersuchung, Veterinärmedizin und Umwelt des Landes Kärnten. Vom 15. Juni bis 31. August jeden Jahres werden die Badegewässer jeweils 14-tägig kontrolliert.

Darüber hinaus finden mehrmals im Jahr durch das Kärntner Institut für Seenforschung im Zuge des Gewässer-Monitorings, Routinemessungen an Kärntner Seen, statt.

Abb. 36: Algenblüte der Gattung *Microcyxtis* Foto: KIS G.Winkler.

Juni 2022

In Bodensdorf am Ossiacher See wurde im Rahmen der routinemäßigen Kontrolluntersuchungen am 27. Juni aufgrund einer verringerten Sichttiefe (2 m) eine Probe zur mikroskopischen Untersuchung entnommen. In der Probe war kein Hinweis auf eine Massenentfaltung von Blaualgen zu erkennen. Insgesamt konnten aus sieben Algengruppen 16 Algenarten in geringer Anzahl erfasste werden.

Juli 2022

Im Rahmen der hygienischen Routinekontrollen durch Mitarbeiter der Abt. 5 wurden am Hörzendorfer See Schlieren an der Wasseroberfläche und eine geringe Sichttiefe beobachtet. Die mikroskopische Analyse ließ ein massenhaftes Auftreten der potentiell toxischen Blaualgen *Cyanodictyon* sp. und *Microcystis wesenbergii* erkennen. Die Probe wurde zur weiteren Abklärung an die AGES versendet. Aus Vorsicht wurde der Hörzendorfer See vom Besitzer bis zum Vorliegen des Analyseergebnisses gesperrt. Im Wasser gelöst waren keine Toxine zu messen, sie lagen unter der Bestimmungsgrenze von < 0,25 µg/l. Zellgebunden war mit maximal 1,1 µg/l eine sehr geringe Konzentration gegeben. Von behördlicher Seite gab es keinen Anlass die Badesperre aufrechtzuhalten.

August 2022

Im Rahmen der hygienischen Routinekontrollen durch Mitarbeiter der Abt. 5 wurde am Trattnigteich mit 30 Zentimeter eine äußerst geringe Sichttiefe und ein grünlicher Film beobachtet. Die mikroskopische Analyse ließ ein massenhaftes Auftreten der potentiell toxischen Blaualgen *Anabaena* sp. und *Woronichinia naegeliana* erkennen. Die Probe wurde zur weiteren Abklärung an die AGES versendet. Zu diesem Zeitpunkt war das Analyseergebnis absolut unbedenklich. Ein Monat später Ende September wurde im Rahmen der routinemäßigen Gewässergütekontrollen eine sehr massive Algenblüte vorgefunden. Aus diesem Grund wurde von Seiten des Landes eine Warnung ausgesendet, Hunde nicht vom Trattnigteich trinken oder darin Baden zu lassen. Aufgrund der beendeten Badesaison wurde keine Probe an die AGES versendet.

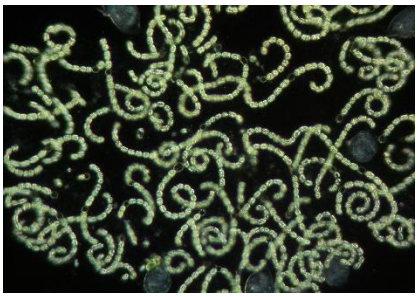
Ebenfalls im August 2022 kam im Rahmen der hygienischen Routinekontrollen eine Probe vom Maltschacher See zur Bestimmung von Cyanobakterien ins

biologische Labor des Kärntner Instituts für Seenforschung. Es konnte ein massenhaftes Auftreten der potentiell toxischen *Microcystis* sp. festgestellt werden, weshalb zur weiteren Abklärung die Probe an die AGES gesandt wurde. Im Wasser gelöst waren keine Toxine zu messen, sie lagen unter der Bestimmungsgrenze von < 0,25 µg/l. Zellgebunden war mit maximal 2,1 µg/l eine sehr geringe Konzentration gegeben. Von behördlicher Seite gab es keinen Anlass ein Badeverbot auszusprechen.

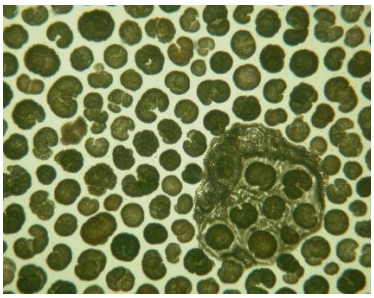
Oktober 2022

Aufgrund einer auffallenden Veränderung der Wasserfarbe fand am 20. Oktober ein Ortsaugenschein am St. Urban See durch Mitarbeiter des Kärntner Institutes für Seenforschung statt. Das Gewässer war stark bräunlich gelb bis grün gefärbt und trüb. Mit der Chlorophyll-Sonde (Alge Torch) war ein hoher Chlorophyll-a-Wert mit einem hohen Anteil an Blaualgen-Chlorophyll (17,6 µg/l) festzustellen. Unter dem Mikroskop waren hauptsächlich die potentiell toxischen Blaualgen *Aphanizomenon* sp., *Microcystis wesenbergii* und *Aphanocapsa* sp. zu finden. Auch waren Kieselalgen sehr zahlreich an der Algenblüte beteiligt. Aufgrund der beendeten Badesaison wurde keine Probe an die AGES versendet.

Microcystis sp.



Anabaena sp.



Woronichinia naegeliana

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Anzahl Kärntner Seen je Trophieklasse 2022. 6
Tab. 2: Trophie-Einstufung der Kärntner Seen im Jahr 2022. 7
Tab. 3: Trophie-Einstufung im 2-Jahresvergleich (Ptot – Gesamt-Phosphor; PHP – Algen, O_2 – Sauerstoff, Chl-a – Chlorophyll-a, H_2S – Schwefelwasserstoff in der Tiefe; + besser, - schlechter)..... 8
Tab. 4: Ökologischer Zustand – Phytoplankton; 2022 und 3-Jahresmittel 2020-2022.....11
Tab. 5: Ökologischer Zustand - Allgemein physikalisch-chemische Parameter; 3-Jahresmittel 2020-2022. 12
Tab. 6: Ökologischer Zustand - Makrophyten und Fische. 12
Tab. 7: Anzahl 2021 entnommener Proben. 14
Tab. 8: Mittlere Konzentration ausgewählter Parameter in der Tiebel „vor“ und „nach“ den Absetzbecken sowie in den Absetzbecken (AB) von November 2018 bis Dezember 2022; die Konzentration für die Tiebel vor den Absetzbecken berechnet sich aus Werten der Messstelle „Tiebel vor Einleitung der Pumpwässer“ inklusive der Konzentrationen der Pumpwasser. (Die neben der Jahreszahl in eckiger Klammer angeführten Zahlen geben die Anzahl der Probenahmen – vor AB, in AB und nach AB an).....32
Tab. 9: Jahresmittel des-Biovolumens der Algenklassen im Absetzbecken Süd und Nord des Bleistätter Moores. 37
Tab. 10: Fischbestand der Absetzbecken vom 30.10.2019: Fangzahl, Länge und Gewicht..40

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gesamt-Phosphor-Konzentration des Epilimnions (0 – 6 m, unten) und Sichttiefe (oben) aller im Jahr 2022 untersuchten Seen. Foto: KIS; G. Winkler. 4
Abb. 2: Anzahl der Seen je Trophieklasse von 1993 bis 2022 7
Abb. 3: Trophie-Bewertung der Seen im 3-Jahresvergleich von 2020 bis 2022. 9
Abb. 4: Trophiebewertung der 12 Seen tiefer als 15 m von 2022 bis 1993. 9
Abb. 5: Trophiebewertung der Seen seichter als 15 m von 2022 bis 1993.....10
Abb. 6: Sichtiefenmessung mit Secchi-Scheibe. Foto: KIS G. Santner. 15
Abb. 7: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und Sichttiefen (m) aller untersuchten Seen 2022. 16
Abb. 8: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) aller untersuchten Seen im Vergleich von 2020 bis 2022. 16
Abb. 9: Phytoplankton-Biovolumen (mm^3/l), Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) im Epilimnion (0 – max. 6 m) und Sichttiefen (m) 2022. 17
Abb. 10: Chlorophyll-a- (µg/l) und Gesamt-Phophor-Konzentration (µg/l) im Epilimnion (0 – max. 6m) und Sichttiefe im Jahr 2022. 17
Abb. 11: Durchschnittliche Wassertemperatur an der Oberfläche aller im Rahmen der Gewässergütekontrollen untersuchten Seen von 1996-2022.....20
Abb. 12: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (rote Linie); Faaker See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie. 21
Abb. 13: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (rote Linie) Keutschacher See, Klopeiner See und Millstätter See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.....22
Abb. 14: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (rote Linie); Ossiacher See, Weißensee und Wörthersee; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.....23
Abb. 15: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (dunkelblau); Faaker See, Keutschacher See, Klopeiner See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie. 25

Abb. 16: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (dunkelblau); Millstätter See, Ossiacher See, Weißensee; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie. 26
Abb. 17: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2022 (dunkelblau); Wörthersee; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie. 27
Abb. 18: Betriebsstunden des Mähbootes ab 2003. Foto: Mähboot, KIS L. Schulz.....28
Abb. 19: Absetzbecken links- und rechtsufrig der Tiebel vor Mündung in den Ossiacher See (Lageplan mit Luftbild: Wasser (ktn.gv.at).....29
Abb. 20: Gesamt-Phosphor-Inhalt in Kilogramm im Ossiacher See von 1965 bis 2022. 30
Abb. 21: Gesamt-Phosphor-Inhalt (Tonnen) im Ossiacher See von 2016 bis 2022; berechnet aus Summe von Ost- und Westbecken. 31
Abb. 22: Gewichtete Gesamt-Phosphor-Konzentration der Vergleichsjahre 2016 bis 2022 gemittelt aus Ost- und Westbecken und berechnet für den Ossiacher See. 31
Abb. 23: Gesamt-Phosphor Konzentration von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken. 33
Abb. 24: Orthophosphat-Phosphor-Konzentration von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken. 33
Abb. 25: Nitrat-Stickstoff-Konzentration von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken. 34
Abb. 26: Ammoniuim-Stickstoff-Konzentration von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken. 34
Abb. 27: Konzentration abfiltrierbarer Stoffe von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken. 34
Abb. 28: Konzentration des biochemischen Sauerstoffbedarfs (5 Tage) von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.....34
Abb. 29: Konzentration des Gesamt organischen Kohlenstoffs von 2019 bis 2022. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken. 35
Abb. 30: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und Sauerstoffsättigung (%) an der Stelle Becken Süd-Rückleitung im Zeitraum von 28.03.2017 – 10.10.2022. 36
Abb. 31:Nitrat- und Ammonium-Stickstoff-Konzentration (µg/l) und Sauerstoffsättigung (%) an der Stelle Becken Süd-Rückleitung im Zeitraum von 28.03.2017 - 18.11.2021.....36
Abb. 32: Mittleres Phytoplankton Biovolumen (mm³/l), mittlere Konzentrration von Gesamt-Phosphor (Ptot, µg/l) und Chlorophyll-a (µg/l) berechnet aus den Absetzbecken Süd und Nord von 13.03.2018 bis 10.10.2023. 38
Abb. 33: Verteilung der Algenklassen in den Absetzbecken „Süd“ und „Nord“ im Zeitraum von 2018 bis 2021 (Bac-Cen & Bac-Pen – Bacillariophyceae, Chlor – Chlorophyceae, Chrys – Chrysophyceae, Conj-Des – Conjugatophyceae-Desmidiales, Crypt – Cryptophyceae, Cyan_cocc & Cyan_fil – Cyanophyceae, Din – Dinophyceae, Euglen – Euglenophyceae, Indet – unbestimmbare Formen, Ulvo – Ulvophyceae, Xanth – Xanthophyceae). 38
Abb. 34: Wasserpflanzen in und rund um die Abseztbecken im Bleistätter Moor. 39
Abb. 35: Bitterling (*Rhodeus amarus*). Foto: KIS G. Santner. 39
Abb. 36: Algenblüte der Gattung *Microcyxtis* Foto: KIS G.Winkler. 41

Impressum

Gesamtleitung und Koordination:	Dr. Roswitha Fresner
Bearbeitung:	Dr. Roswitha Fresner Mag. Maria Friedl Mag. Barbara Joham Mag. Sibylle Kraßnitzer
Klimadaten:	Zamg Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Hydrologische Daten:	Abteilung 12 Wasserwirtschaft Hydrographie Dipl. Ing. Johannes Moser Dipl. Ing. Elisabeth Gutschi
Probenahme:	Gernot Winkler Mag. Alexander Mache BSc, MSc Dr. Roswitha Fresner Mag. Maria Friedl Mag. Barbara Joham Mag. Sibylle Kraßnitzer Mag. Sabine Maier Mag. Markus Reichmann Michael Schönhuber MSc
Limnochemische Analysen:	Abteilung 5 Gesundheit und Pflege Institut für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
Textkorrekturen:	Mag. Marion Santner Mag. Gabriele Wieser Mag. Katrin Mikula
Druck und Bildbearbeitung:	Abteilung 8 Umwelt, Energie und Naturschutz,

Herausgeber: Amt der Kärntner Landesregierung Abt. 8 – Umwelt, Energie und Naturschutz
UAbt. Geologie und Gewässermonitoring KIS – Kärntner Institut für Seenforschung
Kirchengasse 43, A-9020 Klagenfurt am Wörthersee

Telefon: 050 536 18452 - E mail: abt8.kis@ktn.gv.at - Web: https://kis.ktn.gv.at