Seenjahr 2021

Inhalt

Seenjahr 2021 1
Einleitung 3
Allgemeines 3
Trophie 5
Ökologischer Zustand 8
Phytoplankton 8
Allgemein physikalisch-chemische Parameter 9
Makrophyten und Fische 10
Probenahme 12
Limnologie 12
Sichttiefe 12
Gesamt-Phosphor-Konzentration 13
Nährstoffeintrag 15
Klima 15
Kärnten Klima 2021 15
Hydrologie 16
Wassertemperatur 16
Wasserstand 19
Maßnahmen 22
Makrophyten-Management 22
Ausnahmebewilligung 23
Makrophyten-Mähen 2021 23
Bleistätter Moor – Ossiacher See 24
Bauliche Maßnahmen 24
Monitoring Ossiacher See 25
Monitoring Tiebel - Absetzbecken 26
Monitoring Absetzbecken 2017 - 2021 28
Phytoplankton 30
Wasserpflanzen 31
Fische 32
Besondere Ereignisse 33
Mai 2021 33
Juli 2021 34
September 2021 34
November 2021 35
Tabellenverzeichnis 36
Abbildungsverzeichnis 36
Impressum 38

Einleitung

Der 36. „Kärntner Seenbericht“ informiert über die jährlich vorgenommene Bewertung der Kärntner Seen. Mehr als vierzig Kärntner Seen werden regelmäßig vom Kärntner Institut für Seenforschung, eine Einheit der Abteilung 8 - Umwelt, Energie und Naturschutz des Amtes der Kärntner Landesregierung untersucht.

Der aktuelle Seenbericht präsentiert die Ergebnisse der Seengütekontrollen des Jahres 2021 (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)“ findet sich im „Seenjahr 2021“ bzw. im vorliegenden Text ein Überblick zu den bewerteten Seen hinsichtlich Trophie und ökologischer Zustand. Es wird auch über besondere Ereignisse, Maßnahmen oder Projekte sowie klimatische Randbedingungen informiert.

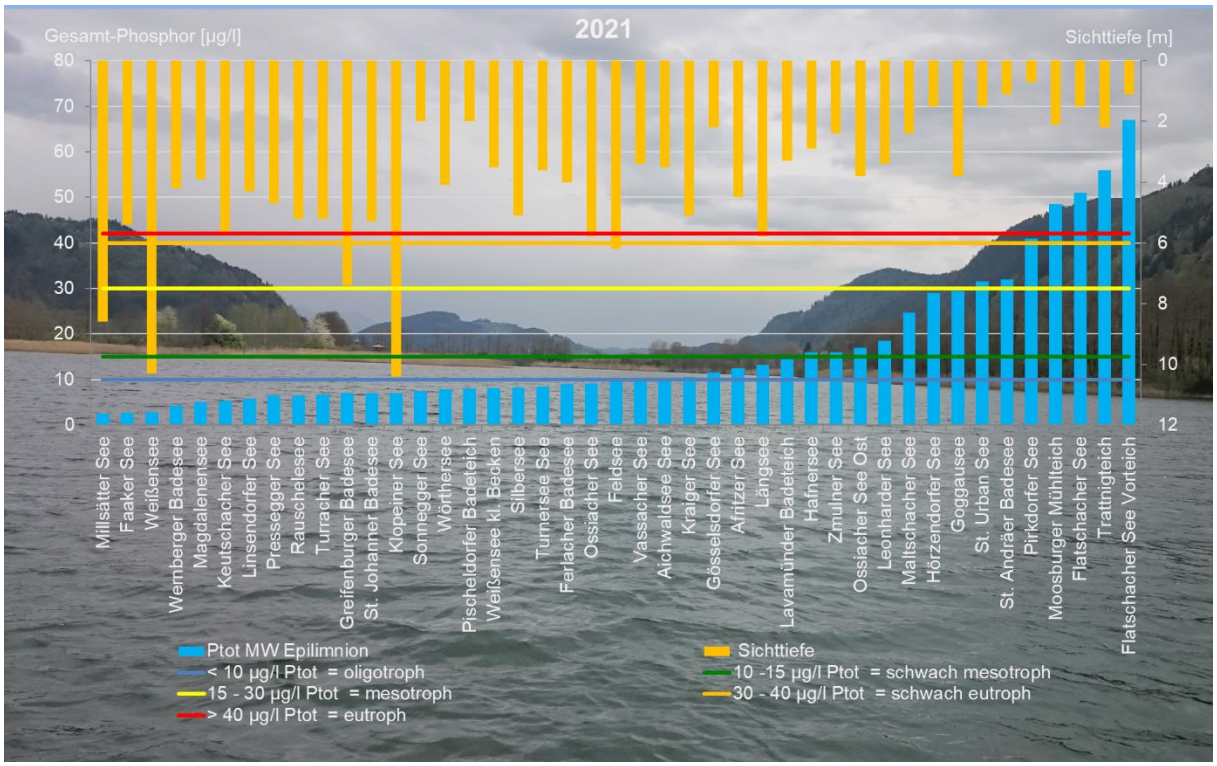


Abb. 1: Gesamt-Phosphor-Konzentration des Epilimnions (0 – 6 m, unten) und Sichttiefe (oben) aller im Jahr 2021 untersuchten Seen. Foto: KIS; G. Winkler.

Allgemeines

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 zirkuliert das Wasser des Sees bei vier Grad Celsius bis zum Grund, wohingegen während der Schichtungsphasen eine Temperaturdifferenz bzw. eine thermische Schichtung besteht. Im Sommer erwärmt sich das Oberflächenwasser auf über 20 Grad Celsius, ideal zum Baden, und das Tiefenwasser tiefer Seen bleibt mit vier Grad Celsius kalt. Bei seichten Seen kann der Temperaturunterschied zwischen oben und unten nur wenige Grad Celsius betragen.

Zahlreiche Prozesse im See sind temperaturabhängig. Zum Beispiel laufen bei höheren Temperaturen Stoffumsetzungsprozesse rascher ab, sodass Nährstoffe bald wieder zur

Verfügung stehen. Als Primärproduzenten erzeugen Algen mit Hilfe des Sonnenlichts aus Wasser und Kohlendioxid (autotrophe Assimilation) Glucose und Sauerstoff und legen Nährstoffe in Biomasse fest. Dabei spielt das Chlorophyll in den Algenzellen eine große Rolle.

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.

Alle vom Land Kärnten untersuchten Seen werden jährlich aufgrund ihres Nährstoffniveaus, respektive der Trophie, klassifiziert. Im Wesentlichen bezieht sich die 5-stufige Klassifizierung auf die Konzentration des Pflanzennährstoffs Phosphor, der die Entwicklung der Schwebealgen maßgeblich beeinflusst. Phosphor-Konzentration, Algenmenge und Chlorophyll-a-Konzentration in der Wasserschicht von null bis sechs Meter Tiefe (Epilimnion) dokumentieren im Wesentlichen die Qualität des zum Baden genutzten Wasserkörpers.

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 Frostwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft) bewertet. Jährlich werden die „ökologischen Zustände“ anhand des Phytoplanktons für den Wörthersee, Millstätter See, Ossiacher See, Klopeiner See, Weißensee, Keutschacher See, Faaker See sowie Längsee und Pressegger See, die im Rahmen des Landesmessnetzes überwacht werden, erhoben.

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 unversehrte 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 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 2021.

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

Im Untersuchungsjahr 2021 wiesen 28 der 40 untersuchten Kärntner Seen mit oligotroph oder schwach mesotroph eine ausgezeichnete Wasserqualität auf (Tab. 2). Zu diesen nährstoffarmen Gewässern zählten die großen und tiefen Seen des Landes, aber auch etliche kleine oder künstlich entstandene Gewässer.

Oligotroph bzw. sehr nährstoffarm waren im Jahr 2021 dreizehn Seen: wie immer der Millstätter See, der Weißensee oder der Faaker See. Als Vertreter der kleinen Seen ist der St. Johanner Badesee stets dieser Klasse zugeordnet. 2021 deutlich mehr Seen mit oligotroph bewertet.

Schwach mesotroph bzw. mäßig nährstoffarm waren insgesamt 15 Seen. Darunter fielen der Wörthersee, der Ossiacher See, der Turracher See oder der Wernberger Badesee. Damit besaßen im Jahr 2021 mehr als die Hälfte der untersuchten Seen eine hervorragende Wasserqualität.

In der mesotrophen, mäßig nährstoffreichen Klasse befanden sich fünf Seen. Zu erwähnen ist der Maltschacher See, der sich von eutroph um zwei Klassen verbessert hat. 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.

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 Ober-flächenfilme sogenannte „Algenblüten“ auftreten.

Hörzendorfer See, Pirkdorfer See, St. Andräer Badesee und St. Urban See wurden mit schwach eutroph bewertet. Zu eutrophen Seen Flatschacher See und Moosburger Mühlteich zählte 2021 auch der Trattnigteich.

Seen reagieren vorwiegend mit der Produktion von Schwebealgen oder Wasserpflanzen auf Nährstoffzufuhr. Das Wetter, insbesondere der Niederschlag sowie die Nutzung der Einzugsgebiete beeinflussen die Zufuhr von Nährstoffen.

Obwohl der Winter 2020/2021 sehr feucht war, entstand insgesamt in Kärnten ein Niederschlagsdefizit. Gebietsweise fehlte der Starkregen in den Sommermonaten und somit der Nährstoffeintrag, was als Ursache für die vielen als nährstoffarm eingestufte Seen angeführt werden kann.

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 2020 haben insgesamt 18 Seen einen anderen trophischen Status erhalten. Sechzehn Seen haben sich vorwiegend aufgrund geringerer Gesamt-Phosphor-Konzentrationen verbessert (in Tab. 2 mit (+) gekennzeichnet). Von der schwach mesotrophen in die sehr nährstoffarme Klasse oligotroph stiegen sechs Seen auf: Feldsee, Ferlacher Badesee, Keutschacher See, Klopeiner See, Pressegger See und Silbersee. Um zwei Klassen hat sich der Pischeldorfer Badesee aus der mesotrophen (mäßige Wasserqualität) in die oligotrophe Klasse verbessert.

Von der mesotrophen Nährstoffklasse kamen sechs Seen in die bessere Klasse schwach mesotroph: Afitzer See, Kraiger See, Lavamünder Badesee, Rauschelesee, Sonnegger See und Vassacher See.

Im Jahr 2021 haben nur zwei Seen eine schlechtere Bewertung erhalten. Der St. Andräer Badesee wurde von mesotroph nach schwach eutroph gestellt und der Trattnigteich von schwach eutroph in die sehr nährstoffreiche Klasse eutroph.

22 Seen blieben im Vergleich zum Jahr 2020 hinsichtlich ihrer trophischen Klassifizierung unverändert.

Der Forstsee wurde im Jahr 2021 aufgrund von Sanierungsarbeiten am Speicherkraftwerk abgelassen und konnte deswegen nicht überprüft werden.

In der Tab. 3 sind jene 18 Seen aufgelistet, deren Trophie-Einstufung sich von 2020 auf 2021 geändert hat. Die für die Veränderung ausschlaggebenden Parameter sind durch ein „Plus“ oder ein „Minus“ in der Tabelle gekennzeichnet.

Tab. 2: Trophie-Einstufung der Kärntner Seen im Jahr 2021.

ausgezeichnete Wasserqualität		gute Wasserqualität	genügende Wasserqualität	
Oligotroph	Schwach mesotroph	Mesotroph	Schwach eutroph	Eutroph
Faaker See	Afritzer See (+)	Goggausee	Hörzendorfer See (+)	Flatschacher See
Feldsee (+)	Aichwaldsee	Hafnersee	Pirkdorfer See (+)	Moosburger Mühlteich
Ferlacher Badesee (+)	Gösselsdorfer See	Leonharder See	St. Andräer Badesee (-)	Trattnigteich (-)
Keutschacher See (+)	Greifenburger Badesee	Maltschacher See (++)	St. Urban See	
Klopeiner See (+)	Kraiger See (+)	Zmulner See		
Linsendorfer Badesee	Längsee			
Magdalenensee	Lavamünder Badesee (+)			
Millstätter See	Ossiacher See			
Pischeldorfer Badeteich (++)	Rauschelesee (+)			
Pressegger See (+)	Sonnegger See (+)			
Silbersee (+)	Turnersee			
St. Johanner Badesee	Turracher See			
Weißensee	Vassacher See (+)			
	Wernberger Badesee			
	Wörthersee			
Veränderung im Vergleich zu 2020: (+) in Richtung Oligotrophie, (-) in Richtung Eutrophie.				

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	2020	2021	Ptot (0-6m)	Ptot ü. Grund	PHP (0-6m)	O_2 ü. Grund	Chl-a (0-6m)	H2S	Sicht-tiefe
Afrizer See	m	sm	+						
Feldsee (+)	sm	o	+						
Ferlacher Badesee (+)	sm	o	+				+		+
Hörzendofer See	e	se	+						
Keutschacher See (+)	sm	o	+		+		+		+
Klopeiner See (+)	sm	o							
Kraiger See (+)	m	sm	+						
Lavamünder Badesee (+)	m	sm							
Maltschacher See (++)	e	m	+	+			+		
Pischeldorfer Badeteich (++)	m	o	+			+	+		+
Pirkdorfer See (+)	e	se							
Pressegger See (+)	sm	o							
Rauschelesee (+)	m	sm	+	+	+		+		
Silbersee (+)	sm	o	+						
Sonnegger See (+)	m	sm	+				+		+
St. Andräer Badesee (-)	m	se	-						-
Trattnigteich (-)	se	e	-	-					
Vassacher See (+)	m	sm	+	+			+		+

Wie bereits erwähnt, behalten Seen, deren Tiefe mehr als 15 Meter beträgt, ihren trophischen Status über einen längeren Zeitraum bei. Abb. 2 gibt die Einstufung dieser zwölf Seen wieder. In Abb. 3 ist der entsprechende langjährige Vergleich (1993 bis 2021) für die 31 Seen, deren Tiefe geringer als 15 Meter ist, dargestellt.

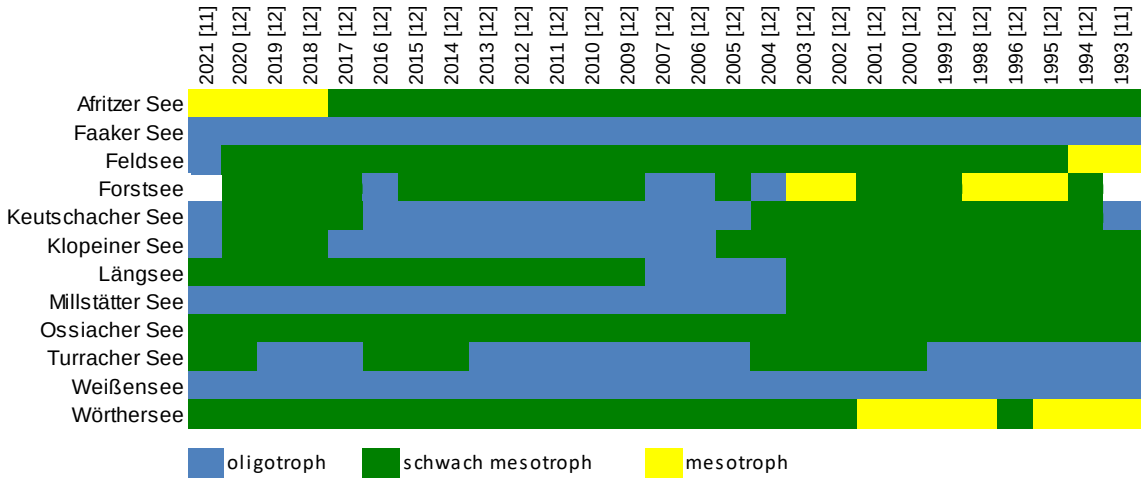


Abb. 2: Trophiebewertung der Seen tiefer als 15 m von 2021 bis 1993.

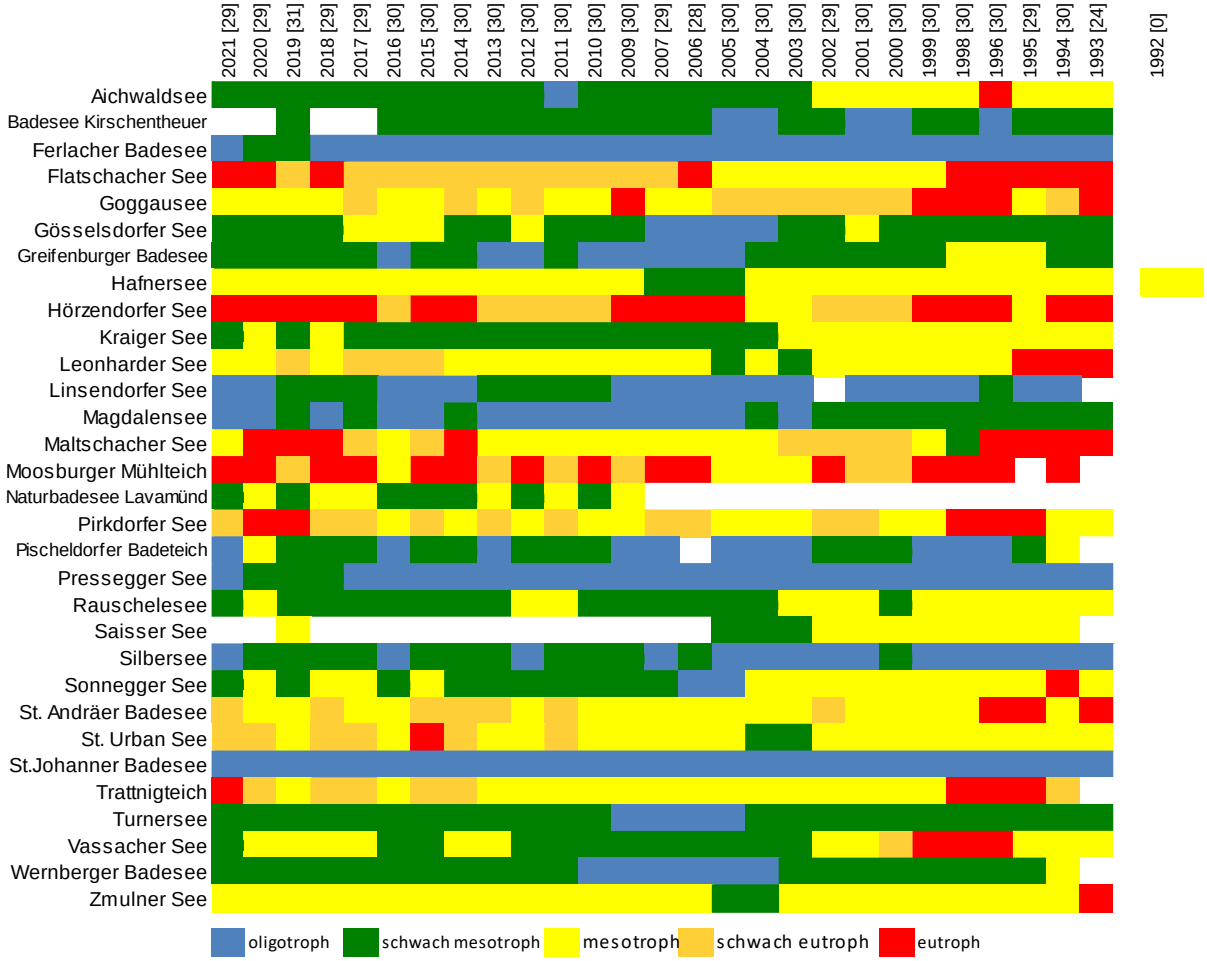


Abb. 3: Trophiebewertung der Seen seichter als 15 m von 2021 bis 1993.

Ökologischer Zustand

Die ökologische Zustandsbewertung erfolgt anhand der Abweichung einer Lebensgemeinschaft vom festgelegten Referenzzustand, also einem Zustand bei „Abwesenheit störender 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 2021 sowie für das 3-Jahresmittel (2019-2021) angegeben.

Im 3-Jahresmittel entsprachen der Faaker See, der Keutschacher See, der Klopeiner See, der Millstätter See, der Weißensee und der Pressegger See der „sehr guten“

und der Wörthersee der „guten“ ökologischen Zustandsklasse. Für den Ossiacher See ergab das 3-Jahresmittel nach wie vor den „mäßigen“ Zustand.

Beim Faaker See, Keutschacher See, Weißensee und Längsee waren im Untersuchungsjahr 2021 die sehr geringen epilimnischen Algenbiovolumina und hohen Brettum-Indices, welche nur wenig bis gar nicht von den Referenzwerten abwichen, maßgeblich für den „sehr guten“ Zustand. Der Faaker See wies mit 0,189 mm³/l das geringste Algenbiovolumen auf. Beim Keutschacher See und Längsee gab einzig die Kenngröße Chlorophyll-a mit „gut“ eine schlechtere Zustandsklasse als „sehr gut“ wieder. Beim Millstätter See lagen alle drei Kenngrößen: Brettum-Index, Chlorophyll-a und Biovolumen in der „sehr guten“ Zustandsklasse, wobei der EQR-Wert für das Biovolumen an der Klassengrenze zu „gut“ lag. Der „gute“ Zustand beim Klopeiner See für das Jahr 2021 ergab sich aus den knapp im „sehr guten“ liegenden EQR-Werten von Biovolumen und Chlorophyll-a-Konzentration sowie dem knapp im „guten“ liegenden Brettum-Index. Ganz ähnlich lagen die Verhältnisse beim Pressegger See; Biovolumen und Chlorophyll-a „sehr gut“ und Brettum-Index „gut“. Entsprechend den Abweichungen von den Referenzwerten gaben beim Wörthersee die Kenngrößen Chlorophyll-a ein „Mäßig“, Biovolumen ein „Gut“ und Brettum-Index ein „Sehr gut“ wieder, was insgesamt einen „guten“ Zustand ergab. Der ökologische Zustand des Ossiacher Sees fiel wie im Vorjahr in die „gute“ Zustandsklasse. Chlorophyll-a und Biovolumen ergaben ein „Mäßig“ und Brettum-Index ein „Gut“.

Tab. 4: Ökologischer Zustand – Phytoplankton; 2021 und 3-Jahresmittel 2019-2021.

See	Ökologischer Zustand Phytoplankton			
	2021		3-Jahresmittel (2019-2021)	
	Gesamt-nEQR	Bewertung	Gesamt-nEQR	Bewertung
Faaker See	1,00	Sehr gut	1,00	Sehr gut
Keutschacher See	0,94	Sehr gut	0,97	Sehr gut
Klopeiner See	0,78	Gut	0,81	Sehr gut
Millstätter See	0,88	Sehr gut	0,91	Sehr gut
Ossiacher See	0,63	Gut	0,58	Mäßig
Weißensee	0,97	Sehr gut	0,95	Sehr gut
Wörthersee	0,67	Gut	0,68	Gut
Pressegger See	0,81	Sehr gut	0,90	Sehr gut
Längsee	0,91	Sehr gut	0,87	Sehr 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 bzw. 3-Jahresmittel (2019-2021) sind in der Tab. 5 dargestellt.

Beim Millstätter See und Weißensee bestätigten die physikalisch-chemischen Parameter mit allen Komponenten wie beim Phytoplankton den „sehr guten“ Zustand.

Zeigt das Phytoplankton beim Faaker See, und Keutschacher See den „sehr guten“ Zustand an, weichen einige Komponenten der physikalisch-chemischen Parameter von diesem ab. Beim Faaker See lag die Sichttiefe aufgrund von mineralischen Trübstoffen (Kalkpartikel) aus den Zubringerbächen und nicht aufgrund der Algenentwicklung außerhalb der „sehr guten“ Zustandsklasse. Beim Keutschacher See entsprachen die Komponenten Gesamt-Phosphor und Sichttiefe dem „guten“ Zustand. Die hypolimnische Temperatur lag außerhalb der Bandbreite für den „sehr guten und guten“ Zustand, was jedoch keine anthropogene Ursache hat. Ebenso befand sich die Temperatur beim Längsee und Pressegger See außerhalb dieser Bandbreite.

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 den „mäßigen“ und Sichttiefe den „guten“ Zustand an. Diese beiden Komponenten lagen beim Ossiacher See, in der „mäßigen“ ökologischen Zustandsklasse.

Tab. 5: Ökologischer Zustand - Allgemein physikalisch-chemische Parameter; 3-Jahresmittel 2019-2021.

Allgemein physikalisch-chemische Parameter - 3-Jahresmittel (2019-2021):						
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 0,70	gut 0,68
Keutschacher See	außerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	gut 0,57	gut 0,69
Klopeiner See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	gut 0,46	sehr gut 0,94
Millstätter See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	sehr gut 0,92	sehr gut 0,93
Ossiacher See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	außerhalb Bandbreite	mäßig 0,37	mäßig 0,48
Weißensee	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	sehr gut 0,75	sehr gut 0,99
Wörthersee	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	mäßig 0,41	gut 0,55
Pressegger See	außerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	sehr gut 0,63	mäßig 0,46
Längsee	außerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	Nicht bewertet	Gut 0,59	sehr gut 0,82

Makrophyten und Fische

In Tab. 6 sind die Bewertungsergebnisse der biologischen Qualitätselemente Makrophyten und Fische angeführt. Die Erhebungen erfolgten im Zeitraum von 2003 bis 2017. Im Auftrag des Bundesministeriums 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 des Amtes der Kärntner Landesregierung, Abteilung 8 Umwelt, Energie und Naturschutz.

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

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) 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.

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.

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 unversehrte Ufervegetation gegeben ist.

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 Wellen (Wind, 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 Frostwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft beauftragt eine leitfadenkonforme Erhebung im Jahr 2022 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 der Seen entnommen.

Im Jahr 2021 überprüfte das Land Kärnten (Abteilung 8 Umwelt, Energie und Naturschutz) die Wasserqualität von insgesamt 40 Kärntner Seen. Die Wasserqualität des Forstsees konnte im Jahr 2021 aufgrund von notwendigen Sanierungsarbeiten am Speicherkraftwerk nicht bestimmt werden.

Vier Gütekontrollen fanden an insgesamt zwölf Seen des Landes statt. Neben den großen Seen (> 50 Hektar): Wörthersee, Millstätter See, Ossiacher See, Weißensee, Klopeiner See, Faaker See und Keutschacher See zählten der Afritzer See, Feldsee, Goggausee und Längsee. Da am Hörzendorfer See Maßnahmen zur Verbesserung der trophischen Situation geplant werden, wurde er ebenfalls viermal untersucht. Am Pressegger See ist die vierte Probenahme im Dezember aufgrund der Witterung, die eine Zufahrt unmöglich machte, ausgefallen.

Zwei Wassergütekontrollen fanden zu Beginn und am Ende der sommerlichen Schichtungsphase an 28 Seen statt.

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. Im nördlichen Absetzbecken des Bleistätter Moores fanden fünf und im südlichen Absetzbecken zehn Kontrollen statt.

Das Kärntner Institut für Seenforschung hat im Jahr 2021 insgesamt 136 (2019: 143) routinemäßige Seengütekontrollen durchgeführt und dabei 684 Wasserproben für chemische Wasseranalysen entnommen. Des Weiteren wurden für die Analyse des Algenbiovolumens 247 und für die qualitative Analyse der Algenarten 139 Wasserproben entnommen. 293 Proben wurden für die Messung der Chlorophyll-a-Konzentrationen gezogen.

In Summe waren es 1.363 Wasserproben. Während der Probenahme wurden insgesamt aus 1.019 Tiefenstufen vier Vorortwerte registriert (Tab. 7). Neben den Parametern Temperatur, 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.

Tab. 7: Anzahl 2021 entnommener Proben.

Probenart	Anzahl
chemisch-physik. Wasseranalyse	684
quantitative Phytoplanktonanalyse	247
qualitative Phytoplanktonanalyse	139
Chlorophyll-a Analyse	293
Zooplanktonanalyse	0
Summe Proben	1.363

Die entnommenen Wasserproben wurden im Umweltlabor 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. 4) 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.

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.

2021 zählten der Klopeiner See mit einer maximalen Sichttiefe von 10,4 Meter, der Weißensee mit 10,3 Meter und der Millstätter See mit 8,6 Meter zu den klarsten Seen des Landes (Abb. 5). Wurden die maximalen Werte beim Weißensee und Millstätter See in der kalten, wenig produktiven Jahreszeit gemessen, war der Klopeiner See Anfang Juni sehr transparent.

Sehr klar waren im Sommer auch der Greifenburger Badesee (7,4 m), und der Feldsee (6,2 m).

Abb. 4: Sichtiefenmessung mit Secchi-Scheibe. Foto: KIS G. Santner.

Sichttiefen unter zwei Meter wurden an einigen kleineren Seen gemessen, deren Trübungen durch Schwebealgen verursacht wurden, dadurch waren hohe Chlorophyll-a-Konzentrationen stets mit geringen Sichttiefen korreliert. Die geringste maximale Sichttiefe betrug 0,7 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. 5 die Gesamt-Phosphor-Konzentrationen aller 40 untersuchter 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 zehn Mikrogramm pro Liter zeigten hohe Sichttiefen, die Werte schwankten zwischen maximal 10,4 und zwei Meter. Die große Schwankungsbreite der Sichttiefen bei den nährstoffarmen Gewässern ist darauf zurückzuführen, dass beispielsweise beim Pischeldorfer Badesee eine Sichttiefe von zwei Meter eine Sicht bis Grund bedeuten kann.

Bei den schwach mesotrophen Seen mit Gesamt-Phosphor-Konzentrationen zwischen 10 µg/l und 15 µg/l, lagen die Sichttiefen zwischen 2,2 und 5,8 Meter. 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 Werte streuten zwischen 0,7 Meter und drei Meter.

Im Vergleich zum Jahr 2020 ist aufgefallen, dass 2021 nahezu an allen untersuchten Seen die mittleren Gesamt-Phosphor-Konzentrationen des Epilimnions zurückgegangen sind (Abb. 6). Das sehr trockene und recht niederschlagsarme Jahr 2021 mit wenig Niederschlag in der warmen Jahreszeit mag dazu beigetragen haben. Damit blieben für viele Seen die nährstoffreichen Einschwemmungen aus dem Umland aus und das Oberflächenwasser (Epilimnion) erhielt weniger Nachschub an Nährstoffen.

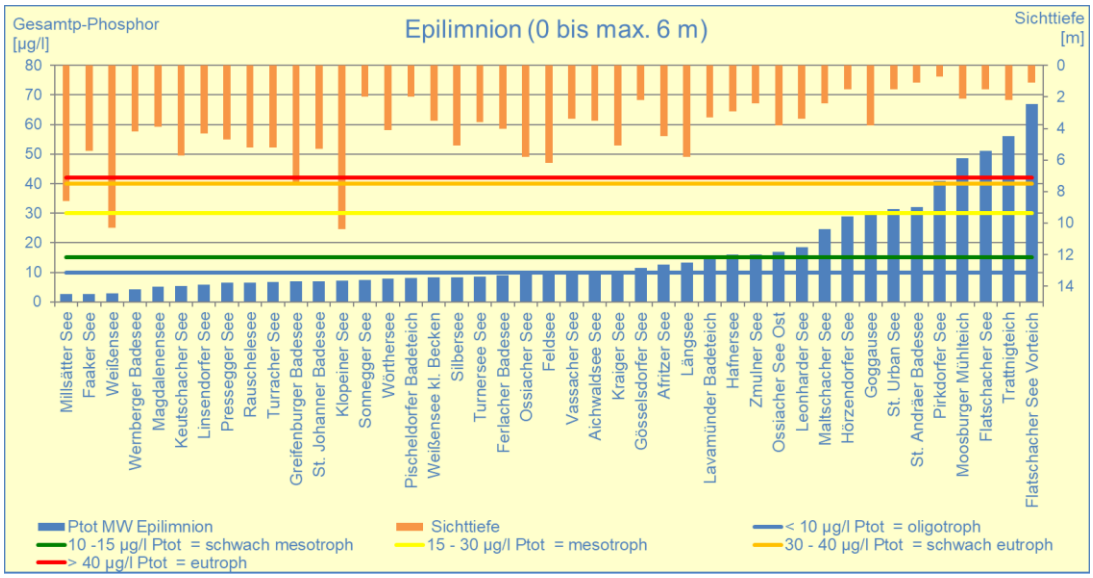


Abb. 5: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und maximale Sichttiefen (m) aller untersuchten Seen 2021.

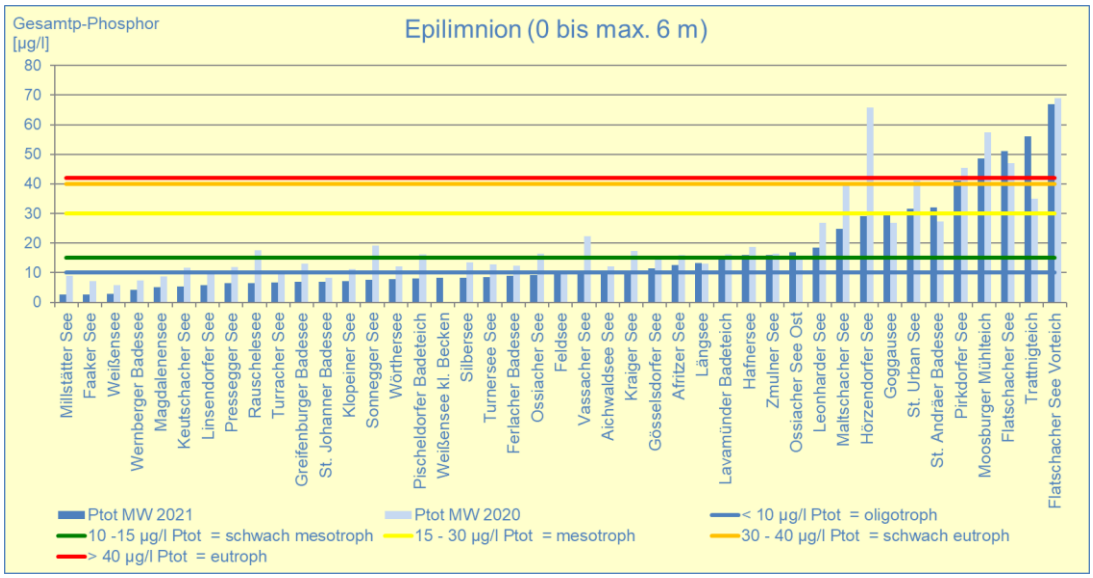


Abb. 6: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) aller untersuchten Seen 2021 im Vergleich zu 2020.

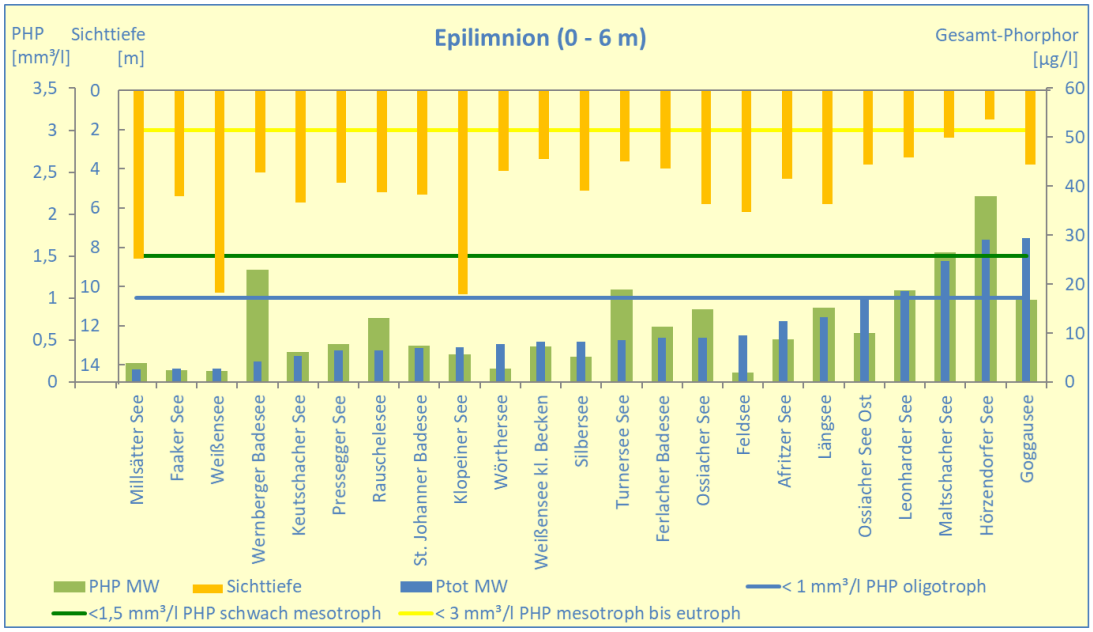


Abb. 7: Phytoplankton-Biovolumen (mm³/l), Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) im Epilimnion (0 – max. 6 m) und maximale Sichttiefen (m) 2021.

Die Abb. 7 zeigt jene Seen, für die das Algen-Biovolumen des Epilimnions (0 – 6 m) im Untersuchungsjahr 2021 analysiert wurde und stellt es der Gesamt-Phosphor Konzentration und der Sichttiefe gegenüber. Geordnet sind die Seen nach ansteigender Gesamt-Phosphor-Konzentration.

Nährstoffeintrag

Nährstoffe gelangen entweder über Oberflächenabschwemmung oder als Futter zum Anlocken von Wassertieren in Gewässer.

Durch **Starkregenereignisse** können große Einträge aus dem Umland in ein Gewässer erfolgen. Ein Nährstoffeintrag in ein tiefes Gewässer gelangt meist rasch in tiefere Wasserschichten. In weiterer Folge haben sie für die Algenentwicklung im Oberflächenwasser kaum eine Bedeutung. In einem seichten See aber verbleiben die Nährstoffe in der lichtdurchfluteten und damit in der photosynthetisch aktiven Zone, die Algen vermehren sich. Deswegen reagieren seichte Seen rascher auf Nährstoffeinträge aus dem Umland als tiefe Seen und erklärt warum seichte Seen 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 auf diese Weise 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 daher aus gewässerökologischer Sicht dringend geraten auf das Anfüttern von Fischen zu verzichten.

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 sommerliche 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 2021

Kärnten erreichte 2021 zwar nicht die extrem hohen Temperaturabweichungen

der Vorjahre, dennoch war es mit einer Abweichung von +1,0 Grad Celsius deutlich zu warm. Der Winter 2020/21 war nach 2013/14 der zweitfeuchteste der letzten Jahrzehnte. Über das gesamte Jahr entstand jedoch besonders in Unterkärnten ein Niederschlagsdefizit. 2021 setzte sich die Serie sehr sonniger Jahre fort. Das Plus an Sonnenstunden betrug 12 Prozent. Der Frühling war nur 0,4 Grad Celsius zu kühl, was aber reichte, um der kühlste seit 1987 zu sein. Infolge einer andauernden Hitzewelle war der Juni der drittwärmste und zweitsonnigste seit Messbeginn. Im gesamten Sommer waren in Klagenfurt 33 statt üblicherweise drei Tage Teil einer Hitzeperiode ([2]).

Die Frühjahrsmonate März und April verliefen sowie der Juni, September und Oktober sehr niederschlagsarm. In den Sommermonaten Juli und August entsprachen die Niederschlagsmengen weitestgehend den durchschnittlichen Erwartungen. Deutlich mehr Niederschlag gab es im Jänner und Mai. 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 2021 wichen im Vergleich zum langjährigen Mittel von 1961 bis 1990 nach oben als auch nach unten hin ab. Sehr deutlich über dem langjährigen Durchschnitt lagen die Monate Februar (+3,1°°C), Juni (+4,2 °C) und Juli (+2,4 °C), die Monate Jänner (-0,5 °C), April (- 0,8 °C), Mai (- 1,2 °C) und Oktober (- 0,3 °C), lagen unter dem Durchschnitt.

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 aus gemessen.

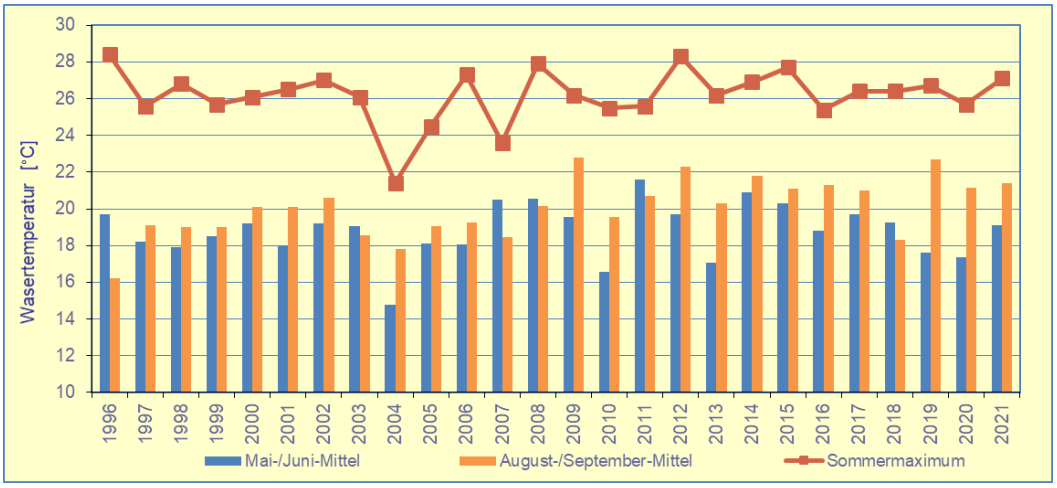


Abb. 8: Durchschnittliche Wassertemperatur an der Oberfläche aller im Rahmen der Gewässergütekontrollen untersuchten Seen von 1996-2021.

Von Herrn Dr. Wolfgang Honsig-Erlenburg erhalten wir dankenswerter Weise Temperaturdaten vom Längsee, die in unsere Auswertungen einfließen. Die Oberflächentemperaturen der von uns untersuchten Seen inklusive der Längseedaten werden als Mai/Juni-, August/September-Mittel und der maximal gemessenen Temperaturen für den Zeitraum von 1996 bis 2021 grafisch dargestellt (Abb. 8). Die Mai/Juni- und August/September-Mittel der Wassertemperaturen an der Oberfläche waren mit 19,1 bzw. 21,4 Grad Celsius wärmer als 2020 (17,6 °C bzw. 21,1 °C).

[2] Hiebl J., Orlik A., (2022): Klimarückblick Kärnten 2021, Wien @ Klimastatusbericht Österreich 2021, Klimarückblick Kärnten, Hrsg. CCCA 2022.

Mit 27,1 Grad Celsius wurde am Längsee der höchste Wert am 29. Juni gemessen (Abb. 8). Selbstverständlich können die Seen im Laufe des Sommers auch höhere als von uns gemessene Oberflächentemperaturen erzielen.

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 Wassertemperaturen spiegelten das warme Jahr 2021 wieder. Besonders die Lufttemperatur des Junis wich mit plus 4,2 Grad Celsius vom Langjährigen Mittel (Bezugszeitraumes von 1961 bis 1990) ab, was sich im Vergleich zu 2020 in einer deutlich wärmeren Wassertemperatur niederschlug. Im August und Juli viel die Abweichung der Luft- und Wassertemperaturen geringer aus ([2]).

Im Folgenden sind die Wassertemperaturen als mittleres, minimales und maximales Tagesmittel von 1991 bis 2021 mit den Tagesmitteln des Jahres 2021 dargestellt.

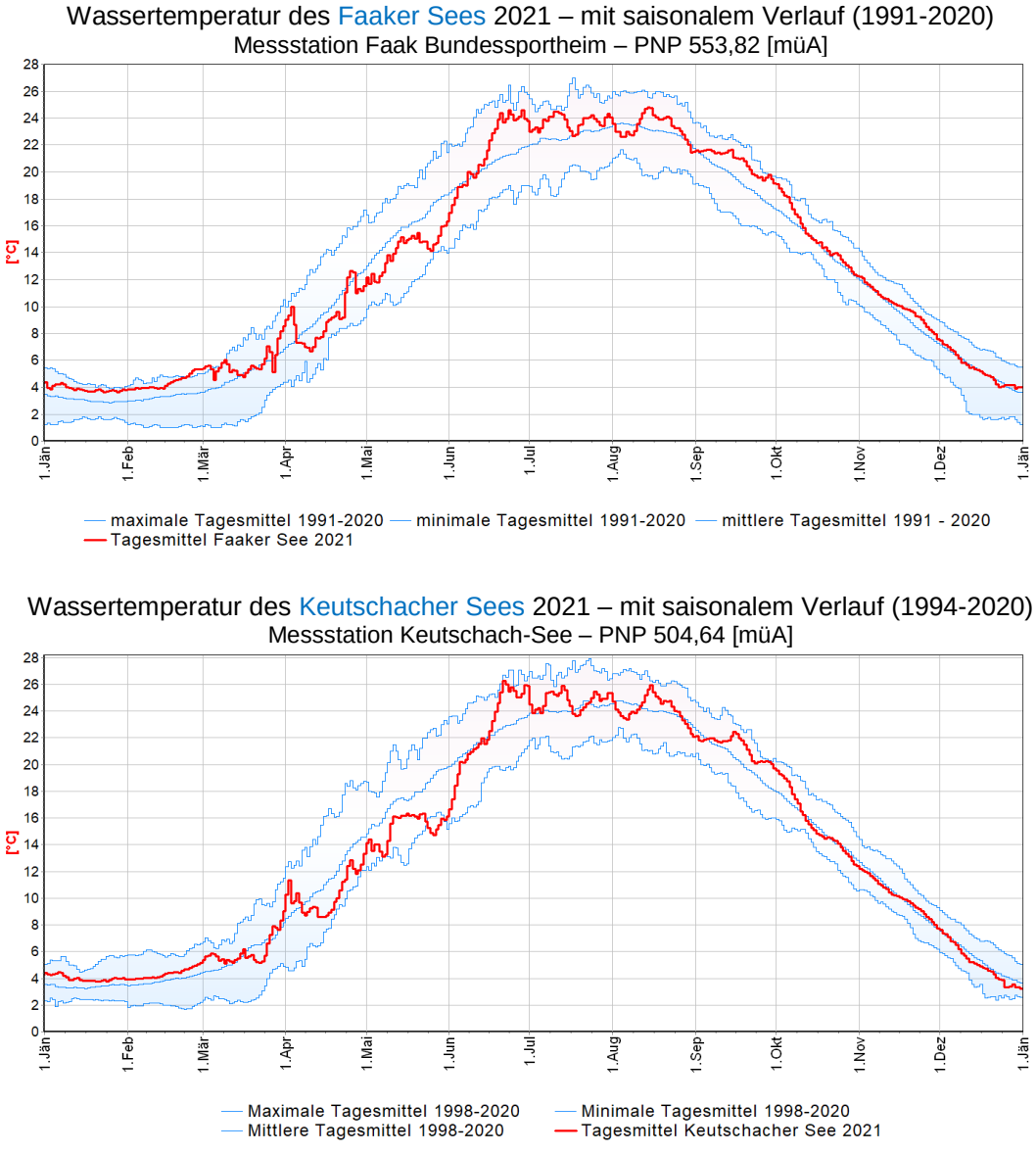
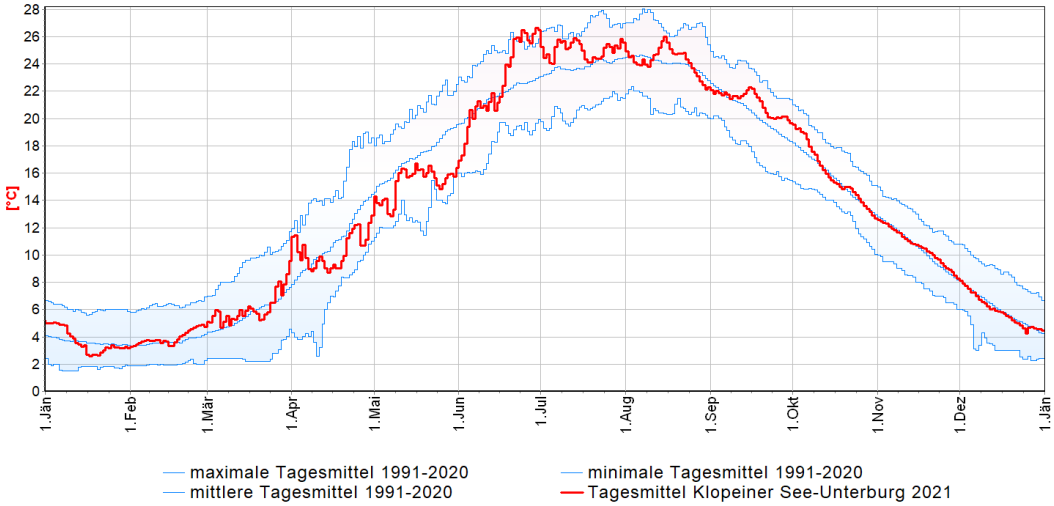
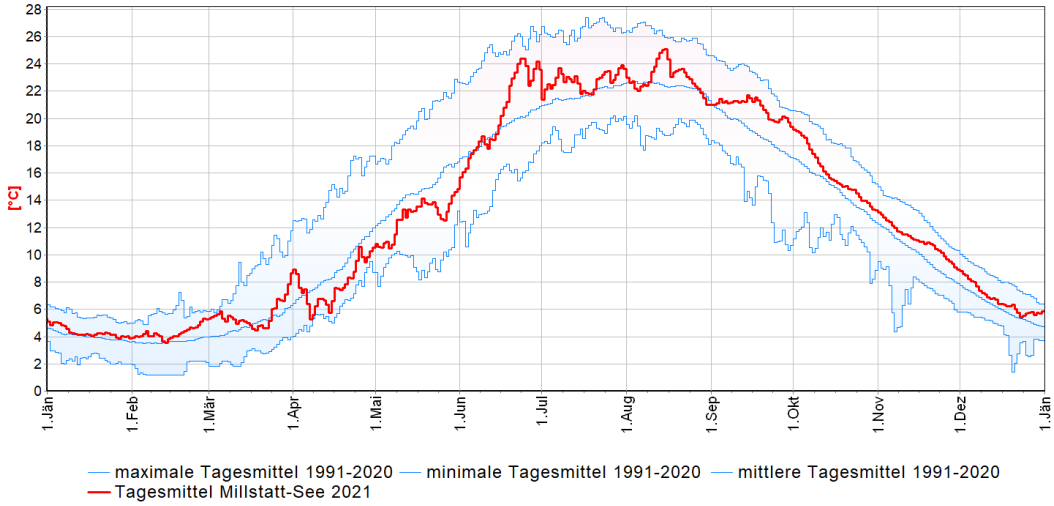


Abb. 9: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (rote Linie); von links nach rechts: Faaker See, Keutschacher See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Wassertemperatur des Klopeiner Sees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Unterburg-See – PNP 445,14 [müA]



Wassertemperatur des Millstätter Sees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Millstatt-See – PNP 586,99 [müA]



Wassertemperatur des Ossiacher Sees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation St. Andrä-See – PNP 500,25 [müA]

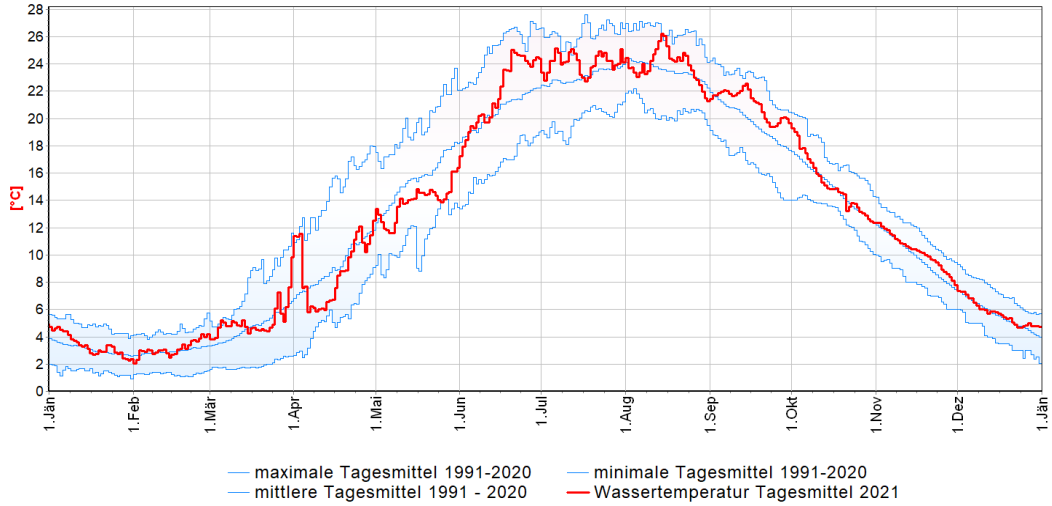
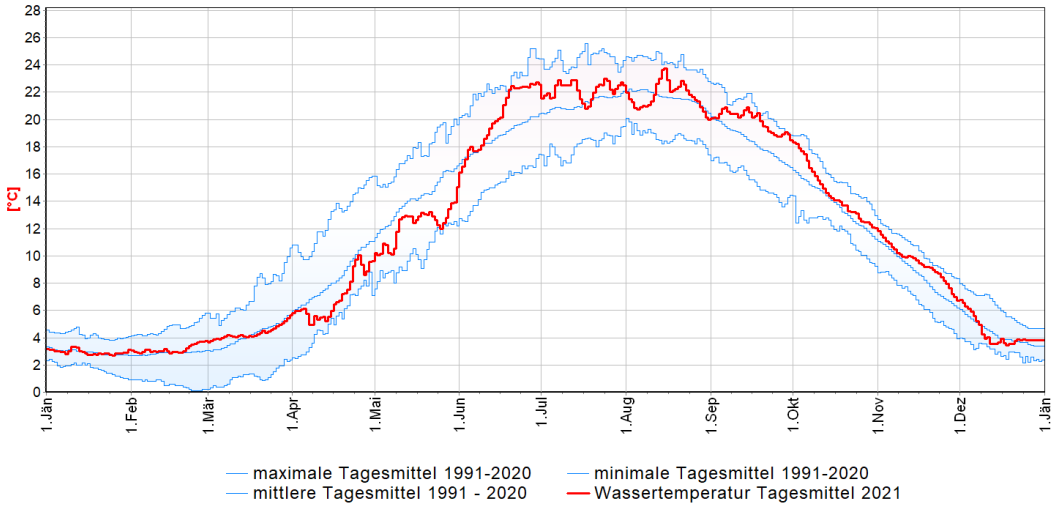


Abb. 10: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (rote Linie); Klopeiner See; Millstätter See, Ossiacher See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Wassertemperatur des Weißensees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Techendorf-See – PNP 928,03 [müA]



Wassertemperatur des Wörthersees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Pörtschach-See – PNP 438,89 [müA]

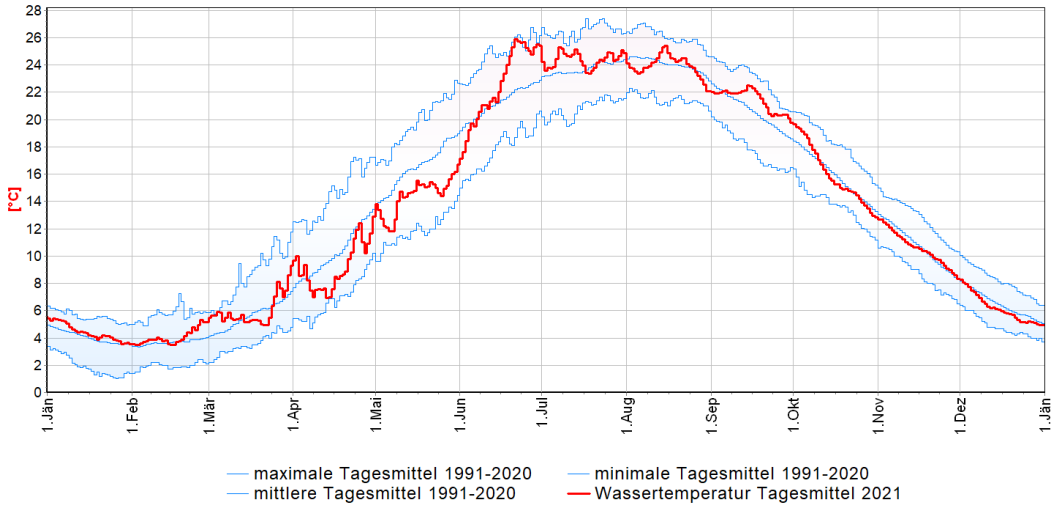


Abb. 11: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (rote Linie); Weißensee, Wörthersee; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Die Abb. 9, Abb. 10 und Abb. 11 zeigen die Oberflächentemperaturen der sieben Kärntner Seen, an deren Ufer automatische Pegelschreiber installiert sind.

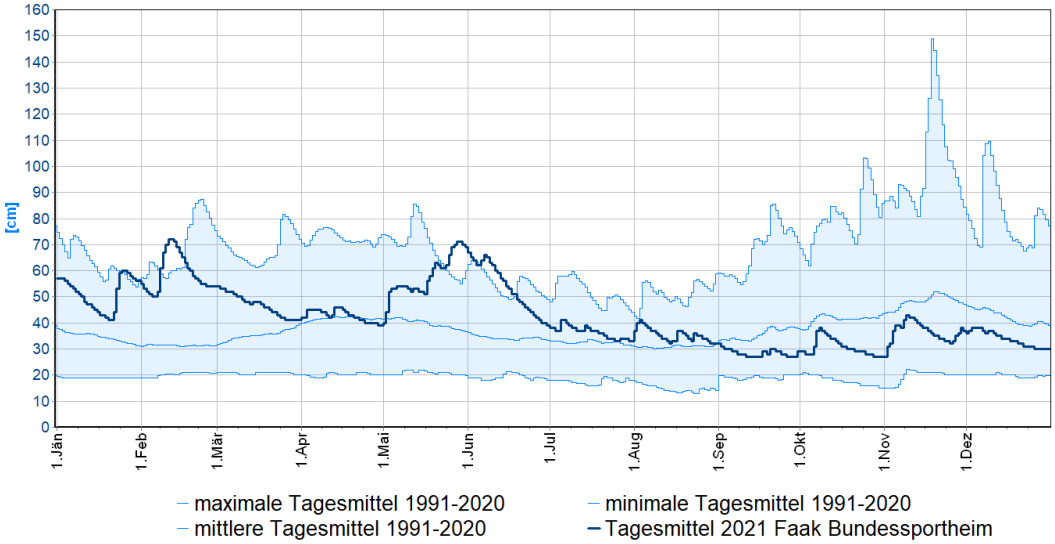
Entsprechend dem überdurchschnittlich warmen Februar stiegen die Tagesmittel der Wassertemperaturen an allen Seen ab circa Mitte des Monats über die langjährigen Tagesmittelwerte hinaus an. Mit der ersten Märzhälfte kühlten die Oberflächentemperaturen in Richtung langjähriges mittleres Tagesmittel ab und stiegen bis Ende März (ausgenommen der Weißensee) kurzfristig wieder an um im April und dem regenreichen Mai deutlich unter das langjährige Tagesmittel abzufallen. Erst der warme Juni ließ die Wassertemperaturen wieder steigen. In den Sommermonaten Juli bis September pendelten die Tagesmittelwerte zwischen den maximalen und mittleren langjährigen Tagesmitteln hin und her. Mit der herbstlichen Abkühlung waren die Tagesmittel mehr oder weniger identisch zum langjährigen Mittel.

Wasserstand

Von Jänner bis Mitte Februar waren die Wasserstände entsprechend der hohen Niederschlagsmenge (im Jänner +87 %) relativ hoch. Beim Faaker See (Abb. 12 oben) und Ossiacher See (Abb. 13 unten) lagen die Tagesmittelwerte zeitweise über den maximalen Tagesmittelwerten des

langjährigen Beobachtungszeitraumes. Bis Anfang Mai sanken die Wasserstände an fast allen Seen aufgrund des geringen Niederschlags in Richtung langjähriges mittleres Tagesmittel (1991-2020). Der Klopeiner See zeigte bereits zu Jahresbeginn Wasserstände, die um das langjährige Mittel lagen und sank bis Anfang Mai auch deutlich darunter. Mit dem regenreichen Mai nahmen alle Pegelstände zu. Am Faaker See und Keutschacher See (Abb. 13) waren Ende Juni Wasserstände zu verzeichnen, die über die langjährigen maximalen Tagemittel hinausgingen. In der zweiten Jahreshälfte nahmen die Pegel an allen Seen entsprechend der niederschlagsarmen Sommermonate unter das langjährige mittlere Tagesmittel ab. Bis Anfang November verzeichneten nahezu alle Gewässer einen Pegeltiefststand, der beim Millstätter See und Wörthersee (Abb. 13, Abb. 14) bis an das langjährige minimale Tagesmittel heranreichte. Die Wasserstände variierten beim Millstätter See insgesamt um 60 Zentimeter und beim Wörthersee um 38 Zentimeter. Am Faaker See und Keutschacher See waren 40 bzw. 44 Zentimeter zu verzeichnen und 50 Zentimeter beim Ossiacher See.

Wasserstand des Faaker Sees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Faak Bundessportheim – PNP 553,82 [müA]



Wasserstand des Keutschacher Sees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1994-2020)
Messstation Keutschach-See – PNP 504,64 [müA]

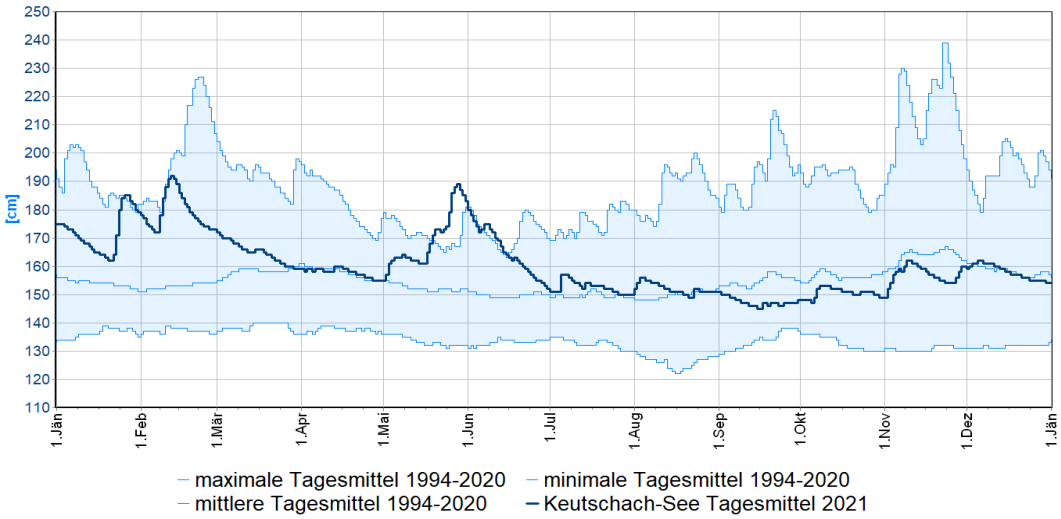
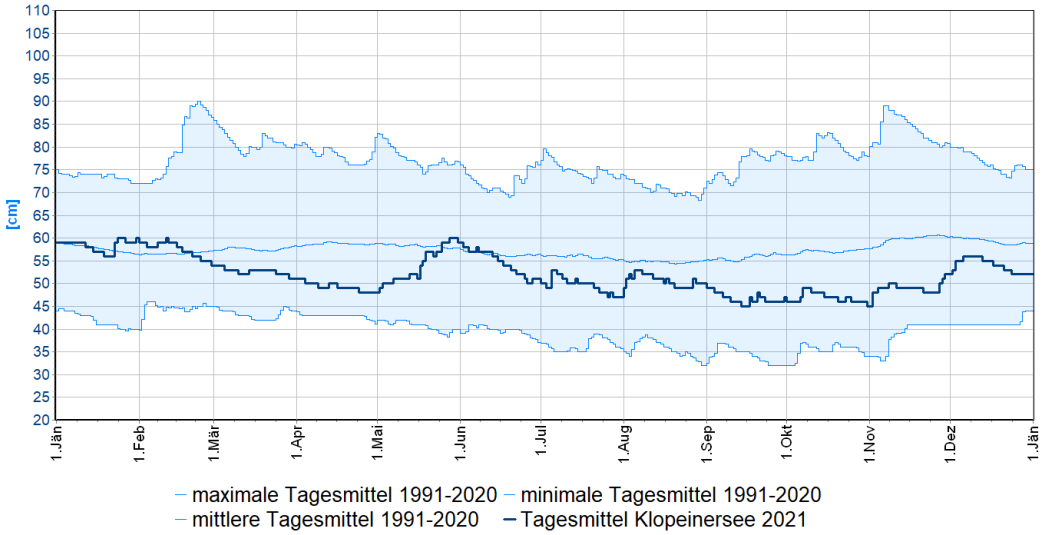
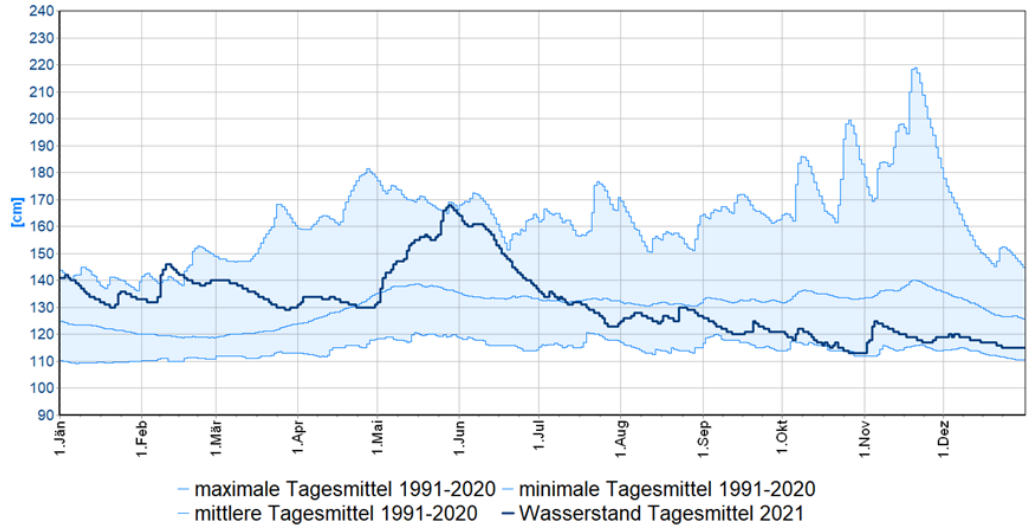


Abb. 12: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (dunkelblau); Faaker See, Keutschacher See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Wasserstand des Klopeiner Sees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Unterburg-See – PNP 445,14 [müA]



Wasserstand des Millstätter Sees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Millstatt-See – PNP 586,99 [müA]



Wasserstand des Ossiacher Sees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation St. Andrä-See – PNP 500,25 [müA]

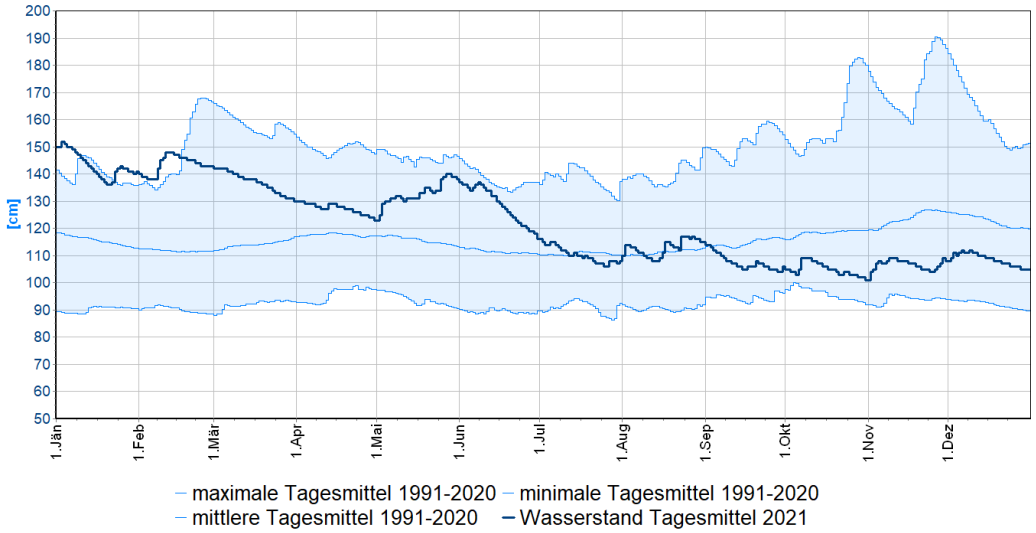
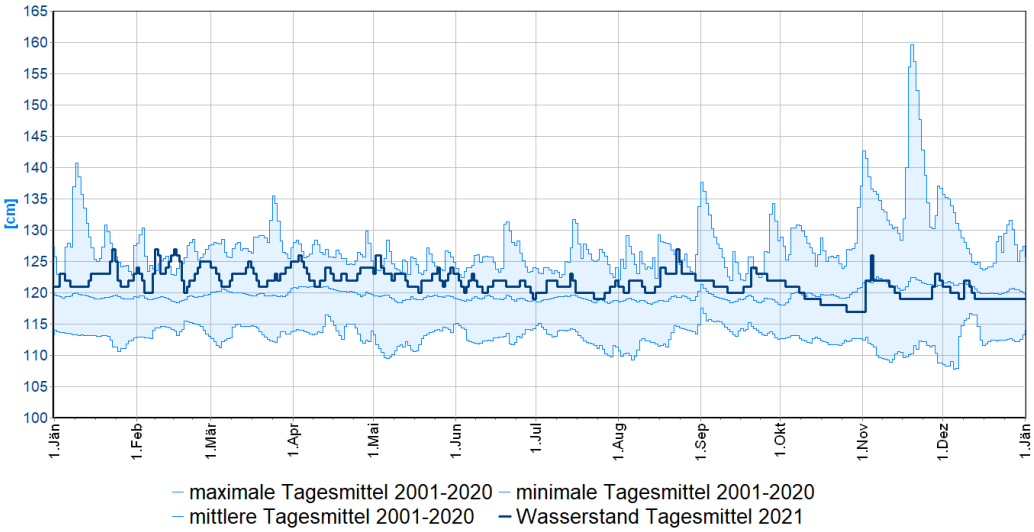


Abb. 13: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (dunkelblau); Klopeiner See, Millstätter See, Ossiacher See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

Wasserstand des Weißensees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Techendorf-See – PNP 928,03 [müA]



Wasserstand des Wörthersees 2021 – mit saisonalem Verlauf (1991-2020)
Messstation Pörtschach-See – PNP 438,89 [müA]

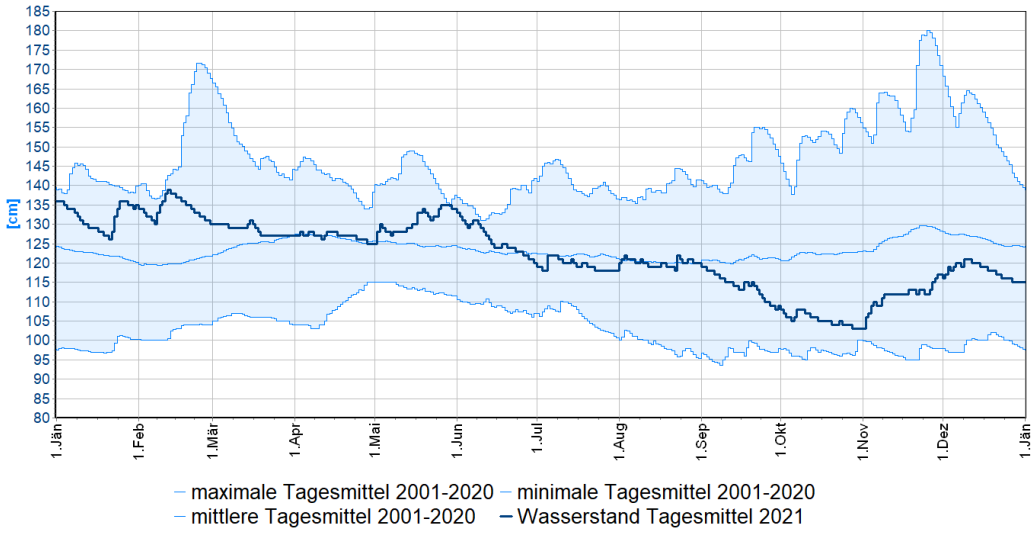


Abb. 14: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (dunkelblau); Weißensee, Wörthersee; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie.

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 Variabilität.

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 Sichttiefe, Sauerstoffgehalt, Algenbildung, und Nahrungsnetze. 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, wurde in der Vergangenheit an einigen wenigen sehr pflanzenreichen Seen des Landes das Mähen der Unterwasservegetation im Bereich der Seezugänge zum Zwecke des Badens auf kurzem Wege gestattet. Durch gezieltes Mähen sollten die Bestände der Unterwasserpflanzen soweit kontrolliert werden, dass ein Badebetrieb ungestört ablaufen kann. Eine nachhaltige Schädigung des Pflanzenbestandes sollte durch das Mähen jedenfalls vermieden werden. An dieser Stelle sei erwähnt, dass ein falscher und ungesetzlicher Fischbesatz sehr wohl eine nachhaltige Schädigung am Makrophytenbestand herbeiführen 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. 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. 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.) ins Wasser zurückfinden.

Zum Mähen von großen Flächen wird vom Land Kärnten gegen Bezahlung ein Mähboot zur Verfügung gestellt, das ab Oktober 2020 aufgrund eines Defektes (fehlende Ersatzteile) nicht verwendet werden konnte.

Makrophyten-Mähen 2021

Hinsichtlich der Entfernung von Unterwasserpflanzen sind 2021 vier Anträge auf Ausnahmebewilligungen eingegangen. Bescheide wurden für den Rauschelesee und den Gösselsdorfer See mit einer fünfjährigen Befristung erlassen. An diesen Gewässern hat jedoch keine Mahd stattgefunden.

Zwei Anträge wurden für den Ossiacher See gestellt. In einem Fall wurde die händische Entfernung der Unterwasserpflanzen in Verlängerung des Steges bis zur Erreichung der Schwimmtiefe gestattet. Im zweiten Fall wurde vom Antragsteller nach einem aufklärenden Gespräch vom Entfernen der Makrophyten Abstand genommen.

Die Abb. 15 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 1.961 Stunden im Einsatz.

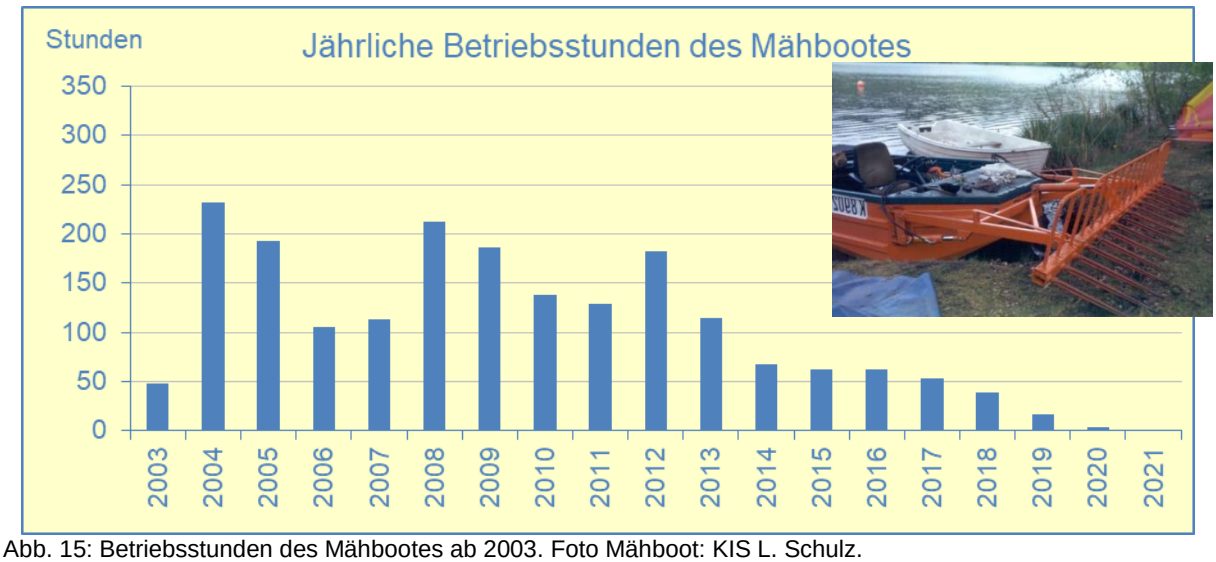


Abb. 15: Betriebsstunden des Mähbootes ab 2003. Foto Mähboot: KIS L. Schulz.

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 Drainwasser in die Tiebel. Heute beträgt die Polderfläche 155 Hektar und das anfallende Drainwasser wird mittels der 2012 errichteten Pumpen in die Tiebel geleitet.

Ausgangspunkt für die Entscheidung 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.

Der Hauptzweck der Absetzbecken im Bleistätter Moor, die links und rechts der Tiebel angelegt wurden, ist es die Stoffeinträge in den See zu verringern und so zur Verbesserung der Wasserqualität des Ossiacher Sees beizutragen bzw. den „guten“ ökologischen Zustand zu erreichen.

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.

Bauliche Maßnahmen

Für letztgenanntes Ziel wurde nahe der Landesstraße (L50) im Jahr 2012 ein **Pumpenhaus** errichtet, das die fortwährend anfallenden Drainwässer aus den Polderflächen (155 Hektar, zuvor 220 Hektar), kurz vor den Absetzbecken, in die Tiebel pumpt. Weitere Rohre des insgesamt rund 600 Hektar großen Moores entwässern die nährstoffreichen Drainwässer frei in die Tiebel.

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. 2016 wurde die **Tiebelsohlschwelle bei Sonnberg**

entfernt. Im November 2018 wurde der **Querdamm** in der Tiebel gebaut und seitdem fließt die Tiebel durch die Absetzbecken zum Ossiacher See (Abb. 16).

Die Entwässerung des Bleistätter Moores bringt nach wie vor große Mengen an Nähr-Schweb- und Schadstoffen in die Tiebel, die nun teils in den Absetzbecken abgelagert werden, sodass weniger in den Ossiacher See kommt.

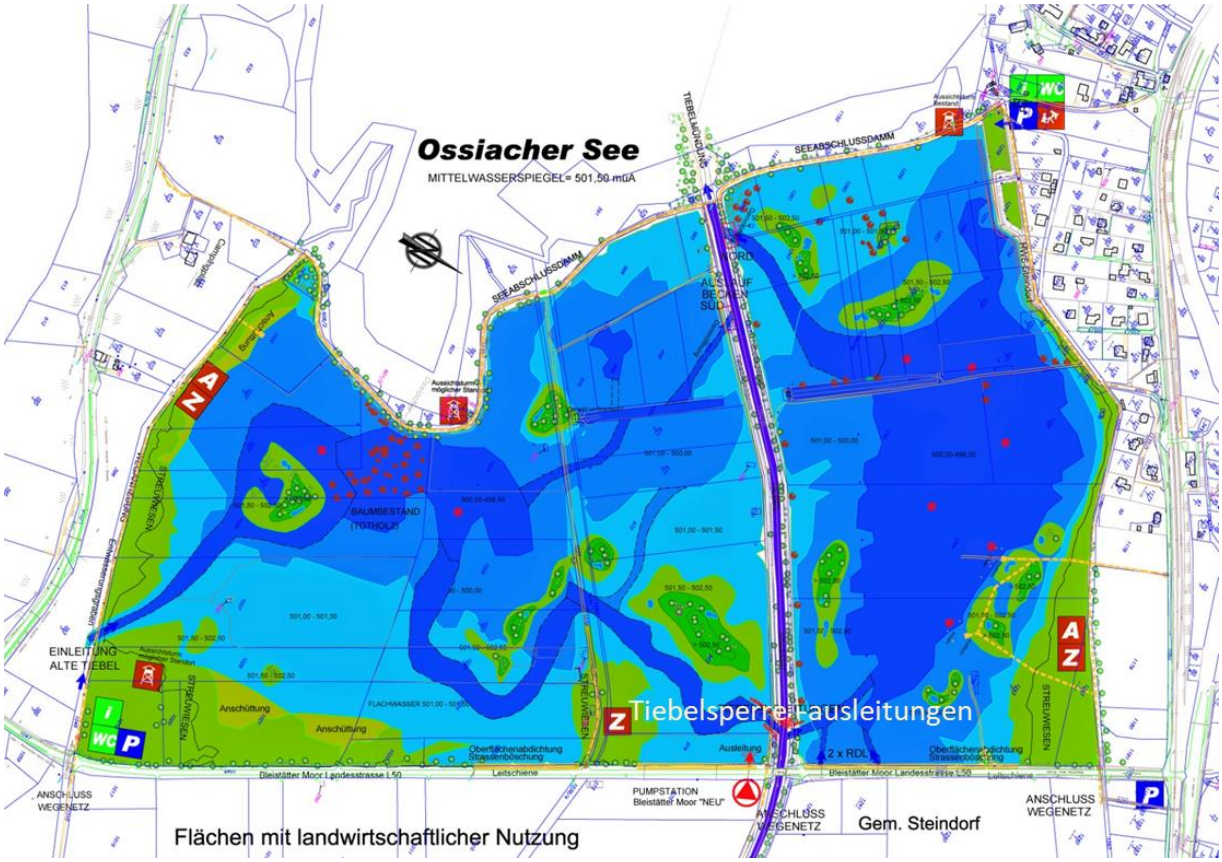


Abb. 16: Lageplan Absetzbecken links- und rechtsufrig der Tiebel vor Mündung in den See (Plan: ZIG Ebner-Jaklin: DI Peter Krameter).

Monitoring Ossiacher See

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.

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. Dieser Erfolg wurde im Laufe der Zeit jedoch durch die intesive landwirtschaftliche Nutzung des Bleistätter Moores getrübt, da die Tiebel die nährstoffreichen Drainwässer des Moores aufnimmt. Erfreulicherweise führten die errichteten Absetzbecken im Mündungsbereich der Tiebel ebenso zum Rückgang beim Gesamt-Phosphor im See.

In Abb. 17 ist der volumsgewichtete Gesamt-Phosphor-Inhalt des Ossiacher Sees berechnet mit den Werten, die über der tiefsten Stelle im Westbecken gemessene wurden, dargestellt.

In Abb. 18 wird der volumsgewichtete Gesamt-Phosphor-Inhalt des Ossiacher Sees, summiert aus den Werten der tiefsten Stelle im Ost- und Westbecken, abgebildet.

Deutlich ist zu erkennen, dass der Inhalt seit dem Wirksamwerden der Absetzbecken abnahm: von rund 2,8 Tonnen (2018/2019) auf rund 2 Tonnen (2021).

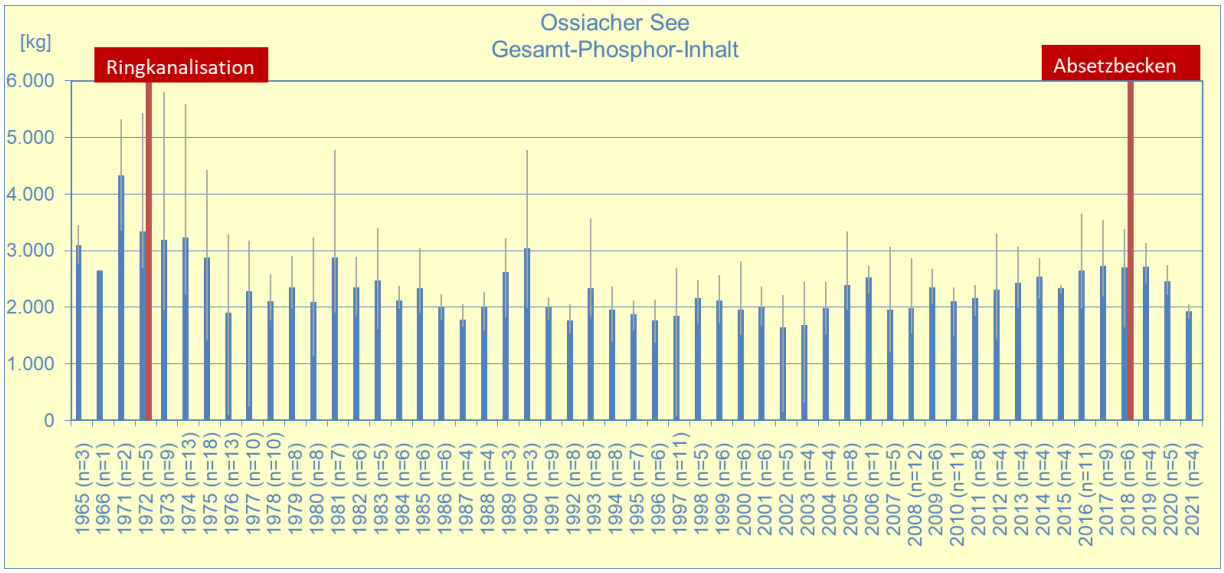


Abb. 17: Gesamt-Phosphor-Inhalt in Kilogramm im Ossiacher See von 1965 bis 2021.

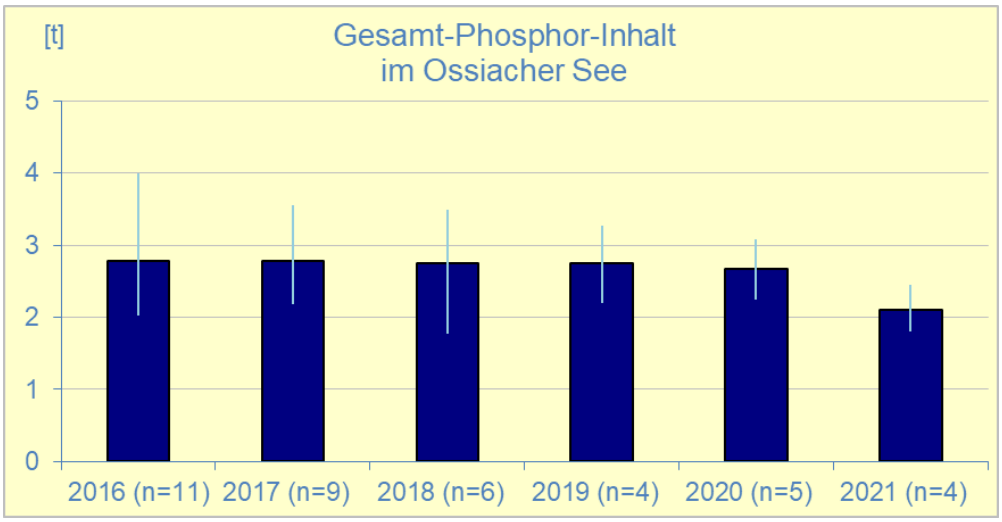


Abb. 18: Gesamt-Phosphor-Inhalt (Tonnen) im Ossiacher See von 2016 bis 2021; berechnet aus Summe von Ost- und Westbecken.

Monitoring Tiebel - Absetzbecken

2021 im dritten Jahr nach Fertigstellung der baulichen Maßnahmen haben sich die Absetzbecken als Sediment- und Nährstofffalle recht gut bewährt, wie der Vergleich der Nährstoff-Konzentrationen in der Tiebel vor und nach den Absetzbecken veranschaulicht (Tab. 8).

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

Gleiches ist beim Nitrat- und Ammonium-stickstoff zu verzeichnen.

Mit Ausnahme des Jahres 2019 kann eine Abnahme nach den Absetzbecken auch bei den abfiltrierbaren Stoffen beobachtet werden.

2019 wurden infolge der Durchströmung in den Absetzbecken feinste organische und anorganische Partikel mobilisiert und je nach Strömungsgeschwindigkeit in den Absetzbecken verlagert oder in den Ossiacher See ausgetragen. In den folgenden Jahren wurden die abfiltrierbaren Stoffe zu einem beachtlichen Teil in den Absetzbecken zurückgehalten.

Eine differenzierte Betrachtung liefert die Darstellung der Ergebnisse im Jahresverlauf.

Tab. 8: Mittlere Konzentration ausgewählter Parameter in der Tiebel „vor“ und „nach“ den Absetzbecken sowie in den Absetzbecken (AB) von November 2018 bis Dezember 2021; die Konzentration für die Tiebel vor den Absetzbecken berechnet sich aus Werten der Tiebel vor Einleitung der Pumpwässer und dem Pumpwasser.

	vor Becken	AB	nach Becken		vor Becken	AB	nach Becken
Phosphor gesamt	[µg/l]		[µg/l]	Abfiltrierbare Stoffe	[mg/l]		[mg/l]
2018 (n=20)	67,6	60,7	49,5	2018 (n=20)	20,7	13,7	12,5
2019 (n=12)	42,3	74,7	48,1	2019 (n=12)	8,7	29,7	16,1
2020 (n=13)	95,3	59,2	62,6	2020 (n=13)	47,6	19,2	17,2
2021 (n=12)	42,2	41,3	34,5	2021 (n=12)	14,8	14,4	9,1
Orthophosphat-Phosphor	[µg/l]		[µg/l]	Ammonium-Stickstoff	[µg/l]		[µg/l]
2018 (n=20)	18,4	5,4	4,8	2018 (n=20)	188,8	63,5	71,6
2019 (n=12)	16,6	4,6	4,7	2019 (n=12)	143,9	66,1	76,5
2020 (n=13)	13,4	4,7	4,2	2020 (n=13)	112,6	46,9	58,4
2021 (n=12)	12,1	4,4	3,9	2021 (n=12)	117,5	82,1	69,7
Phosphor gelöst	[µg/l]		[µg/l]	Nitrat-Stickstoff	[µg/l]		[µg/l]
2018 (n=20)	25,5	26,1	11,3	2018 (n=20)	895,9	634,8	756,2
2019 (n=12)	22,2	26,2	11,8	2019 (n=12)	891,1	676,5	698,2
2020 (n=13)	19,3	26,2	10,7	2020 (n=13)	963,1	743,3	804,9
2021 (n=12)	15,5	26,2	10,7	2021 (n=12)	918,4	836,2	855,7

So muss festgehalten werden, dass sich 2019 die mittlere Gesamt-Phosphor-Konzentration nach den Absetzbecken in der Tiebel etwas erhöht haben, von 42 µg/l auf 48 µg/l. 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. 19). Auch 2021 war eine Reduktion von 42 µg/l auf 31 µg/l beim Gesamt-Phosphor gegeben.

Sehr erfolgreich verlief in allen drei Jahren die Reduktion des pflanzenverfügbaren Orthophosphat-Phosphors durch die Absetzbecken (Abb. 20).

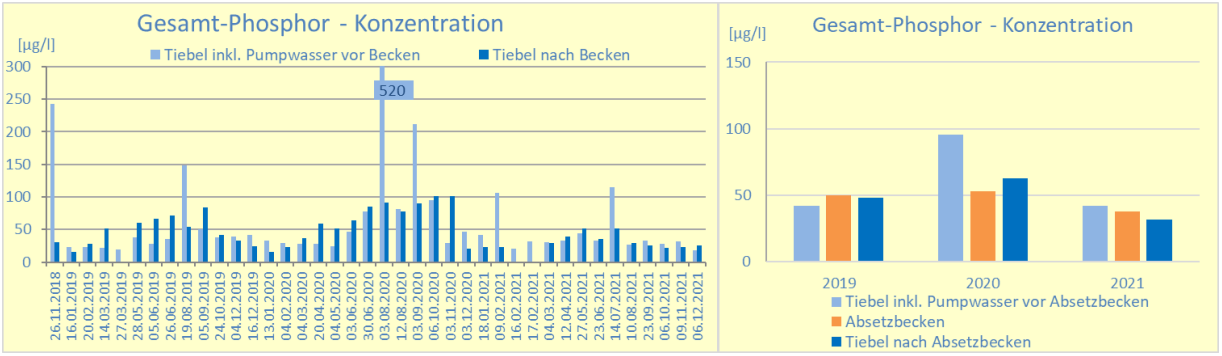


Abb. 19: Gesamt-Phosphor Konzentration von 2019 bis 2021. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

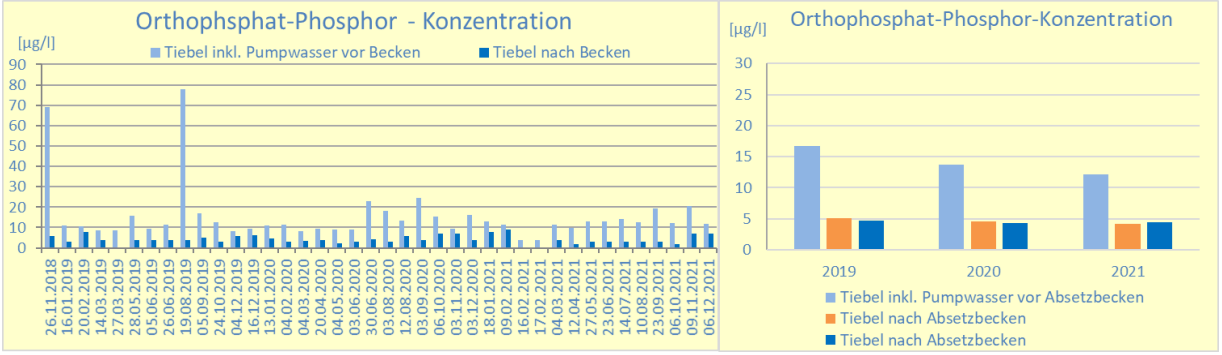


Abb. 20: Orthophosphat-Phosphor-Konzentration von 2019 bis 2021. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

Ebenso kann eine Reduktion nach den Absetzbecken beim Nitrat- und Ammonium-Stickstoff beobachtet werden.

Die Nitrat-Stickstoff-Konzentration in der Tiebel nahm durch die Absetzbecken durchschnittlich um zwanzig Prozent ab (Abb. 21).

Beim Ammonium-Stickstoff war nach Durchfluss der Absetzbecken in der Tiebel eine deutliche Reduktion der Jahres-Mittelwerte zu beobachten (Abb. 22).

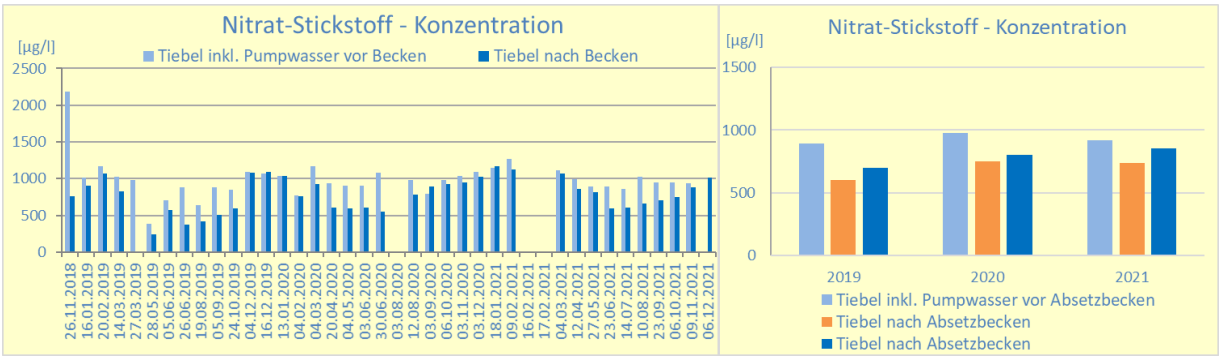


Abb. 21: Nitrat-Stickstoff-Konzentration von 2019 bis 2021. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

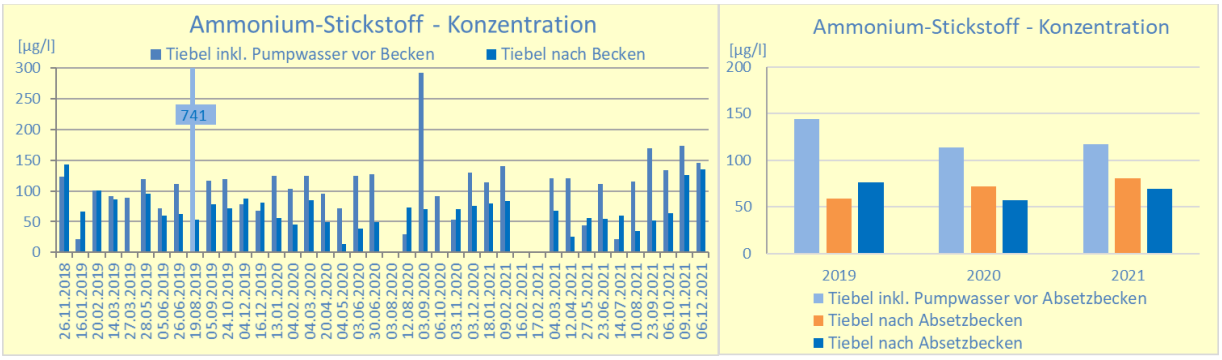


Abb. 22: Ammoniuim-Stickstoff-Konzentration von 2019 bis 2021. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken.

Monitoring Absetzbecken 2017 - 2021

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. Kurz nachdem Wasser in die Absetzbecken eingedrungen war, fanden die ersten Probenahmen statt.

Die Erhebungen haben gezeigt, dass bereits nach wenigen Wochen ein Sauerstoffschwund in den Absetzbecken auftrat. Durch die Baggerarbeiten, insbesondere zur Errichtung der Tiefenrinnen die sich durch die Absetzbecken schlängeln, wurde halb abgebautes organisches Material freigelegt und folglich geflutet. Das organische Material wurde von Mikroorganismen unter Sauerstoffverbrauch zersetzt.

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 geöffnet und mit Baumaterial, das für die spätere Tiebelsperre verwendet wurde, wieder verschlossen wurden.

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. Dass es auch zur

Ausschwemmung von Gesamt-Phosphor kam, kann nicht ausgeschlossen werden. Jedenfalls korrelierte in den Absetzbecken die Abnahme der Gesamt-Phosphor-Konzentration mit der Zunahme der Sauerstoffsättigung (Abb. 23).

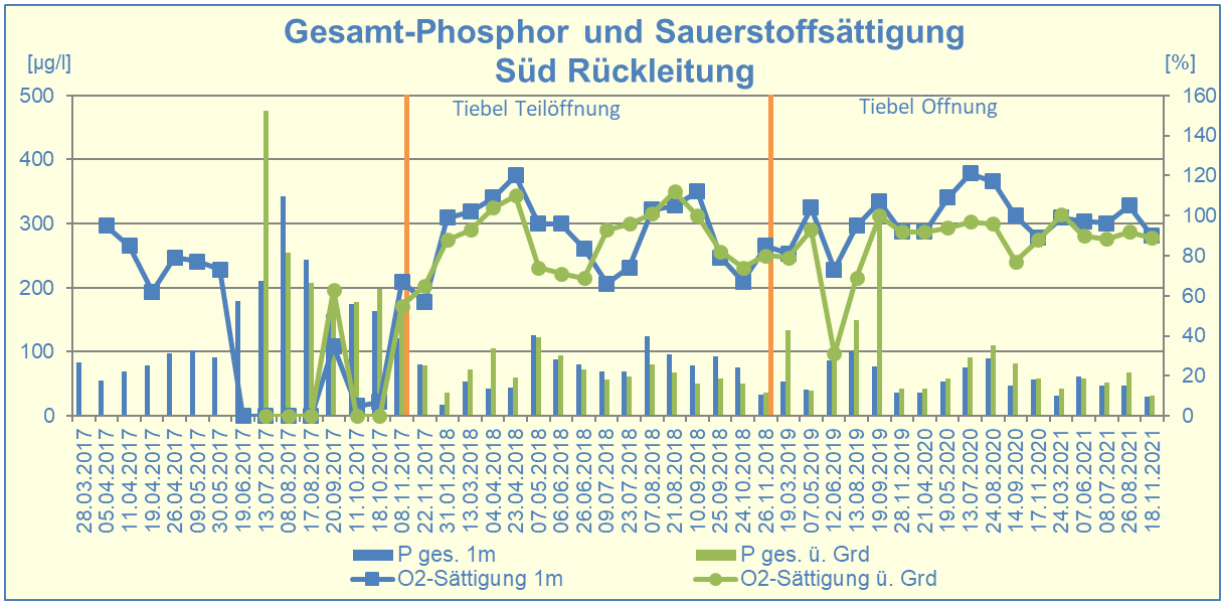


Abb. 23: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und Sauerstoffsättigung (%) an der Stelle Becken Süd-Rückleitung im Zeitraum von 28.03.2017 – 18.11.2021.

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. 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.

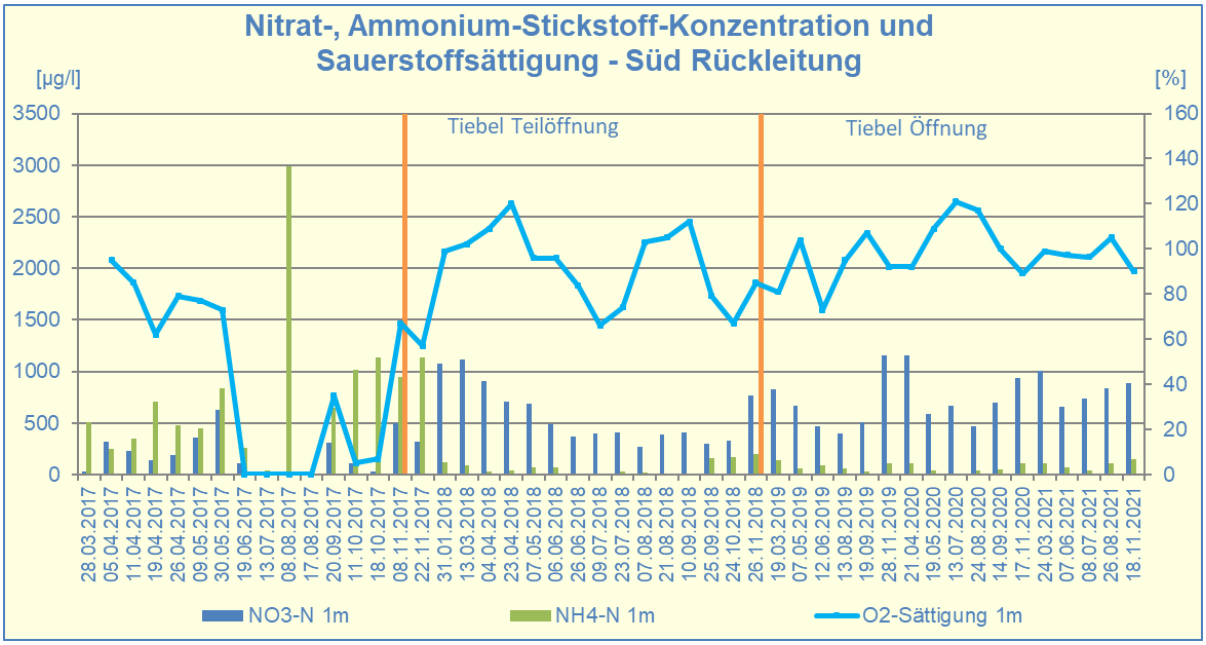


Abb. 24: Nitrat- und Ammonium-Stickstoff-Konzentration (µg/l) und Sauerstoffsättigung (%) an der Stelle Becken Süd-Rückleitung im Zeitraum von 28.03.2017 - 18.11.2021.

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. 24).

Die Absetzbecken nehmen nicht nur Nährstoffe, sondern auch Sedimente auf, die sich besonders im Einströmbereich der Tiebel, wo die Fließgeschwindigkeit stark gebremst wird, anlegen. Da es sich um Sedimentationsbecken handelt, ist eine Wartung bzw. Räumung dieser Sedimente im Einströmbereich in bestimmten Abständen erforderlich. Aufgrund der relativ zahlreichen Hochwasserereignisse in den vergangen zwei Jahren mussten bereits im Februar 2021 die angelandeten Sedimente entfernt werden.

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, wurden im Vergleich zu 2018 sowohl im Frühjahr als auch in den Sommermonaten ein geringeres Algenaufkommen festgestellt (Abb. 25). 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 Algengemeinschaft war in beiden Becken hauptsächlich von der Goldalge (Chrysophyceae bis 40 %) *Synura* sp., die nährstoffreiche Gewässer bevorzugt, dominiert (Abb. 26).

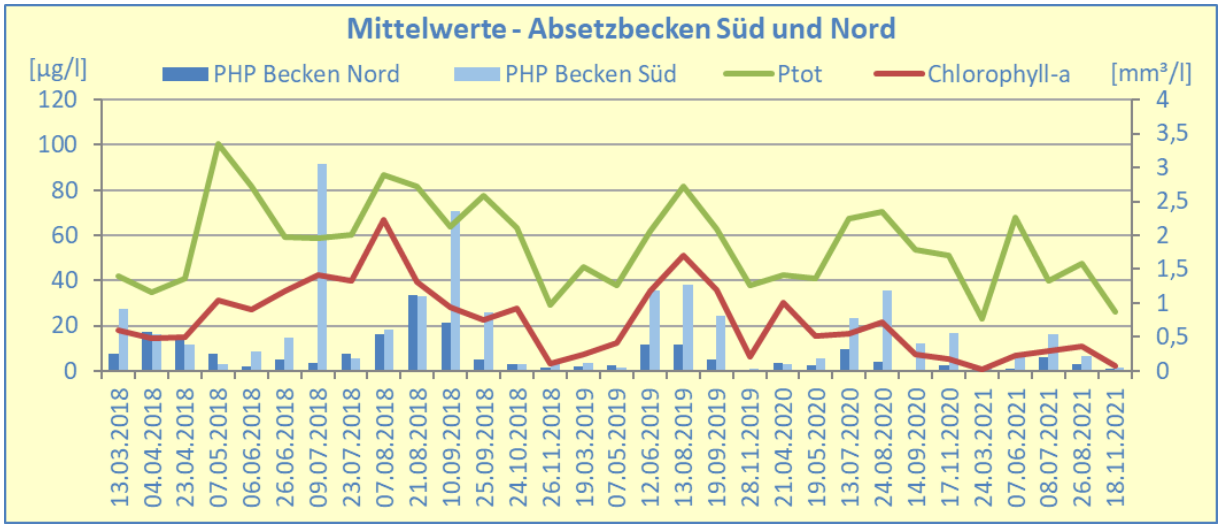


Abb. 25: Mittleres Phytoplankton Biovolumen (mm³/l) im Absetzbecken Süd und Nord; mittlere Konzentrration von Gesamt-Phosphor (Ptot, µg/l) und Chlorophyll-a (µg/l): Mittelwerte aus den Absetzbecken bzw. Messstellen: „Nord Rückleitung“, „Süd Rückleitung“ und „Süd“ von 13.03.2018 bis 18.11.2021.

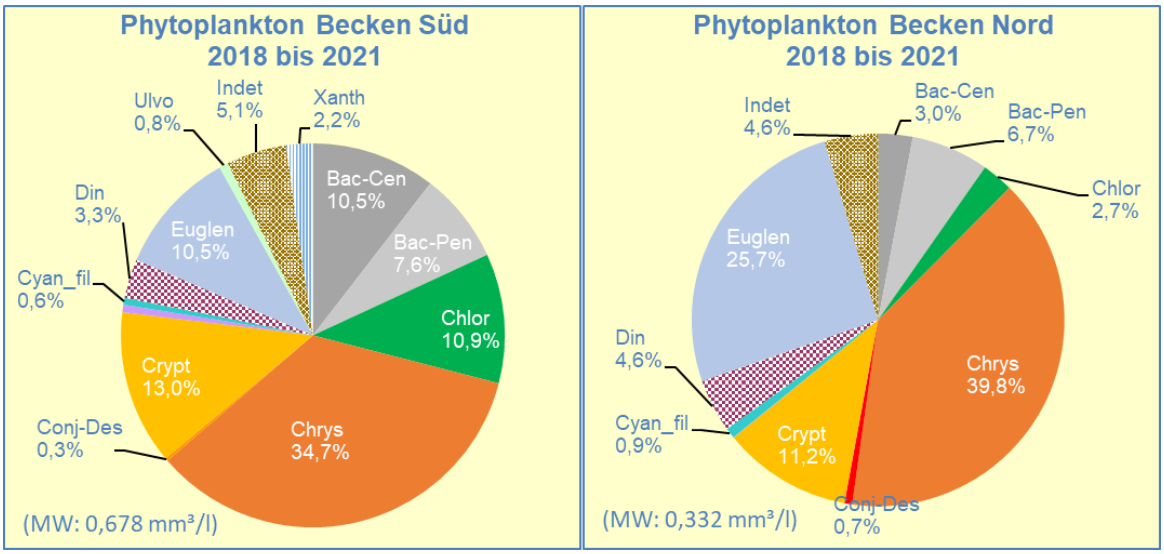


Abb. 26: Verteilung der Algenklassen in den Absetzbecken „Süd“ und „Nord“ im Zeitraum von 2018 bis 2021 (Bac-Cen & Bac-Pen – Bacillariophyceae, Chlor – Chlorophyceae, Chrys – Chrysophyceae, Conj-Des – Conjugatophyceae-Desmidiales, Crypt – Cryptophyceae, Cyan_cocc & Cyan_fil – Cyanophyceae, Din – Dinophyceae, Euglen – Euglenophyceae, Indet – unbestimmbare Formen, Ulvo – Ulvophyceae, Xanth – Xanthophyceae).

Die Vertreter der Goldalgen (Chrysophyceae) und der Schlundalgen (Cryptophyceae) dominierten im Zeitraum von 2018 bis 2021 nahezu zu gleichen Teilen in beiden Absetzbecken. Im Südbecken kamen die Grünalgen (Chlorophyceae) und Kieselalgen (Bacillariophyceae) häufiger als im Nordbecken vor. Die Augenflagellaten (Euglenophyceae) hingegen waren im Nordbecken dominant.

Am auffälligsten war der Unterschied bei den Augentierchen (Euglenophyceae), die im Südbecken einen Biovolumsanteil von elf Prozent und im Nordbecken von 26 Prozent erzielten. Während im Südbecken *Trachelomonas volvocina* und *T. hispida* häufigst vorkamen, trat im Nordbecken *Trachelomonas* sp. häufig auf.

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. 27), Kleine Wasserlinse (*Lemna minor*), Weiße Seerose (*Nymphaea alba*), Wassernuss (*Trapa natans*, Abb. 27) oder der Wasserknöterich (*Persicaria amphibia,* Abb. 27,) kommen ausschließlich im Wasser vor. Als Ufer- bzw. Sumpfpflanzen können beispielhaft der Froschlöffel (*Alisma plantago aquatica* Abb. 27), 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. 27: Wasserpflanzen in und rund um die Abseztbecken im Bleistätter Moor.

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. 9). 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. 28) erfreulich häufig. Besonders weil das Fortpflanzungsverhalten des Bitterlings eng an das Vorhandensein von Großmuscheln geknüpft ist. 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.

Abb. 28: Bitterling (*Rhodeus amarus*). Foto: KIS G. Santner.

Tab. 9: 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

Das Jahr 2021 konnte an den Kärntner Seen wieder mit einigen „Besonderheiten“ aufwarten. Bei genauerer Betrachtung sind dies aber Erscheinungen, die an Stillgewässern immer wieder vorkommen können. Ausgehend von der Jahreszeit und der jeweiligen Wettersituation kommt es in Gewässern zu Nährstoffumverteilungen, die letztendlich diese „Besonderen Ereignisse“ bedingen.

Mai 2021

Nach Meldung eines vermehrten Algenaufkommens im Bereich der Nordpromenade des Klopeiner Sees zeigte der Ortsaugenschein mehrere großflächige, über Grund schwebende Ansammlungen von hellgrünen Watten im seichten Uferbereich (Abb. 29). Die mikroskopische Analyse der Algenwatten zeigte ein dichtes Geflecht aus langen Fäden verschiedener Jochalgen (Zygnematales), vor allem von *Spirogyra* spp. und in geringerer Anzahl *Mougeotia*.spp (Abb. 30). Die Fäden beider Gattungen treten häufig im Frühjahr als freischwebende hellgrüne Watten auf. Diese finden sich meist an lichtoffenen Standorten in stehenden und langsam fließenden Gewässern. Ein Massenaufkommen wird im Frühjahr und Sommer durch hohe Lichteinstrahlung bei entsprechendem Nährstoffangebot gefördert. In Ufernähe wurden auch gallertige Kugeln von rund zwei Zentimeter Durchmesser gefunden. Dabei handelte es sich um *Ophrydium versatile* („Grünes Gallertkugeltierchen“), ein begeißeltes Wimpertierchen (Ciliat). Solche Kolonien findet man in sehr sauberem, stehendem Wasser. Die Ciliaten fressen Algen und Bakterien, sie verfügen aber auch über symbiotische Algen, die sie mit Nahrung versorgen.

Abb. 29: Algenwatten Klopeiner See. Foto: KIS B. Joham.

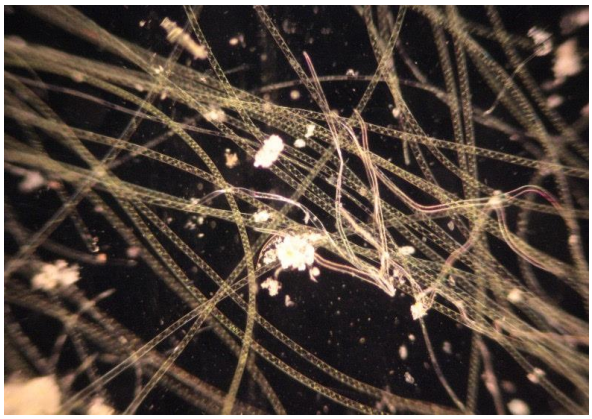


Abb. 30. Trichome von *Spirogyra* und *Mougeotia.* Foto: KIS B. Joham.

Juli 2021

Eine vermeintliche Verunreinigung im westlichen Bereich des Ossiacher Sees in der Uferregion Annenheim wurde von Anwohnern und Badegästen gemeldet.

Die mikroskopische Analyse der Probe, die eine leichte Schaumbildung (Abb. 31) aufwies, zeigte in erster Linie in Abbau befindliche planktische Algen. Mit der größten Artenvarietät war die Gruppe der Kieselalgen, sowie Blau- und Grünalgen vertreten. Zwischen den Detritusflocken befanden sich zahlreiche Einschlüsse pflanzlichen und tierischen Ursprungs wie Pollen und Samenkörner, Häutungsreste (Exuvien) von Insekten und Kleinkrebsen (Copepoden), Zellwandreste und zumeist leere Zellscheiden von fädigen Cyanobakterien.

Abb. 31: Schaumbildung durch Häutungsreste. Foto: KIS S. Maier.

September 2021

Im Zuge eines Ortsaugescheines konnten am Wörthersee im Bereich der Veldener Bucht unter der Wasseroberfläche wattebauschartige „Konglomerate“ auf einer Fläche von mehreren 100 Metern festgestellt werden.

Die mikroskopische Analyse der rosa bis rötlich gefärbten Wasserprobe zeigte ein massenhaftes Auftreten der Burgunderblutalge *Planktothrix rubescens* (Cyanophyceae). Das Gewässer wies zu dieser Zeit hohe Nährstoffkonzentrationen sowie eine extreme Sauerstoff-übersättigung in zehn Meter Tiefe auf, welches die Bildung von *Planktothrix rubescens* im Metalimnion des Wörthersees begünstigte. Langanhaltende Bewölkung und Starkregenereignisse können dazu führen, dass diese Art in Ausnahmefällen im Sommer an der Wasseroberfläche in Erscheinung tritt (Abb. 32).

Abb. 32: Burgunderblutalge - *Planktothrix rubescens*. Foto: KIS B. Joham.

Ein verstärktes Auftreten von grünlich gefärbten, auftreibenden Algenwatten war der Grund für die Entnahme einer Wasserprobe vom Gößnitzer Stausee. Die mikroskopische Analyse der dunkelgrünen Algenwatten zeigte eine dichte Ansammlung von verschiedenen Jochalgen-Gattungen (Abb. 33). Der Großteil der unverzweigten Fäden wurde von Arten der beiden benthischen Gattungen *Mougeotia* sp und *Zygnema* sp gebildet sowie von Trichomen der Gattung *Spirogyra*.

Die Fäden dieser Jochalgen treten häufig im Frühjahr als freischwebende hellgrüne Watten auf. Diese finden sich häufig an lichtoffenen Standorten im Uferbereich größerer Stillgewässer und in langsam fließenden Gewässern, oft auch zwischen Wasserpflanzen. Ein Massenaufkommen wird im Frühjahr und Spätsommer/Herbst durch hohe Lichteinstrahlung bei entsprechendem Nährstoffangebot gefördert.

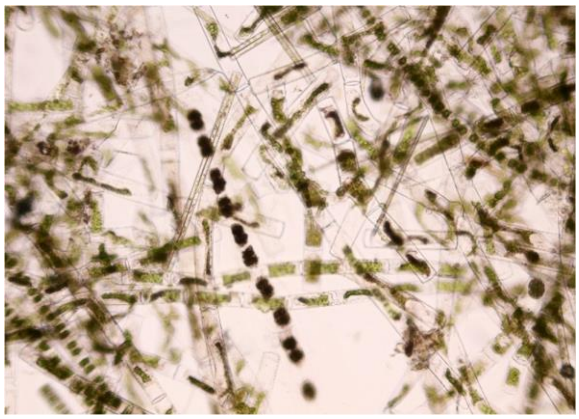


Abb. 33: Bild oben: Algenwatten, Bild unten: Trichome der Jochalgen-Gattungen *Mougeotia, Zygnema* und *Spirogyra.* Foto: KIS R. Fresner, B. Joham.

November 2021

Grießartige blaugrüne Schlieren konnten in zwei Bereichen auf Höhe Maria Wörth im Wörthersee festgestellt werden, zudem war das Probenwasser intensiv grün gefärbt. Die mikroskopische Analyse ergab ein massenhaftes Auftreten von perlschnurartig aufgereihten Zellen der Blaualge *Anabaena lemmermannii* (Abb. 34).

Die fädige Cyanophyceae bildet unter ungünstigen Bedingungen Dauerzellen (Akineten) als Überdauerungsstadien aus und kann mit Hilfe von Heterocysten Luftstickoff binden. Sie zählt zu den potentiell toxischen Blaualgen, die Neurotoxine bilden können. *Anabaena lemmermanii* kommt in geringen Mengen auch in nährstoffarmen Seen vor und kann bei höherem trophischen Niveau Algenblüten bilden.

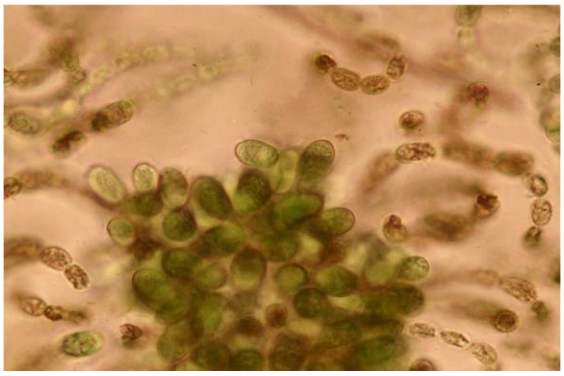


Abb. 34: Bild oben: Algenansammlung am Ufer; Bild unten: *Anabaena lemmermannii*, Dauerzellen. Foto: KIS M. Friedl.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Anzahl Kärntner Seen je Trophieklasse 2021. 5
Tab. 2: Trophie-Einstufung der Kärntner Seen im Jahr 2021. 6
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)..... 7
Tab. 4: Ökologischer Zustand – Phytoplankton; 2021 und 3-Jahresmittel 2019-2021..... 9
Tab. 5: Ökologischer Zustand - Allgemein physikalisch-chemische Parameter; 3-Jahresmittel 2019-2021. 10
Tab. 6: Ökologischer Zustand - Makrophyten und Fische. 11
Tab. 7: Anzahl 2021 entnommener Proben. 12
Tab. 8: Mittlere Konzentration ausgewählter Parameter in der Tiebel „vor“ und „nach“ den Absetzbecken sowie in den Absetzbecken (AB) von November 2018 bis Dezember 2021; die Konzentration für die Tiebel vor den Absetzbecken berechnet sich aus Werten der Tiebel vor Einleitung der Pumpwässer und dem Pumpwasser. 27
Tab. 9: Fischbestand der Absetzbecken vom 30.10.2019: Fangzahl, Länge und Gewicht. 33

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Gesamt-Phosphor-Konzentration des Epilimnions (0 – 6 m, unten) und Sichttiefe (oben) aller im Jahr 2021 untersuchten Seen. Foto: KIS; G. Winkler. 3
Abb. 2: Trophiebewertung der Seen tiefer als 15 m von 2021 bis 1993. 7
Abb. 3: Trophiebewertung der Seen seichter als 15 m von 2021 bis 1993. 8
Abb. 4: Sichtiefenmessung mit Secchi-Scheibe. Foto: KIS G. Santner. 13
Abb. 5: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und maximale Sichttiefen (m) aller untersuchten Seen 2021. 14
Abb. 6: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) aller untersuchten Seen 2021 im Vergleich zu 2020. 14
Abb. 7: Phytoplankton-Biovolumen (mm^3/l), Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) im Epilimnion (0 – max. 6 m) und maximale Sichttiefen (m) 2021. 14
Abb. 8: Durchschnittliche Wassertemperatur an der Oberfläche aller im Rahmen der Gewässergütekontrollen untersuchten Seen von 1996-2021. 16
Abb. 9: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (rote Linie); von links nach rechts: Faaker See, Keutschacher See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie. 17
Abb. 10: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (rote Linie); Klopeiner See; Millstätter See, Ossiacher See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie. 18
Abb. 11: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (rote Linie); Weißensee, Wörthersee; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie. 19
Abb. 12: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (dunkelblau); Faaker See, Keutschacher See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie. 20
Abb. 13: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (dunkelblau); Klopeiner See, Millstätter See, Ossiacher See; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie. 21
Abb. 14: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1991 bis 2020 und Tagesmittel von 2021 (dunkelblau); Weißensee, Wörthersee; Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft – Hydrographie. 22
Abb. 15: Betriebsstunden des Mähbootes ab 2003. Foto Mähboot: KIS L. Schulz. 24
Abb. 16: Lageplan Absetzbecken links- und rechtsufrig der Tiebel vor Mündung in den See (Plan: ZIG Ebner-Jaklin: DI Peter Krameter). 25
Abb. 17: Gesamt-Phosphor-Inhalt in Kilogramm im Ossiacher See von 1965 bis 2021. 26

Abb. 18: Gesamt-Phosphor-Inhalt (Tonnen) im Ossiacher See von 2016 bis 2021; berechnet aus Summe von Ost- und Westbecken. 26
Abb. 19: Gesamt-Phosphor Konzentration von 2019 bis 2021. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken. 27
Abb. 20: Orthophosphat-Phosphor-Konzentration von 2019 bis 2021. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken. 27
Abb. 21: Nitrat-Stickstoff-Konzentration von 2019 bis 2021. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken. 28
Abb. 22: Ammoniuim-Stickstoff-Konzentration von 2019 bis 2021. Links: Untersuchungstermine in der Tiebel vor und nach Absetzbecken; rechts Jahresmittelwerte in der Tiebel vor und nach Absetzbecken sowie in den Absetzbecken. 28
Abb. 23: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und Sauerstoffsättigung (%) an der Stelle Becken Süd-Rückleitung im Zeitraum von 28.03.2017 – 18.11.2021. 29
Abb. 24: Nitrat- und Ammonium-Stickstoff-Konzentration (µg/l) und Sauerstoffsättigung (%) an der Stelle Becken Süd-Rückleitung im Zeitraum von 28.03.2017 - 18.11.2021. 29
Abb. 25: Mittleres Phytoplankton Biovolumen (mm^3/l) im Absetzbecken Süd und Nord; mittlere Konzentrration von Gesamt-Phosphor (Ptot, µg/l) und Chlorophyll-a (µg/l): Mittelwerte aus den Absetzbecken bzw. Messstellen: „Nord Rückleitung“, „Süd Rückleitung“ und „Süd“ von 13.03.2018 bis 18.11.2021. 30
Abb. 26: 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). 31
Abb. 27: Wasserpflanzen in und rund um die Abseztbecken im Bleistätter Moor. 32
Abb. 28: Bitterling (*Rhodeus amarus*). Foto: KIS G. Santner. 32
Abb. 29: Algenwatten Klopeiner See. Foto: KIS B. Joham. 33
Abb. 30. Trichome von *Spirogyra* und *Mougeotia.* Foto: KIS B. Joham. 34
Abb. 31: Schaumbildung durch Häutungsreste. Foto: KIS S. Maier. 34
Abb. 32: Burgunderblutalge - *Planktothrix rubescens.* Foto: KIS B. Joham. 34
Abb. 33: Bild oben: Algenwatten, Bild unten: Trichome der Jochalgen-Gattungen *Mougeotia, Zygnema* und *Spirogyra.* Foto: KIS R. Fresner, B. Joham. 35
Abb. 34: Bild oben: Algenansammlung am Ufer; Bild unten: *Anabaena lemmermannii*, Dauerzellen. Foto: KIS M. Friedl. 35

Impressum

Gesamtleitung und Koordination:	Dr. Roswitha Fresner
Bearbeitung:	Dr. Roswitha Fresner Mag. Maria Friedl Mag. Barbara Joham Mag. Sibylle Kraßnitzer Mag. Dr. Markus Kottek
Klimadaten:	Zamg Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
Hydrologiedaten:	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. Markus Reichmann Dott. Michael Schönhuber Msc Mag. Sibylle Kraßnitzer Mag. Sabine Maier Sabine Weiß
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