Seenbericht 2019

Inhalt

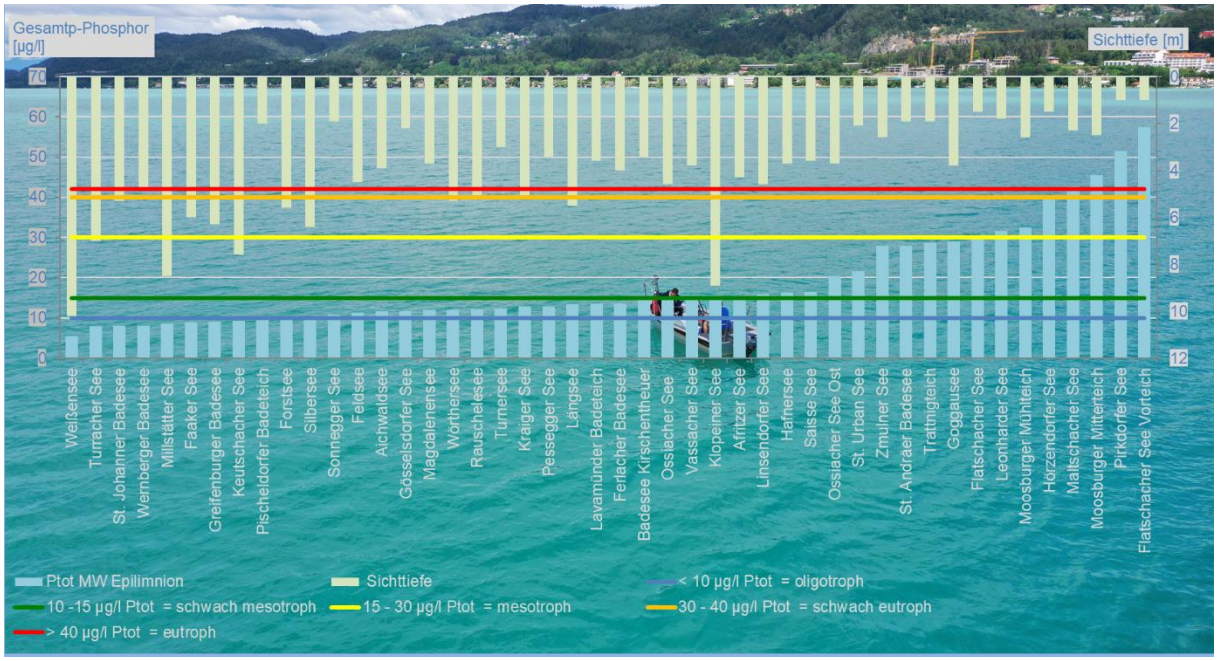
Seenjahr 2019 1
Einleitung 3
Allgemeines 3
Trophie-Einstufung 2019 4
Ökologischer Zustand 7
Phytoplankton 7
Allgemein physikalisch-chemische Parameter 8
Makrophyten und Fische 10
Untersuchungsumfang 10
Sichttiefe 11
Gesamt-Phosphor-Konzentration 11
Phytoplankton-Biovolumen 12
Klima 13
Hydrologie 14
Wassertemperatur 14
Wasserstand 15
Maßnahmen 20
Makrophyten-Management 20
Bleistätter Moor – Ossiacher See 21
Besondere Ereignisse 23
Mitte Februar 23
Anfang März 23
Mitte Juni 24
Ende Oktober 24
Tabellenverzeichnis 25
Abbildungsverzeichnis 25

Einleitung

Der Seenbericht informiert über die jährlich vorgenommene Bewertung der Kärntner Seen. Mehr als vierzig Kärntner Seen werden regelmäßig von der Abteilung 8 Umwelt, Energie und Naturschutz des Amtes der Kärntner Landesregierung untersucht.

Der aktuelle Seenbericht präsentiert die Ergebnisse der Seengütekontrollen des Jahres 2019.

Details zu den einzelnen Seen können auf unserer Homepage https://kis.ktn.gv.at unter „schnell gefunden“- Seenbericht abgerufen werden. Daneben findet sich unter „Informationen“ bei „Seenjahr 2019“ und im vorliegenden Text ein Überblick zu den bewerteten Seen hinsichtlich der Trophie und des ökologischen Zustands. Ebenso wird über besondere Ereignisse, Maßnahmen und Projekte sowie klimatische Randbedingungen informiert.



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.

Wenn das Wasser in der kalten Jahreszeit von oben bis unten rund vier Grad Celsius hat, zirkuliert das Tiefenwasser nach oben, wohingegen während der warmen Jahreszeit die Temperatur zur Tiefe hin abnimmt, und eine thermische Schichtung den Wasseraustausch unterbindet. 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 schneller wieder zur Verfügung stehen. Das kann dazu beitragen, dass Algen wiederholt Nährstoffe aufnehmen und Biomasse produzieren. Als Primärproduzenten erzeugen sie mit Hilfe des Blattgrüns (Chlorophyll) aus Sonnenlicht, Wasser und Kohlendioxid (Photosynthese) Glucose und Sauerstoff und legen damit Nährstoffe in Biomasse fest. Je mehr Nährstoffe zur Verfügung stehen, umso größer 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 in nährstoffreichen Seen zu einem Sauerstoffschwund im grundnahen Wasserkörper kommen.

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. Die Messwerte des Epilimnions, der oberflächlichen Wasserschicht von null bis maximal sechs Meter Tiefe, dokumentieren die Qualität des zum Baden genutzten Bereiches.

Sieben Kärntner Seen werden zudem gemäß den Vorgaben der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) anhand der Qualitätselemente Phytoplankton und der allgemein physikalisch-chemischen Parameter im Auftrag des Bundes bewertet. Jährlich werden die „ökologischen Zustände“ anhand des Phytoplanktons für den Wörthersee, Millstätter See, Ossiacher See, Klopeiner See, Weißensee, Keutschacher See und Faaker See erhoben.

Trotz der hinreichend guten Wasserqualität sind die Kärntner Seen verschiedensten Belastungen ausgesetzt. Besonders die Ufer müssen einem enormen Nutzungsdruck standhalten.

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 oder zu erreichen. Insbesondere wurden am Ossiacher See kostenintensive Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffbelastung aus dem landwirtschaftlich genutzten Bleistätter Moor gesetzt. Daher ist es umso wichtiger auf die fach- und sachgerechte Anwendung bzw. auf die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben bei der Verwendung und Ausbringung von Dünge- und Giftstoffen bzw. Pflanzenschutzmittel zu achten.

Trophie-Einstufung 2019

Tab. 1: Anzahl Kärntner Seen je Trophieklasse.

Anzahl Seen 2019	Trophieklasse
5	oligotroph
23	schwach mesotroph
9	mesotroph
3	schwach mesotroph
3	eutroph

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 Schwefelwasserstoffbildung und der Ammoniumanreicherung im Tiefenwasser. Das Ergebnis wird in Anlehnung an die ÖNORM 6231 in fünf Trophieklassen präsentiert (Tab. 1).

Im Untersuchungsjahr 2019 wiesen 28 der 43 untersuchten Kärntner Seen eine ausgezeichnete Wasserqualität auf (Tab. 2). Als nährstoffarme Gewässer wurden sie den beiden Trophieklassen oligotroph oder schwach mesotroph zugeteilt. Dazu zählen

die großen und tiefen Seen des Landes, aber auch etliche kleine oder künstlich entstandene Gewässer.

Oligotroph bzw. sehr nährstoffarm waren im Jahr 2019 fünf Seen: wie immer der Faaker See, der Millstätter See und der Weißensee sowie seit 2017 auch der Turracher See. Mit dem St. Johanner Badesee lag 2019 nur ein Vertreter der kleinen Seen in dieser Klasse.

Schwach mesotroph bzw. nährstoffarm waren insgesamt 23 Seen, darunter der Wörthersee, der Ossiacher See, der Keutschacher See, der Klopeiner See, der Pressegger See, der Feldsee und der Forstsee. Damit besaßen wieder alle großen Seen des Landes eine hervorragende Wasserqualität.

Im mittigen, mesotrophen, mäßig nährstoffreichen Bereich befanden sich neun Seen. Mesotrophe Seen mit Phosphor-Konzentrationen zwischen 15 µg/l und 30 µg/l können in den Sommermonaten auch von einer starken Algenentwicklung betroffen sein.

Tab. 2: Trophie-Einstufung der Kärntner Seen im Jahr 2019.

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

Veränderung im Vergleich zu 2018: (+) in Richtung Oligotrophie, (-) in Richtung Eutrophie.

In die nährstoffreichen Klassen schwach eutroph und eutroph wurden je drei Seen eingestuft. Zu den eutrophen Seen Hörzendorfer See und Maltschacher See gesellte sich 2019 der Pirkdorfer Badeteich. Flatschacher See, Leonharder See und Moosburger Mühlteich waren schwach eutroph.

In Kärnten war 2019 das wärmste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen. Auch gab es im Vergleich zum langjährigen Mittel mehr Niederschlag, der hauptsächlich im Februar und November fiel. Überdurchschnittlich hoch waren auch die Hitzetage (mindestens 30 °C). Die Sommermonate Juli und August waren sehr heiß und sehr trocken. Das Wetter, vor allem Niederschlag und Temperatur sowie die Nutzung der Einzugsgebiete spielen für stehende Gewässer eine bedeutende Rolle. Seen reagieren vorwiegend mit der Produktion von Schwe-

bealgen und Wasserpflanzen auf Veränderungen. Starkregenereignisse können in Seen, die von landwirtschaftlichen Flächen umgeben sind, zu erhöhten Nähr- bzw. Schadstoffeinträgen führen. Aber auch lange Hitzeperioden vermögen den internen Nährstoffkreislauf anzukurbeln und die Algenproduktion zu steuern.

Diese teils witterungsbedingten Einflüsse werden an Seen mit großem Wasservolumen kaum wahrgenommen, während seichte Seen rasch reagieren. Deswegen erfahren kleine Seen häufiger eine wechselnde Trophie-Einstufung als große Seen.

Insgesamt haben im Vergleich zu 2018 zwölf Seen eine andere Bewertung erhalten. Acht Seen haben sich aufgrund geringerer Gesamt-Phosphor-Konzentrationen verbessert. Der Flatschacher See und der Moosburger Mühlteich wurden von eutroph nach schwach eutroph gestuft. Der St. Andräer Badesee, der St. Urban See und der Trattnigteich kamen von schwach eutroph nach mesotroph. Der Kraiger See, der Sonnegger See und der Lavamünder Badesee gingen von mesotroph nach schwach mesotroph.

Vier Seen wurden um eine Nährstoffklasse höher eingestuft. Mit dem Ferlacher Badeteich und dem Magdalenensee wurden zwei Seen, die bisher oligotroph waren, mit schwach mesotroph bewertet. Der Leonharder See kam von der mesotrophen in die schwach eutrophe Nährstoffklasse und von der schwach eutrophen in die eutrophe Klasse wechselte der Pirkdorfer Badeteich.

Tab. 3: Trophie-Einstufung der Kärntner Seen im 3-Jahresvergleich 2017-2019.

	2017	2018	2019		2017	2018	2019
Aichwaldsee	sm	sm	sm	Afritzer See	sm	(-) m	m
Faaker See	o	o	o	Badesee Kirschentheuer			sm
Feldsee	sm	sm	sm	Ferlacher Badeteich	o	o	sm
Forstsee	(-) sm	sm	sm	Flatschacher See	se	(-) e	(+) se
Goggausee	m	(+) m	m	Gösselsdorfer See	m	(+) sm	sm
Greifenburger Badesee	(-) sm	sm	sm	Klopeiner See	o	(-) sm	sm
Hafnersee	m	m	m	Kraiger See	sm	(-) m	(+) sm
Hörzendorfer See	(-) e	e	e	Lavamünder Badesee	sm	(-) m	(+) sm
Keutschacher See	(-) sm	sm	sm	Leonharder See	se	(+) m	(-) se
Längsee	sm	sm	sm	Magdalenensee	(-) sm	(+) o	(-) sm
Linsendorfer Badesee	(-) sm	sm	sm	Maltschacher See	(-) se	(-) e	e
Millstätter See	o	o	o	Moosburger Mühlteich	(--) e	e	(+) se
Ossiacher See	sm	sm	sm	Pirkdorfer Badeteich	(-) se	se	(-) e
Pischeldorfer Badeteich	(-) sm	sm	sm	Pressegger See	o	(-) sm	sm
Rauschelesee	sm	sm	sm	Saisser See			m
Silbersee	(-) sm	sm	sm	Sonnegger See	(-) m	m	(+) sm
St. Johanner Badesee	o	o	o	St. Andräer Badesee	m	(-) se	(+) m
Turnersee	sm	sm	sm	St. Urban See	(-) se	se	(+) m
Turracher See	(+) o	o	o	Trattnigteich	(-) se	se	(+) m
Vassacher See	(-) m	m	m	(-) = abgestuft, (+) = aufgestuft			
Weißensee	o	o	o	oligotroph	o		
Wernberger Badesee	sm	sm	sm	schwach mesotroph	sm		
Wörthersee	sm	sm	sm	mesotroph	m		
Zmulner See	m	m	m	schwach eutroph	se		
				eutroph	e		

In der Tab. 3 ist die Trophie-Einstufung der untersuchten Kärntner Seen im 3-jährigen Vergleichszeitraum von 2017 bis 2019 dargestellt. Es werden die Seen mit gleichbleibender Beurteilung gegenüber jenen mit wechselnder Beurteilung angezeigt.

24 Seen blieben in diesem Zeitraum hinsichtlich ihrer trophischen Klassifizierung unverändert, 19 Seen zeigten einen wechselnden Status an. Der Kirschentheuer Badesee und der Saisser See wurden 2017 und 2018 nicht untersucht, sind aber dennoch im 3-Jahresvergleich angeführt. Der Flatschacher See, der Lavamünder Badesee, der Leonharder See, der Magdalenensee und der St. Andräer Badesee erhielten in jedem der drei Jahre eine andere Bewertung.

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 vollständigerweise durch die biologischen Qualitätskomponenten Algen (Phytoplankton), Wasserpflanzen (Makrophyten) und Fische sowie durch die allgemein physikalisch-chemischen Parameter bestimmt. Hierbei ist zu beachten, dass die Bewertungen der Wasserpflanzen und Fische für einen längeren Zeitraum gültig sind und diese nicht, wie etwa der Zustand des Phytoplanktons, jährlich erhoben werden.

Phytoplankton

Die verwendeten Kenngrößen zur Bestimmung des ökologischen Zustandes Phytoplankton (Algen) sind die Jahresmittel von Algenbiovolumen und Chlorophyll-a-Konzentration sowie der Brettum-Index des Epilimnions (0 - 6 m). Die Gesamtbewertung der ökologischen Zustandsklasse erfolgt auf Basis des 3-Jahresmittels der normierten Gesamt-EQR-Werte.

In Tab. 4 sind die normierten EQR-Werte (Ecological Quality Ratio) und der ökologische Zustand des Qualitätselementes Phytoplankton für das Jahr 2019 sowie das 3-Jahres-Mittel (2017 - 2019) angegeben.

2019 wies der Faaker See weiter sehr geringe Biovolumina (0,15 mm³/l) und Chlorophyll-a-Konzentrationen unter der Bestimmungsgrenze von 1 µg/l auf. Der Brettum-Index betrug 4,69. Alle drei Kenngrößen ergaben einen normierten EQR-Wert von 1,00, sowohl für das Einzeljahr 2019 als auch im 3-Jahresmittel (2017 - 2019) und entsprachen der „sehr guten“ Zustandsklasse.

Tab. 4: Ökologischer Zustand – Phytoplankton; 2019 und 3-Jahresmittel 2017-2019.

See	Ökologischer Zustand Phytoplankton			
	Einzeljahr 2019		3-Jahresmittel (2017-2019)	
	Gesamt-nEQR	Bewertung	Gesamt-nEQR	Bewertung
Faaker See	1,00	Sehr gut	1,00	Sehr gut
Keutschacher See	0,96	Sehr gut	0,92	Sehr gut
Klopeiner See	0,89	Sehr gut	0,82	Sehr gut
Millstätter See	0,91	Sehr gut	0,84	Sehr gut
Ossiacher See	0,51	Mäßig	0,59	Mäßig
Weißensee	0,88	Sehr gut	0,92	Sehr gut
Wörthersee	0,61	Gut	0,64	Gut

Der ökologische Zustand des Keutschacher Sees war anhand des Phytoplanktons im 3-Jahresmittel (2017 - 2019) mit einem normierten Gesamt-EQR-Wert von 0,92 wie in den vergangenen Jahren „Sehr gut“. Auch der normierte Gesamt-EQR-Wert für das Untersuchungsjahr 2019 befand sich mit 0,96 in dieser Zustandsklasse. Ebenso waren die nEQR aller Kenngrößen entsprechend der geringen Abweichung zu den Referenzwerten „sehr gut“. Das mittlere Phytoplankton-Biovolumen war mit 0,69 mm³/l nur geringfügig höher als der Referenzwert. Unter den Referenzwerten lagen

die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration (2,73 µg/l) und der Brettum-Index (3,98).

Der Klopeiner See befand sich im Untersuchungsjahr 2019 hinsichtlich des Qualitätselementes Phytoplankton mit einem normierten Gesamt-EQR von 0,89 im „sehr guten“ ökologischen Zustand. Das 3-Jahresmittel (2017 - 2019) zeigte bei einem normierten Gesamt-EQR von 0,82 unverändert die Zugehörigkeit zur „sehr guten“ Zustandsklasse an. Der nEQR-Wert für die Einzelkomponente „Biovolumen“ (0,75) lag wie im Vorjahr im „guten Bereich“, während die beiden nEQR-Werte für den Brettum-Index (0,94) und für die Chlorophyll-a-Konzentration (0,92) im Jahr 2019 den „sehr guten“ Zustand beschrieben.

2019 wurden für die Komponenten Chlorophyll-a und Brettum-Index die normierten EQR-Werte 0,96 bzw. 0,95 errechnet, die den „sehr guten“ Zustand des Millstätter Sees wiedergaben. Die normierte EQR von 0,80 für das Biovolumen lag knapp an der Klassengrenze zum „guten“ Bereich. Für das Einzeljahr 2019 ergab sich der normierte Gesamt-EQR-Wert von 0,91 und für das 3-Jahresmittel (2017 - 2019) von 0,84.

Der ökologische Zustand des Ossiacher Sees war anhand des Phytoplanktons im 3-Jahresmittel (2017 - 2019) mit einem normierten Gesamt-EQR-Wert von 0,59 wieder „mäßig“. Auch der normierte Gesamt-EQR-Wert für das Jahr 2019 befand sich mit 0,51 in der „mäßigen“ Zustandsklasse. 2018 war mit einem Gesamt-nEQR von 0,64 sowie mit dem 3-Jahresmittel von 0,60 ein „gut“ erreicht worden. 2019 betrug die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration 5,55 µg/l, das Biovolumen 1,47 mm³/l und der Brettum-Index 3,07. Entsprechend der Abweichung von den Referenzwerten entsprachen die normierten EQR-Werte aller Kenngrößen der „mäßigen“ Zustandsklasse.

Der ökologische Zustand des Weißensees entsprach im Einzeljahr 2019 (EQR gesamt 0,88) und auch im 3-Jahresmittel (2017 - 2019) mit der normierten Gesamt-EQR von 0,92 der „sehr guten“ Zustandsklasse. Für die Kenngröße Chlorophyll-a errechnete sich 2019 ein normierter EQR-Wert von 1,00, die Komponenten Biovolumen und Brettum-Index lagen mit den normierten EQR-Werten 0,83 und 0,85 ebenso im „sehr guten“ Bereich.

Der ökologische Zustand des Wörthersees war anhand des Phytoplanktons im 3-Jahresmittel (2017 - 2019) mit einem normierten Gesamt-EQR-Wert von 0,64 „gut“. Auch die normierte Gesamt-EQR für das Untersuchungsjahr 2019 befand sich mit 0,61 in dieser Zustandsklasse. 2019 betrug die mittlere Chlorophyll-a-Konzentration 7,23 µg/l und das mittlere Biovolumen 1,25 mm³/l. Die normierten EQR beider Kenngrößen fielen entsprechend der Abweichung von den Referenzwerten in die „mäßige“ Zustandsklasse. Der Brettum-Index war mit 3,80 und einem normierten EQR-Wert von 0,71 „gut“.

Allgemein physikalisch-chemische Parameter

Die verwendeten Kenngrößen zur Bestimmung des ökologischen Zustandes hinsichtlich der allgemein physikalisch-chemischen Parameter sind die Sichttiefe, die Temperatur- und Sauerstoffbedingungen in der Tiefe, der Salzgehalt, der Versauerungszustand und die Nährstoffverhältnisse im See (Tab. 5).

Die Bewertung des „sehr guten“ Zustands erfolgt typabhängig auf Basis der Sichttiefe und des Gesamt-Phosphor-Gehaltes im Mixolimnion. Die Chlorophyll-a-Konzentration im Epilimnion (0 - 6 m) geht gemäß Qualitätszielverordnung Oberflächengewässer nicht mehr in die Bewertung der Allgemein physikalisch chemischen Parameter ein. Die Klassengrenzen „sehr gut“ / „gut“ sind als Grenzwerte zu verstehen. Temperatur und Sauerstoffsättigung im Hypolimnion, Chlorid-Konzentration und pH-Wert werden typabhängig nur zur Bewertung des „guten“ Zustandes herangezogen (Bandbreite „sehr gut“ und „gut“ muss eingehalten sein). Bei meromiktischen Seen wird der Parameter Sauerstoffsättigung im Hypolimnion in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse der allgemein physikalisch-chemischen Parameter werden in der Tab. 5 als 3-Jahresmittel von 2017 bis 2019 dargestellt.

Tab. 5: Ökologischer Zustand - Allgemein physikalisch-chemische Parameter; 3-Jahresmittel 2017-2019.

Allgemein physikalisch-chemische Parameter - 3-Jahresmittel 2017-2019						
See	Hypolimnion Temperatur (4-6°C)	Mixolimnion Chlorid-Konz. (< 150 mg/l)	Mixolimnion pH Wert (7,5-9)	Hypolimnion O_2-sättigung (>70% / >30%)	Mixolimnion P-ges. **EQR-Wert**	Sichttiefe **EQR-Wert**
Faaker See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	Sehr gut 0,68	Gut 0,73
Keutschacher See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	Gut 0,65	Gut 0,75
Klopeiner See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	Gut 0,48	Sehr gut 1,03
Millstätter See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	Sehr gut 0,78	sehr gut 0,99
Ossiacher See	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	außerhalb Bandbreite	Mäßig 0,36	Gut 0,54
Weißensee	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	Sehr gut 0,68	Sehr gut 1,00
Wörthersee	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	innerhalb Bandbreite	nicht bewertet	Mäßig 0,40	Gut 0,57

Faaker See: Hinsichtlich der allgemein physikalisch-chemischen Parameter lagen hypolimnische Temperatur und Sauerstoffsättigung (20 - 29 m) Chlorid- und pH-Werte innerhalb der Bandbreite für den „sehr guten“ und „guten“ Zustand. Die Komponente Gesamt-Phosphor-Konzentration (volumsgewichteter Jahresmittelwert im Mixolimnion: 0 - 29 m) entsprach dem „sehr guten“ Zustand. Die mittlere Sichttiefe lag aufgrund von mineralischen Trübstoffen (Kalkpartikel) unterhalb des Grenzwertes für den „sehr guten“ Zustand, war dabei jedoch nicht durch Algenentwicklung vermindert.

Keutschacher See: Die Ergebnisse der physikalisch-chemischen Qualitätsparameter entsprachen für den Gesamt-Phosphor im Mixolimnion (0 - 15 m) und die Sichttiefe der „guten“ Zustandsklasse. Die Temperatur und die Sauerstoffsättigung im Hypolimnion (12 - 15 m), die Chlorid-Konzentration und pH-Wert im Mixolimnion lagen innerhalb der „sehr guten“ und „guten“ Bandbreite.

Klopeiner See: Die Ergebnisse für die hypolimnische Temperatur (15 - 20 m), die Chlorid-Konzentration und den pH-Wert des Mixolimnions (0 - 20 m) lagen innerhalb der Bandbreite für den „sehr guten“ und „guten“ Zustand. Unverändert zeigte die Qualitätskomponente Sichttiefe den „sehr guten“ Bereich an. Der Parameter Gesamt-Phosphor (0 - 20 m) beschrieb weiterhin den „guten“ Zustand, für das Einzeljahr 2019 ergab sich hinsichtlich dieser Bewertungskomponente ein „mäßig“.

In Bezug auf die physikalisch-chemische Bewertung (3-Jahresmittel 2017 - 2019) des Millstätter Sees lagen die Ergebnisse für Temperatur, Chlorid-Konzentration und pH-Wert (0 - 70 m) innerhalb der Bandbreite für den „sehr guten“ und „guten“ Zustand. In Hinblick auf den Parameter Gesamt-Phosphor (0 - 70 m) und die Sichttiefe wurde die „sehr gute“ Zustandsklasse ermittelt.

Hinsichtlich der physikalisch-chemischen Qualitätsparameter des Ossiacher Sees lagen die Ergebnisse für die hypolimnische (25 - 46 m) Temperatur und den pH-Wert im Mixolimnion (0 - 46 m) innerhalb und für die hypolimnische Sauerstoffsättigung außerhalb der Bandbreite für den „sehr guten“ und „guten“ Zustand. Die Kenngröße Gesamt-Phosphor im Mixolimnion gab den „mäßigen“ Zustand wieder. Die Auswertung der Sichttiefe entsprach dem „guten“ Zustandsbereich.

Die Ergebnisse der chemisch-physikalischen Bewertung bezüglich des Weißensees befanden sich für die hypolimnische Temperatur (30 - 60 m), die Chlorid-Konzentration und den pH-Wert des Mixolimnions (0 - 60 m) innerhalb der Bandbreite für den „sehr guten“ und „guten“ Zustand. Auch die Qualitätskomponenten Gesamt-

Phosphor (0 - 60 m) und Sichttiefe wurden mit „sehr guter“ Zustandsklasse bewertet.

Hinsichtlich der physikalisch-chemischen Qualitätsparameter lagen die Ergebnisse im Wörthersee für die hypolimnische Temperatur (35 - 50 m), die Chlorid-Konzentration und den pH-Wert im Mixolimnion (0 - 50 m) innerhalb der Bandbreite für den „sehr guten“ und „guten“ Zustand. Die Kenngröße Gesamt-Phosphor im Mixolimnion entsprach der „mäßigen“ Stufe, die Sichttiefe dem „guten“ Zustand.

Makrophyten und Fische

In Tab. 6 sind, sofern vorhanden, die Ergebnisse der biologischen Qualitätselemente Makrophyten und Fische angeführt.

Im Auftrag des Landes Kärnten wurden die Erhebungen und Bewertungen für Wasserpflanzen bzw. Makrophyten vom Büro Systema Bio- und Management Consulting GmbH und für Fische vom Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde durchgeführt.

Tab. 6: Ökologischer Zustand - Makrophyten und Fische.

See	Makrophyten		Fische	
	Jahr	Bewertung	Jahr	Bewertung
Faaker See	2003	Gut	2003	Gut
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		
Wörthersee	2007	Gut	2004	Gut
Pressegger See			2013	Sehr gut
Längsee			2013	Sehr gut

Untersuchungsumfang

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

Im Jahr 2019 überprüfte das Land Kärnten (Abteilung 8 Umwelt, Energie und Naturschutz) die Wasserqualität von insgesamt 43 Kärntner Seen.

Je vier Gütekontrollen wurden am Wörthersee, Millstätter See, Ossiacher See, Weißensee, Klopeiner See, Faaker See und Keutschacher See – alle Seen größer als 50 Hektar – sowie am Afritzer See, Feldsee, Längsee, Pressegger See und Rauschelesee durchgeführt. Am Goggausee gab es insgesamt fünf Kontrollen, eine zusätzlich im Jänner unter Eis. An 30 weiteren Seen fanden je zwei Wassergütekontrollen statt, einmal zu Beginn und einmal am Ende der sommerlichen Schichtungsphase. Über das Routineprogramm hinausgehend gab es Untersuchungen im Ostbecken des Ossiacher Sees, im Westbecken des Weißensees, im Vorteich des Flatschacher Sees, am Moosburger Mitterteich sowie am Koralmstausee. In den beiden Absetzbecken des Bleistätter Moores fanden je sechs Kontrollen statt.

Das Kärntner Institut für Seenforschung hat insgesamt 143 Seengütekontrollen durchgeführt und 740 Wasserproben für die chemische Analyse entnommen. Des Weiteren wurden für die Analyse des Algenbiovolumens 276, für die qualitative Analyse der Algenarten 139 und für die Zooplanktonanalyse eine Wasserprobe entnommen. 331 Proben wurden für die Messung des Chlorophyll-a gezogen.

Tab. 7: Anzahl 2019 entnommener Proben.

Probenart	Anzahl
chemisch-physik. Wasseranalyse	740
quantitative Phytoplanktonanalyse	276
qualitative Phytoplanktonanalyse	139
Chlorophyll-a Analyse	331
Zooplanktonanalyse	1
Summe Proben	1.487

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.

In Summe lagen 1.487 Proben vor (Tab. 7). Während der Probenahme wurden aus jeder Tiefenstufe Vorortwerte wie Wassertemperatur, Sauerstoff, pH-Wert und elektrische Leitfähigkeit registriert. Darüber hinaus wurden im Protokoll auch Angaben zur Färbung, Trübung oder Geruch der Wasserproben gemacht sowie das Wetter oder das Auftreten von Oberflächenfilmen vermerkt.

Sichttiefe

Die Sichttiefe (Abb. 1) wird mittels einer kreisrunden „Secchi-Scheibe“ erhoben. Sie liefert einen ersten Hinweis auf die Algenmenge bzw. auf die Nährstoffbelastung eines Sees.

Zur Ermittlung der Sichttiefe wird die „Secchi-Scheibe“ soweit ins Wasser versenkt, bis diese gerade nicht mehr sichtbar ist. Der gemessene Wert wird mit 2,5 multipliziert und gibt dann annäherungsweise die euphotische Zone an bzw. jene Tiefe, in der ausreichend Licht für die Photosynthese vordringt.

Abb. 1: Sichttiefenmessung mit Secchi-Scheibe.

Die Sichttiefe als Maß für die Transparenz des Wassers wird aber auch durch im Wasser schwebende mineralische Teilchen getrübt. Einschwemmungen aus dem Umland infolge von Starkregenereignissen beeinträchtigen daher ebenso die Transparenz des Wassers. Schwebealgen können dem Wasser so viel Kohlendioxid entziehen, dass feinste Kalkpartikel ausfallen. Die türkisblaue Farbe einiger Seen ist auf den Prozess der biogenen Entkalkung zurückzuführen.

2019 waren der Weißensee mit einer maximalen Sichttiefe von 10,2 Meter und der Klopeiner See mit 8,9 Meter, gefolgt vom Millstätter See mit 8,5 Meter die klarsten Seen des Landes. Der Keutschacher See mit 7,6 Meter Sichttiefe lag an vierter Stelle gefolgt vom Turracher See mit sieben Meter (Abb. 2). Sichttiefen unter zwei Meter wurden an einigen kleineren Seen gemessen, deren Trübungen überwiegend auf hohen Nährstoff-Konzentrationen beruhten.

Gesamt-Phosphor-Konzentration

Um den Einfluss des Pflanzennährstoffs Phosphor auf die Transparenz des Wassers aufzuzeigen, wird in Abb. 2 für alle 43 untersuchten Seen die Gesamt-Phosphor-Konzentration der Sichttiefe gegenübergestellt. Auf der unteren Achse sind die mittleren Gesamt-Phosphor-Konzentrationen des Epilimnions (0 – 6 m) ansteigend von oligotroph (< 10 µg/l) bis eutroph (> 40 µg/l) aufgetragen. Auf der oberen Achse sind die maximal gemessenen Sichttiefen angezeigt. Es wird ersichtlich, dass Seen mit geringen Gesamt-Phosphor-Konzentrationen durchwegs hohe Sichttiefenwerte zeigen. Das Wasser der Seen mit Gesamt-Phosphor-Konzentrationen größer als 15 µg/l (meso- bis eutroph) ist deutlich trüber und die Sichttiefen sind entsprechend geringer. Bei den schwach mesotrophen Seen mit Gesamt-Phosphor-Konzentrationen zwischen 10 µg/l und 15 µg/l, weisen die Sichttiefen von rund zwei bis neun Meter eine große Streuung auf. 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.

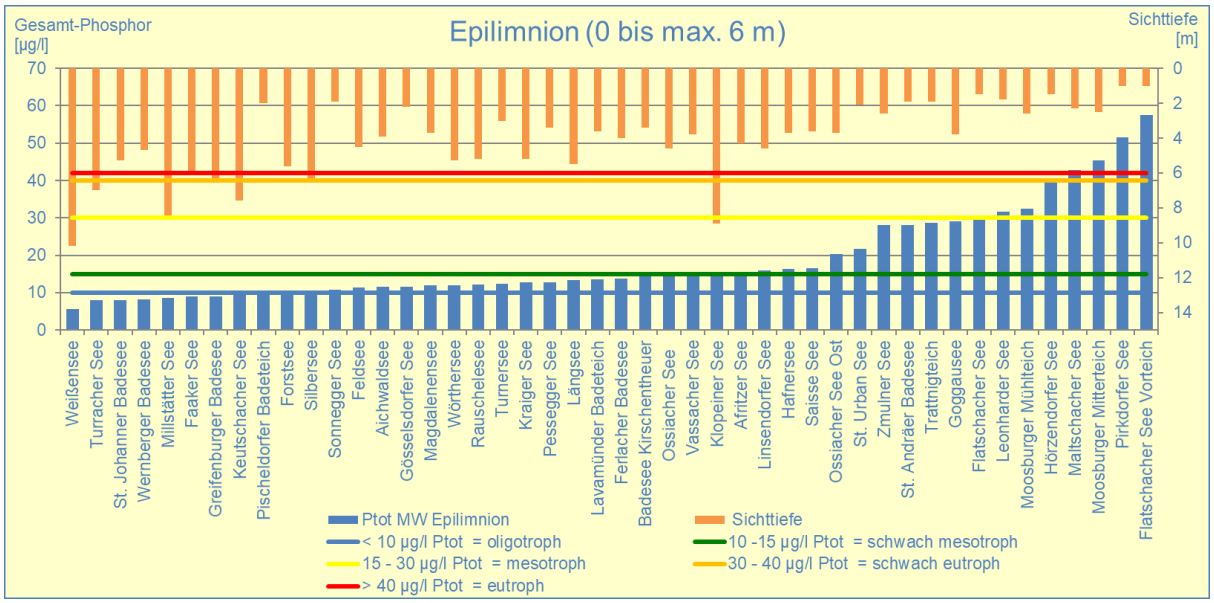


Abb. 2: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und Sichttiefen (m) aller untersuchten Seen 2019.

Phytoplankton-Biovolumen

In der Abb. 3 sind jene Seen dargestellt, für die 2019 ein Algen-Biovolumen analysiert wurde. Geordnet sind die Seen nach ansteigendem Phytoplankton-Biovolumen mit entsprechender Gesamt-Phosphor-Konzentration und Sichttiefe.

Die Konzentration an Gesamt-Phosphor bestimmt im Wesentlichen die Algenmenge. 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 kaum eine Bedeutung. In einem seichten See aber verbleiben die Nährstoffe in der lichtdurchfluteten und damit in der photosynthetisch aktiven Zone, was zur Folge hat, dass die Algen sich vermehren. Deswegen reagieren seichte Seen rascher auf Nährstoffeinträge aus dem Umland als tiefe Seen und das erklärt auch, warum seichte Seen eher 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 Lockfuttermitteln 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 in größerem Ausmaß zur Verfügung (interner Nährstoffkreislauf).

An Gewässern mit gleichzeitiger Badenutzung wird daher aus gewässerökologischer Sicht dringend geraten, auf das Anfüttern von Fischen zu verzichten.

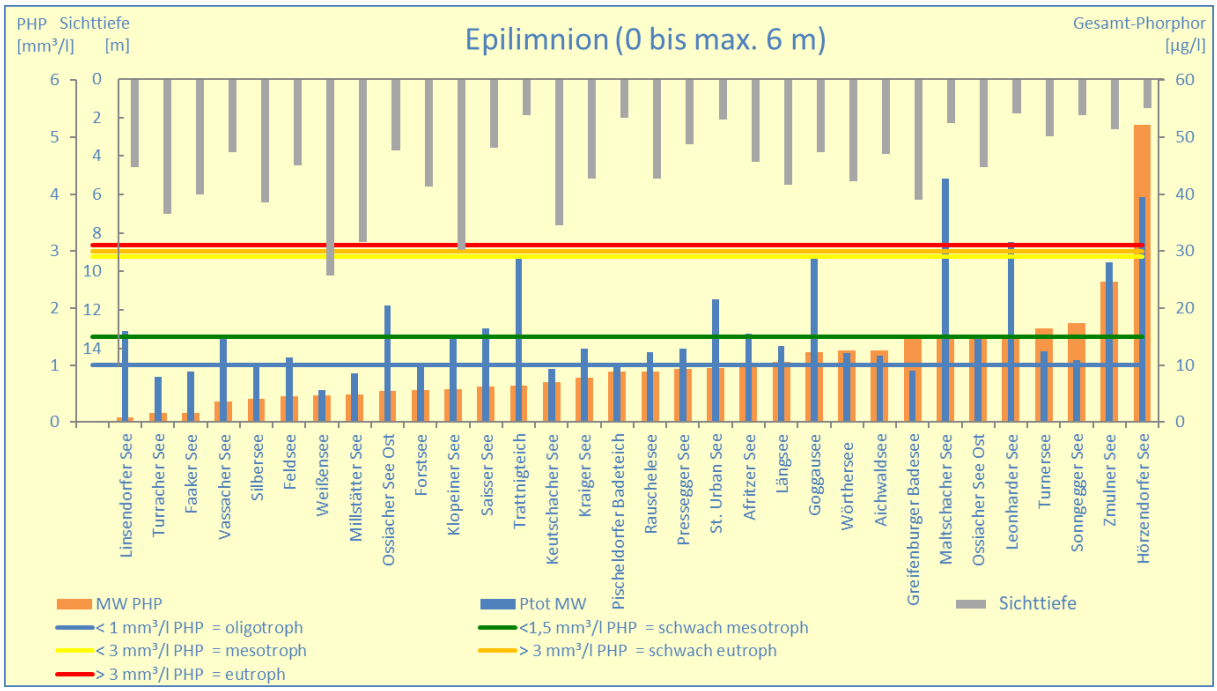


Abb. 3: Phytoplankton-Biovolumen (mm³/l), Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) im Epilimnion (0–max.6m) und Sichttiefen (m) 2019.

Klima

Unter den Begriff *Klima* versteht der Fachmann 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 sehr stark 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 der Eisbedeckung an unseren Seen, bezogen auf Eisdicke und die Dauer.

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 2019

Das Jahr 2019 war in Kärnten mit einer Mitteltemperatur von 7,6 °C das wärmste der Messgeschichte, nahezu gleichauf mit den Jahren 2014 und 2018. Mit einer durchschnittlichen Niederschlagsmenge von 1.330 mm fiel, verglichen mit dem Mittel 1961 - 1990, um 207 mm mehr Niederschlag. Trotz der großen Niederschlagsmengen gab es mit 1.755 Stunden um 131 Stunden mehr direkten Sonnenschein als im vieljährigen Mittel (Abb. 4). Lesen Sie mehr im „Klimarückblick Kärnten 2019“

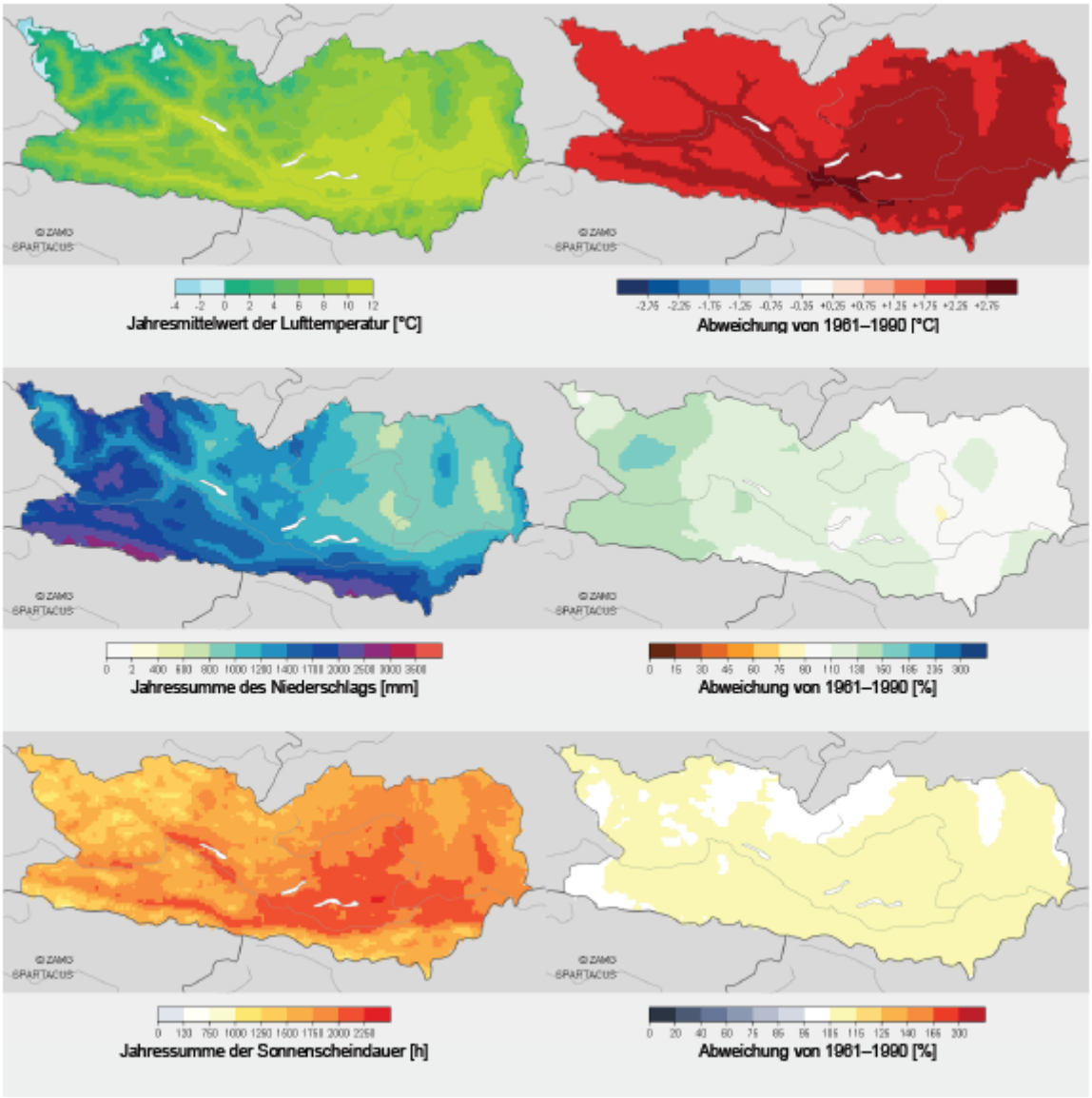


Abb. 4: Räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte von Lufttemperatur, Niederschlagssumme und Sonnenscheindauer, angegeben als Absolutwerte (links) und als Abweichungen zum jeweiligen Mittelwert in der Referenzperiode 1961-1990 (rechts).

Hydrologie

Die Wassertemperatur erwärmt oder kühlt sich entsprechend der Lufttemperatur ab. Die Monatsmittel der Lufttemperaturen im Jahre 2019 waren im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten von 1961 bis 1990 deutlich wärmer. Über dem langjährigen Durchschnitt lag der Februar mit 3,9 °C, der März mit 3,1 °C, der Juni mit 5,4 °C und der August mit 3 °C. Kälter war nur der Mai, der sich mit 1,6 °C deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt hielt.

Die Wassertemperatur wird im Zuge der Probenahme meist an der tiefsten Stelle des Sees oder an einigen seichten Seen vom Steg aus gemessen.

An den großen Badeseen (Faaker See, Klopeiner See, Millstätter See, Ossiacher See, Weißensee und Wörthersee) werden vom Hydrographischen Dienst der Abteilung 12 Wasserwirtschaft (Unterabteilung Hydrographie) Pegelstationen betrieben, die Wasserstand und Wassertemperatur im Uferbereich aufzeichnen. Im Folgenden sind die Wassertemperaturen und Seespiegelmessungen als mittleres, minimales und maximales Tagesmittel von 1980 bis 2010 mit den Tagesmitteln des Jahres 2019 dargestellt.

Wassertemperatur

Die Abb. 5 zeigt die Oberflächentemperaturen der Sommermonate aller untersuchten Kärntner Seen im Zeitraum von 1996 bis

2019, die während der Probenahme gemessen wurden. Dargestellt sind die maximalen Sommertemperaturen sowie die Mittelwerte für den Frühsommer (Mai/Juni) und den Spätsommer (August/September). Selbstverständlich können im Laufe der Sommermonate höhere Temperaturen gemessen werden, die aber von uns nicht erfasst werden.

Dr. Wolfgang Honsig-Erlenburg übermittelte uns dankenswerter Weise Temperaturmessungen vom Längsee, die ebenfalls in die Auswertung einflossen.

Das Mai/Juni-Mittel 2019 war entsprechend dem kalten Mai mit 17,6 Grad Celsius deutlich kühler als in den Jahren 2018 (19,2 °C) und 2017 (19,7 °C). Das August/September-Mittel hingegen betrug 22,7 Grad Celsius, mehr als vier Grad wärmer als 2018. Mit 26,7 Grad Celsius war auch die maximal gemessene Wassertemperatur um 0,3 Grad wärmer als im Vorjahr (Abb. 5).

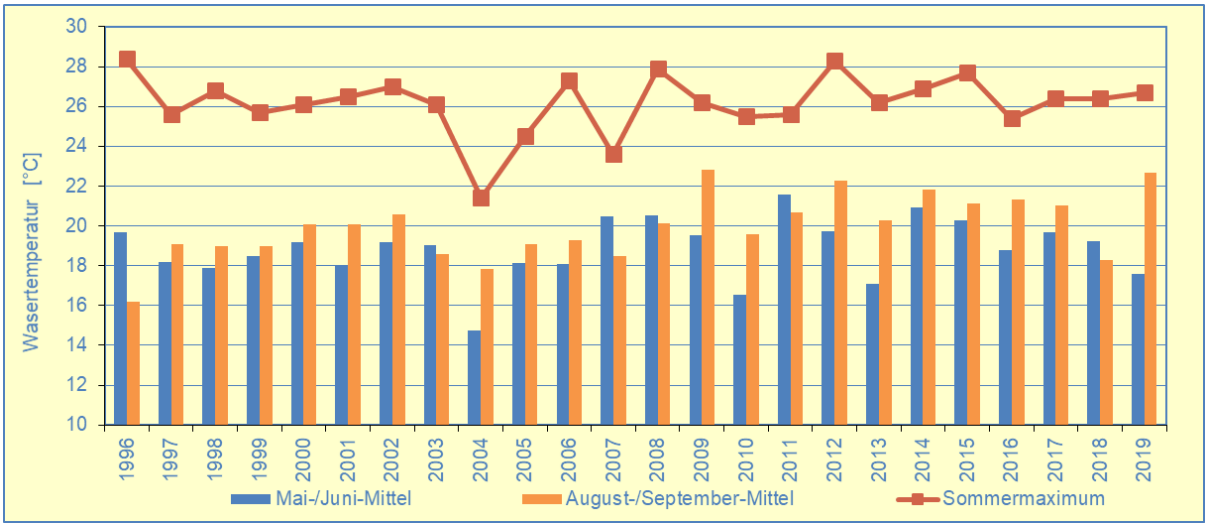
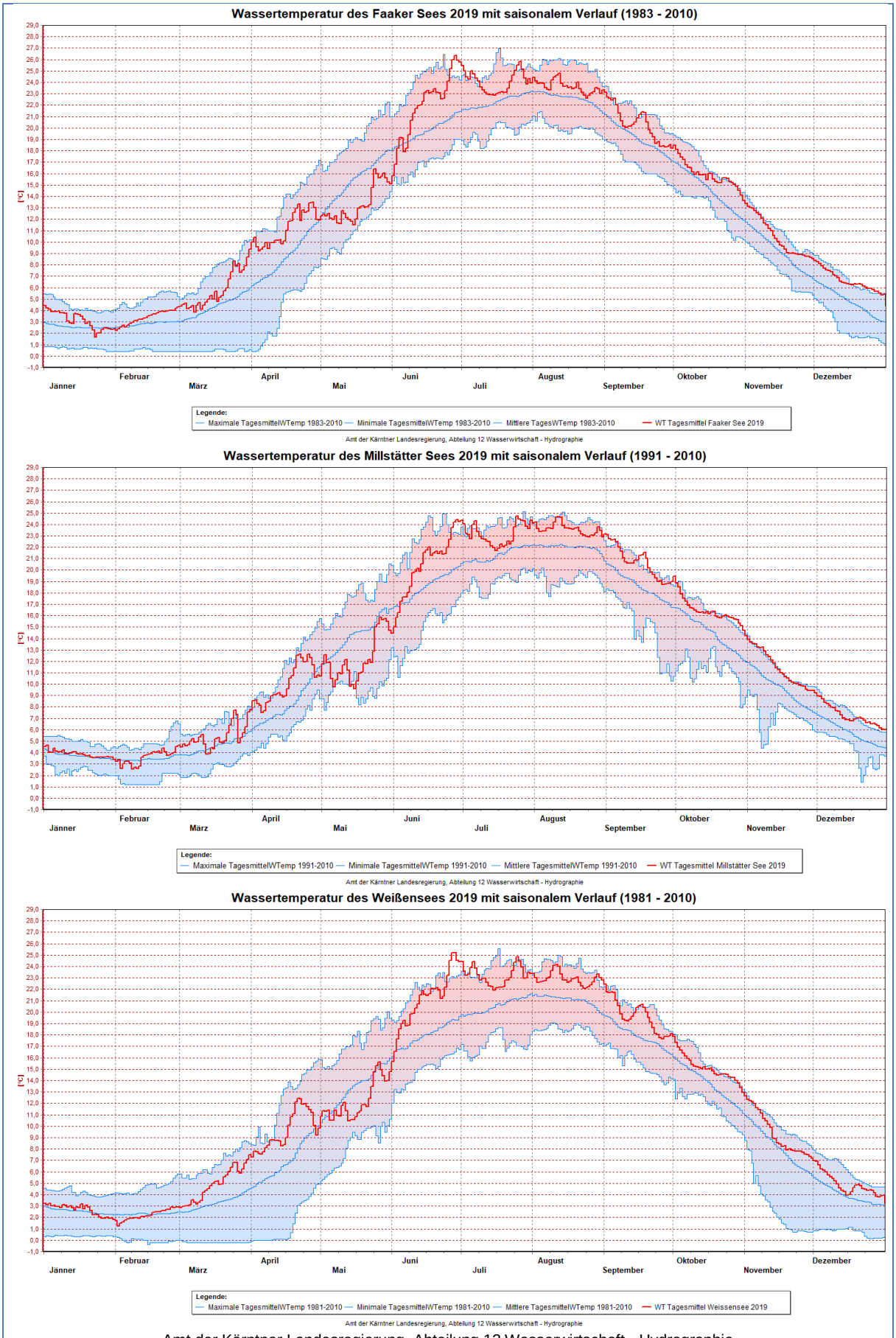


Abb. 5: Durchschnittliche Oberflächentemperaur aller untersuchten Seen von 1996-2019.

Die Abb. 6 und Abb. 7 zeigen die Oberflächentemperaturen der sechs Kärntner Seen, an deren Ufer automatische Pegelschreiber installiert sind. Als langjährige Vergleichszeiträume werden je nach See unterschiedliche Zeitspannen verwendet, die den Abbildungen zu entnehmen sind.
Entsprechend dem überdurchschnittlich heißen Jahr 2019 lagen die Wassertemperaturen an den Oberflächen nahezu das ganze Jahr deutlich über den langjährigen Tagesmittelwerten. So zeigten alle beobachteten Seen Ende Juni eine außerordentliche Erwärmung bis über das langjährige Maximum hinaus. Beispielsweise wurde am Wörthersee ein maximales Tagesmittel von 26,9 Grad Celsius ermittelt. Ebenso war allen Seen gemein, dass sie entsprechend dem kühlen und verregneten Mai Wassertemperaturen aufwiesen, die deutlich unter den langjährigen Tagesmittelwerten lagen. Trotz der Niederschläge im November blieben die Wassertemperaturen insbesondere am Wörthersee und Faaker See überdurchschnittlich warm.

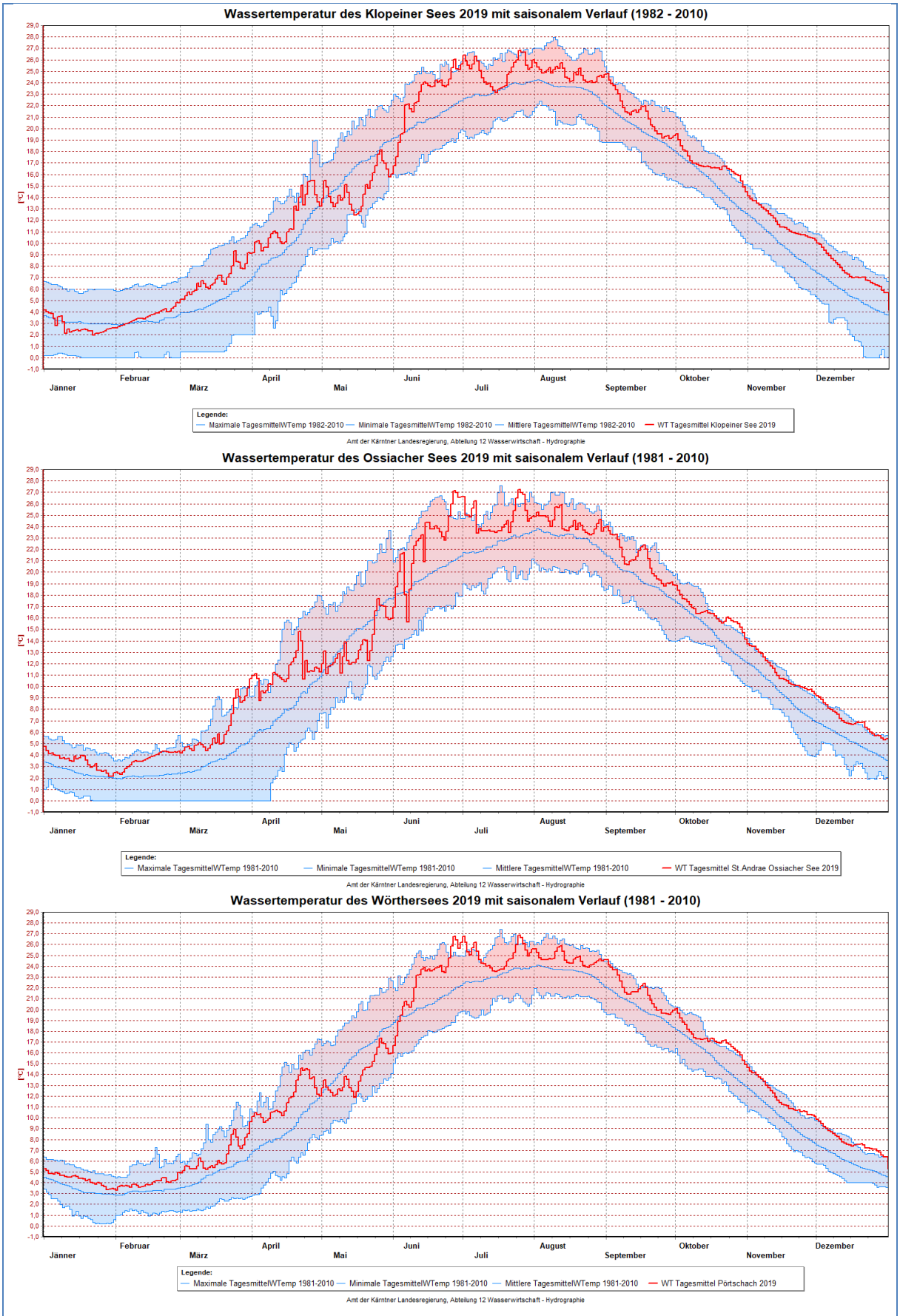
Wasserstand

Der etwas zu trockene Jänner spiegelte sich in niedrigen Seewasserständen wider. Mit Ausnahme des Millstätter Sees lagen die Wasserstände im Tagesmittel alle unter den langjährigen Tagesmittelwerten. Anfang Februar sorgte ein ausgiebiger Niederschlag an nahezu allen Seen für einen Anstieg der Wasserstände. Beim Faaker See, Millstätter See und Weißensee übertrafen die Tagesmittel die langjährigen Maximalwerte (Abb. 8 und Abb. 9). Ein zweites extremes Niederschlagsereignis bescherte der November. Am Faaker See gab es Hochwasser mit Überschwemmungen und der Wasserstand überragte das Maximum der langjährigen Tagesmittelwerte um mehr als 15 cm. Am Weißensee waren es sogar 30 cm über den langjährigen Maximalwerten (2001 – 2019).



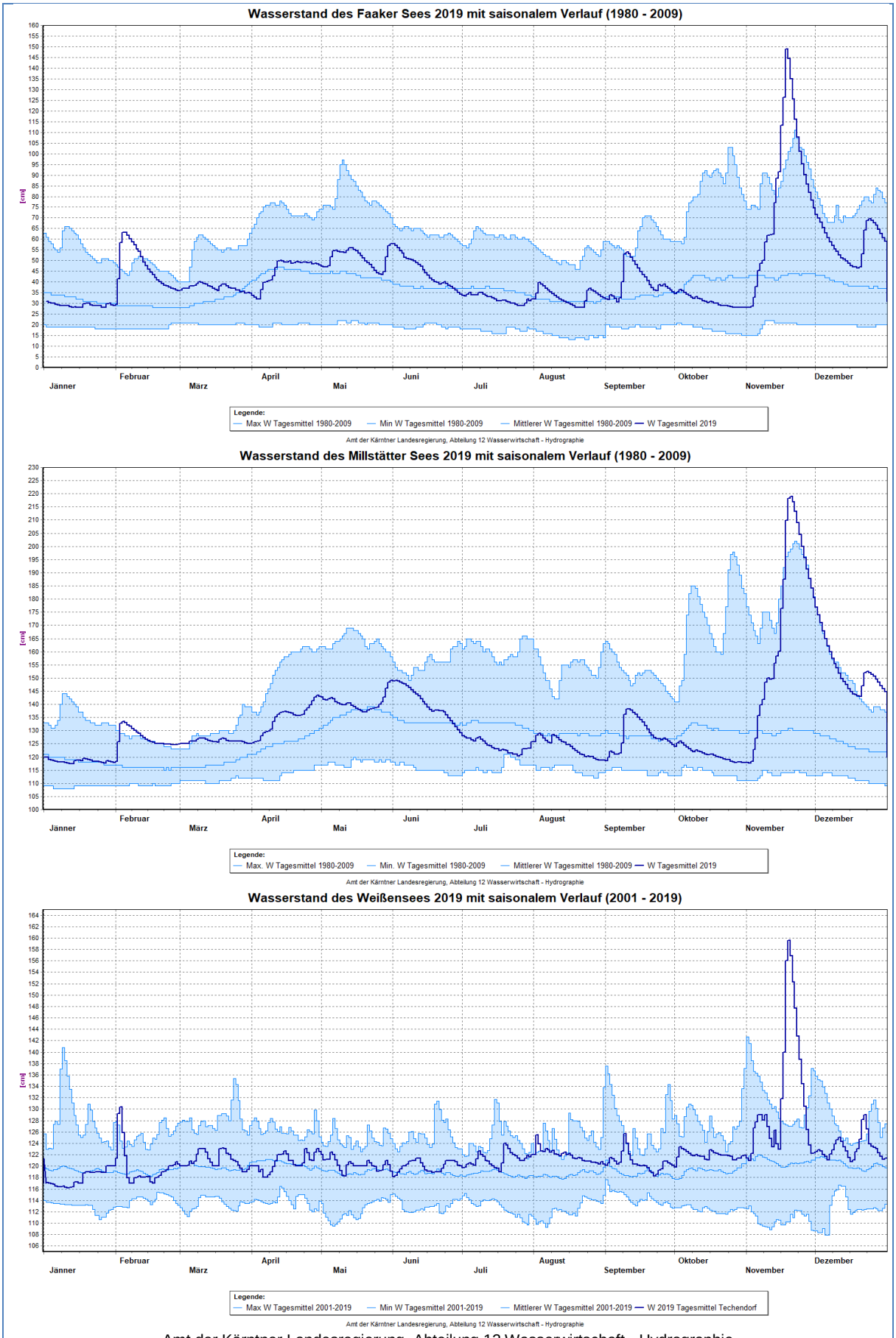
Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft - Hydrographie

Abb. 6: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1981 bis 2010 und Tagesmittel von 2019 (rote Linie); von oben: Faaker See, Millstätter See, Weißensee.



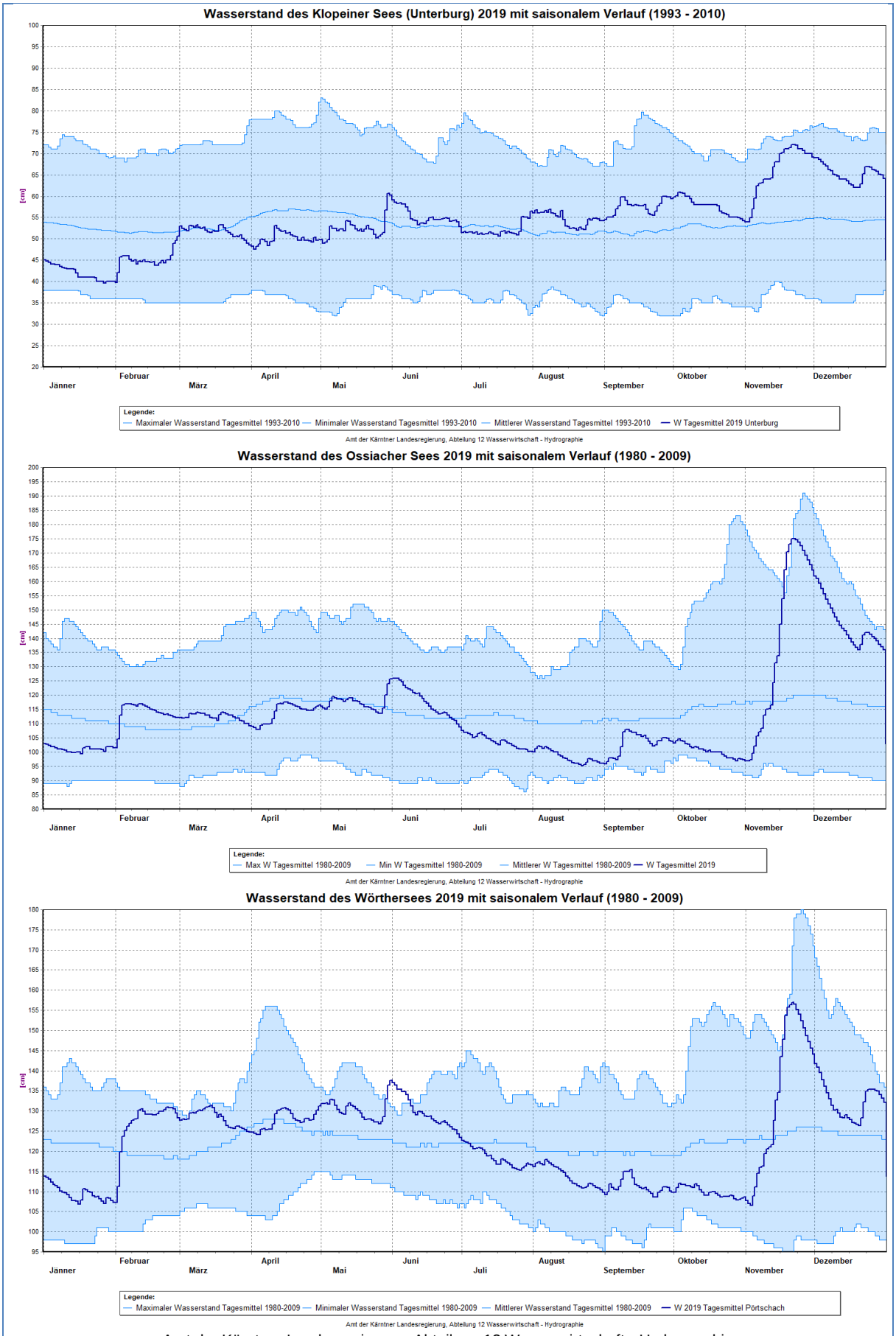
Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft - Hydrographie

Abb. 7: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1981 bis 2010 und Tagesmittel von 2018 (rote Linie); von oben: Klopeiner See, Ossiacher See, Wörthersee.



Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft - Hydrographie

Abb. 8: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1980 bis 2019 und Tagesmittel von 2019 (dunkelblau); von oben: Faaker See, Millstätter See, Weißensee.



Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 12 Wasserwirtschaft - Hydrographie

Abb. 9: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1980 bis 2010 und Tagesmittel von 2019 (dunkelblau); von oben: Klopeiner See, Ossiacher See, Wörthersee.

Maßnahmen

Makrophyten-Management

Wasserpflanzen tragen wesentlich zum ökologischen Gleichgewicht von Seen bei. Die Nährstoffkonzentration eines Gewässers wirkt sich auf das Pflanzenwachstum, die Artenzusammensetzung, die Bestandsdichte und Ausbreitung 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 Sichttiefe, Sauerstoffgehalt, Algenbildung, und Nahrungsnetze, um nur einige zu nennen. Als Konkurrent um den essentiellen Pflanzennährstoff können Makrophyten das Wachstum von Algen erheblich beeinflussen und somit zur 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 wird aber ein dichter Unterwasserpflanzenbestand von vielen Badegästen als störend empfunden. Sie erschweren bzw. beeinträchtigen den Seezugang bis zum Erreichen der Schwimmtiefe, das Angeln oder sie verfangen sich in Schiffsschrauben.

Um Nutzungskonflikten vorzubeugen, wurde in der Vergangenheit an vereinzelten 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 vermieden werden. Entsprechende Kontrollen haben aber gezeigt, dass Wasserpflanzen zu großzügig entfernt wurden, was sich in einigen Fällen nachhaltig negativ auf die Wasserqualität ausgewirkt hat.

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 Ausnahmegenehmigung wird festgelegt, unter welchen Bedingungen die Unterwasserpflanzen zu schneiden sind. Beachtet werden muss, dass kleinflächige Areale vorzugsweise händisch zu mähen sind. Zum Mähen von großen Flächen wird vom Land Kärnten ein Mähboot zur Verfügung gestellt. Generell gilt, dass eine Reduzierung der Wasserpflanzen nur in dem Ausmaß erfolgen darf, als es für Badezwecke unbedingt erforderlich ist.

In der Badesaison 2019 wurden mit dem Mähboot des Landes Kärnten wie 2018 nur an zwei Gewässern mit stark verkrauteten Stellen Wasserpflanzen bis in maximal sechs Meter Wassertiefe geschnitten, wobei das Mähgut am Ufer gesammelt und nach rund 24 Stunden entsorgt wurde. Das Mähgut wird zuerst am Ufer abgelagert, damit Wassertiere wie beispielsweise die Larven der Libellen aus dem Schnittgut ins Wasser kriechen können.

Die Abb. 10 zeigt die jährlichen Betriebsstunden des Mähbootes ab dem Jahr 2003. Das Mähboot war in diesem Zeitraum zwischen minimal 17 und maximal 232 Stunden im Jahr, also insgesamt mit rund 1.957 Stunden im Einsatz. Die Verringerung der Einsatzzeiten des Mähbootes an den Kärntner Seen kann einerseits auf das dauerhafte Fernbleiben von Wasserpflanzen in den Badebereichen oder andererseits auf die gesetzten Maßnahmen zum Schutz der

Unterwasserpflanzen zurückgeführt werden. Der Zeitraum des Mähbooteinsatzes und die Betriebsstunden sind in der Tab. 8 im Vergleich zu den Jahren 2017 bis 2019 angeführt.

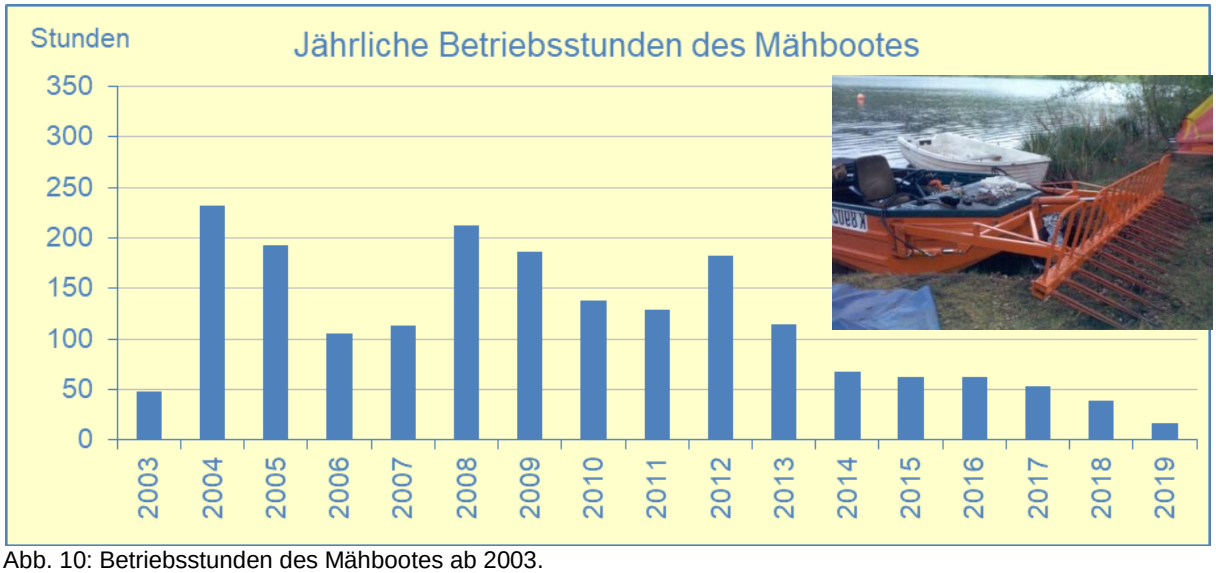


Abb. 10: Betriebsstunden des Mähbootes ab 2003.

Tab. 8: Betriebsstunden des Mähbootes im Vergleich von 2016 bis 2018.

See	2019		2018		2017	
	Zeitraum	Betriebs-stunden	Zeitraum	Betriebs-stunden	Zeitraum	Betriebs-stunden
Afritzer See					27.-28.Jun	13,5
Schlossteich Dornbach			17. Okt	6	19. Jun	7
Rauschelesee	8. Mai	6	11.-14. Jun	6,5		
Pressegger See	23.-25. Sep	11	9.-13.Jul	27	7.-12. Jun	22,5
Schlossteich Keutschach					1. Dez	5
St. Urban See					29.-30. Mai	12,5
Betriebsstunden gesamt:		**17**		**39,5**		**60,5**

Bleistätter Moor – Ossiacher See

Um die Stoffeinträge der Tiebel in den Ossiacher See zu vermindern, wurden die Absetzbecken links- und rechtseitig der Tiebel im Bleistätter Moor errichtet und im November 2018 fertiggestellt. Andere mit dem Projekt verbundene Ziele waren die weitere Sicherung der landwirtschaftlichen Nutzung von Moorflächen durch Errichtung eines neuen Pumpenhauses, die Verbesserung des Hochwasserschutzes sowie die Schaffung von wertvollen Lebensräumen.

Gleich nach dem Abstellen der alten Pumpen am 1. März 2017 begann ein engmaschiges Untersuchungsprogramm an mehreren Messstellen in der Tiebel und in den Absetzbecken Nord und Süd. Auch im Ossiacher See fanden regelmäßig Untersuchungen statt. Bis etwa Mitte Juli 2017 hatte sich der Wasserspiegel in den Becken dem Seewasserstand angepasst. Die Tiebeldammöffnungen wurden im November 2017 errichtet. Während sie im Ausströmbereich der Absetzbecken geöffnet blieben, wurden die Tiebeldammöffnungen an den Einleitstellen nahe der Landesstraße L50 mit großen Steinen verschlossen, sodass die Becken ab diesem Zeitpunkt je nach Wasserstand der Tiebel geringfügig durchströmt wurden. Mit der Räumung der Einströmöffnung und der Errichtung des Tiebelquerdammes floss ab dem 20. November 2018 die Tiebel zur Gänze durch die Absetzbecken.

Vom insgesamt 600 Hektar umfassenden Bleistätter Moor werden seit Errichtung der Absetzbecken nach wie vor 155 Hektar Polderflächen (zuvor 220 Hektar) künstlich mittels Drainagen entwässert. Das jetzt noch

anfallende Drainagewasser wird vom neuen Pumpenhaus, gelegen an der Landesstraße L50, in die Tiebel gepumpt. Dadurch werden auch künftig mit dem Drainagewasser große Mengen an Phosphor und Stickstoff verfrachtet. Durch die Absetzbecken werden nun der Nähr- und besonders der Schwebstoffeintrag in den Ossiacher See herabgesetzt. Wie rasch der Ossiacher See auf diese Veränderungen reagiert, wird vom Kärntner Institut für Seenforschung (Abt. 8 Umwelt, Energie und Naturschutz) beobachtet.

Aus gewässerökologischer Sicht war eine Reduzierung der Nährstoff-Konzentrationen in den Absetzbecken abzuwarten, ehe die Tiebel zur Gänze über die Absetzbecken umgeleitet wurde. Aus diesem Grund sind von der Errichtung der Becken bis zum Anschluss der Tiebel rund zwei Jahre vergangen.

Zu Beginn der Beobachtung im Frühjahr 2017 war das Wasser in den Becken besonders während der warmen Jahreszeit sehr nährstoffreich und sauerstoffarm. Eine Verbesserung der Sauerstoffsituation trat mit der herbstlichen Abkühlung und der damit verbundenen Wasserzirkulation ein. Ebenso war ein Rückgang des Nährstoffes Phosphor im Herbst zu beobachten. Daraufhin wurde der Errichtung der Ein- und Ausströmöffnungen an den Tiebeldämmen mit der Auflage, die Einlauföffnung wieder zu verschließen, zugestimmt. 2018 kam es trotz Verschluss der Einlauföffnungen zu einer geringfügigen Durchströmung der Absetzbecken, was zur Verringerung der Nährstoffparameter insbesondere des Gesamt-Phosphors beigetrug (Abb. 11). Im November 2018 waren die Voraussetzungen in Bezug auf die Wasserqualität der Absetzbecken günstig, sodass die Maßnahmen zur gänzlichen Einleitung der Tiebel in die Absetzbecken vorgenommen wurden. Seit 20. November 2018 teilt sich die Tiebel nahe der Landesstraße L50 und durchfließt die beiden Absetzbecken im Bleistätter Moor.

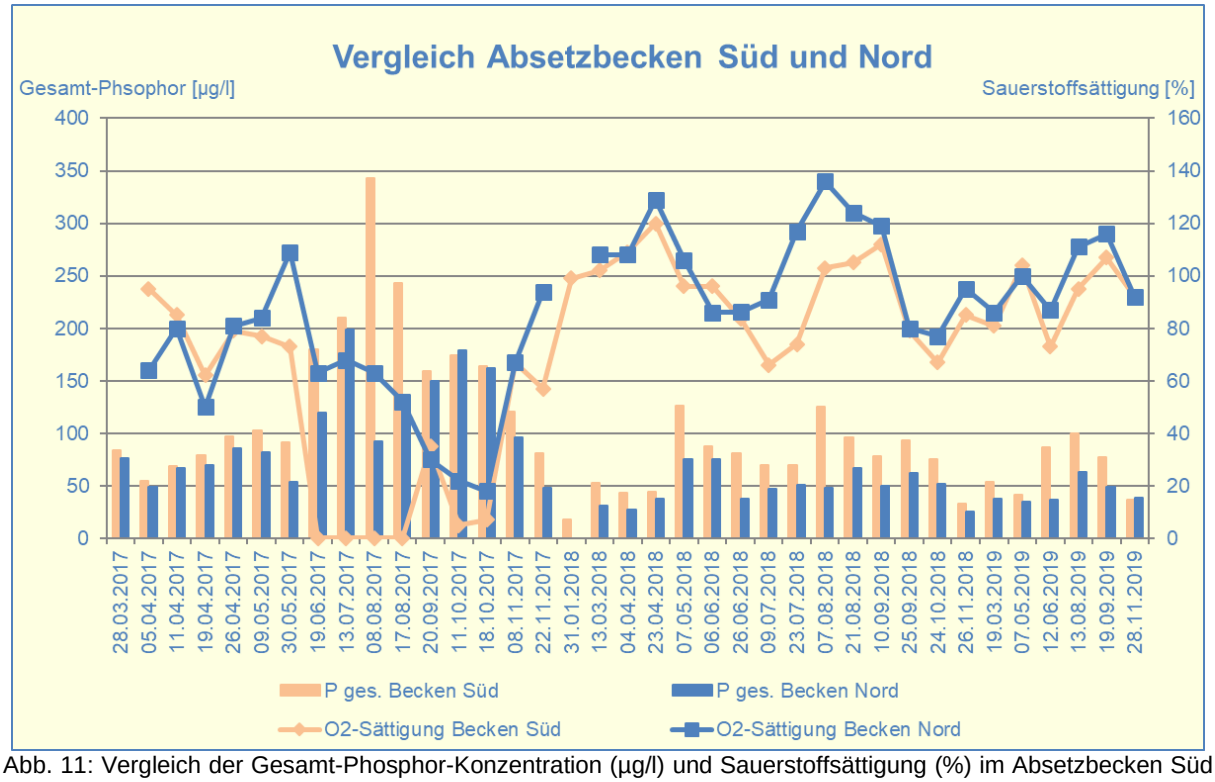


Abb. 11: Vergleich der Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und Sauerstoffsättigung (%) im Absetzbecken Süd und Nord.

Wesentlich für die Fertigstellung der baulichen Maßnahmen im Sanierungsprojekt Ossiacher See – Bleistätter Moor war, dass die Anbindung der Absetzbecken an die Tiebel zu keiner nennenswerten Erhöhung der Nährstoffkonzentrationen im Ossiacher See führt. Dazu wurden 2018 die Jahresmittelwerte der Tiebel inklusive der Pumpwässer mit denen der Absetzbecken verglichen (Tab. 9).

Tab. 9: Vergleich ausgesuchter Parameter von Tiebel inkl. Pumpwässer und Absetztbecken.

2018 Parameter	MW Tiebel	MW Becken
Gesamt-Phosphor [mg/l]	0,102	0,063
Phosphat-Phosphor [mg/l]	0,039	0,005
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0,495	0,070
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0,921	0,526
Abfiltrierbare Stoffe [mg/l]	20,246	14,895
TOC [mg/l]	4,599	3,765
BSB5 [mg/l]	0,995	3,238

Die Ergebnisse veranschaulichen, dass im Jahr 2018 die mittleren Konzentrationen an Gesamt-Phosphor, Phosphat-Phosphor, Nitrat-, Ammonium-Stickstoff, Abfiltrierbare Stoffe und Gesamtorganischer Kohlenstoff (TOC) in den Absetzbecken deutlich geringer waren als die für diesen Zeitraum errechneten Konzentrationen der Tiebel. Einzig beim Parameter BSB5, biochemischer Sauerstoffbedarf, war es umgekehrt. Hierbei ist anzumerken, dass der BSB5 eines stehenden Gewässers im Regelfall höher ist als in Fließgewässern.

Im Jahr 2019, in dem die Tiebel bereits gänzlich über die Absetzbecken floss, war es wichtig festzustellen, ob durch die Becken eine Rückhaltefunktion von Nähr- und Schwebstoffen gegeben ist. Dazu wurden die Werte der Tiebel vor den Absetzbecken inklusive der Pumpwässer mit denen der Tiebel nach den Absetzbecken bzw. vor der Mündung in den Ossiacher See verglichen (Tab. 10).

Tab. 10: Vergleich Tiebel inkl. Pumpwässer vor und nach den Absetztbecken.

2019 Parameter	Tiebel vor Becken	Tiebel nach Becken
Gesamt-Phosphor [mg/l]	0,066	0,048
Phosphat-Phosphor [mg/l]	0,035	0,005
Ammonium-Stickstoff [mg/l]	0,332	0,077
Nitrat-Stickstoff [mg/l]	0,807	0,698
Abfiltrierbare Stoffe [mg/l]	8,611	16,1
TOC [mg/l]	3,413	3,309
BSB5 [mg/l]	1,659	1,954

Bei den Parametern Gesamt-Phosphor, Phosphat-Phosphor, Ammonium- und Nitrat-Stickstoff und beim TOC waren die Werte der Tiebel vor den Becken deutlich höher als danach. Nur bei den abfiltrierbaren Stoffen war es umgekehrt. Hier war der Wert vor der Mündung in den Ossiacher See doppelt so hoch.

Besondere Ereignisse

Im Jahr 2019 wurden an den Kärntner Seen wieder einige Besonderheiten gesichtet, welche sich bei genauerer Betrachtung als natürliche Erscheinungen an Stillgewässern herausstellten. Im jahreszeitlichen Kreislauf und je nach der jeweiligen Wettersituation kommt es in Gewässern immer wieder zu Prozessen (Nährstoffumverteilungen), die letztendlich für diese „Besonderen Ereignisse“ verantwortlich sind.

Mitte Februar beobachtete eine Spaziergängerin eine blutrote Färbung der Gewässeroberfläche im Uferbereich des Wörthersees und entnahm eine Probe zur Analyse. Die mikroskopische Analyse des stark rot gefärbten Wassers zeigte ein massenhaftes Vorkommen von *Planktothrix rubescens*, der sogenannten Burgunderblutalge, die saisonal zu einer Rotfärbung des Wassers, mitunter auch des Eises führen kann.

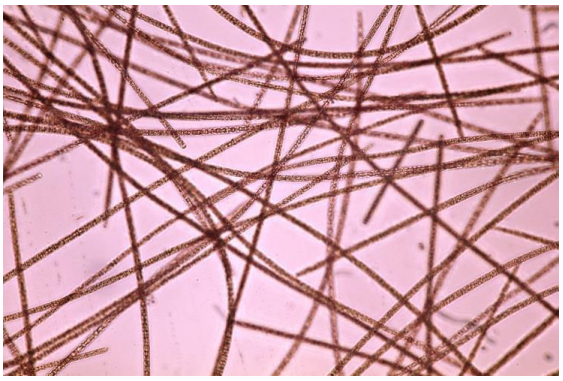


Abb. 12: *Planktothrix rubescens* (Foto: KIS).

Dieses Phänomen tritt sehr häufig in der kühleren Jahreszeit, besonders nach Eis- und Schneeschmelze im Wörthersee auf und wird von Beobachtern leicht als „Verunreinigung“ interpretiert.

Anfang März war am Längsee ein Oberflächenfilm zu beobachten. Die analysierte Probe bestand hauptsächlich aus *Planktothrix rubescens*, derselben fädigen Blaualgenart, die auch im Februar am Wörthersee beobachtet wurde. Nach dem Schmelzen der Eisdecke wurde mit einsetzender tiefgreifender Durchmischung des Sees unter anderem dieses rötlich gefärbte Cyanobakterium an die Oberfläche verfrachtet. Die Probe war durch die Tätigkeit von saprophytischen Pilzen, die organische Substanz abbauen, bereits weißlich gefärbt.

Abb. 13: Von saprophytischen Pilze zersetzte *Plankthotrix rubescens* (Foto: KIS).

Mitte Juni waren, ebenfalls am Längsee, großflächig und wolkenförmig schwarze Punkte im Seewasser zu sehen. Diese wurden durch ein Massenauftreten des purpurn bis violett gefärbten Trompetentierchens, *Stentor amethystinus,* hervorgerufen.

Dieser heterotriche Ciliat (Wimpertierchen) wird bis zu 0,5 Millimeter groß und ist daher bereits mit freiem Auge als Pünktchen erkennbar. Trompetentierchen sind ursprünglich festsitzend und haften mit einem Fuß-Organell auf verschiedenen Substraten in Süßgewässern. Bei Massenvorkommen lösen sie sich ab und kontrahieren sich zu kleinen Kugeln, die dann planktisch leben. Sie ernähren sich von Bakterien sowie anderen kleinen Einzellern, Ciliaten und Flagellaten, die mit Hilfe des Wimpernkranzes zur Mundöffnung (Cytostom) transportiert werden. Die rötliche Färbung wird durch pellikuläre Granula verursacht. Die grünlichen Kugeln im Inneren sind Algen, mit denen der Ciliat in Symbiose lebt. Massen von *Stentor amethystinus* treten gelegentlich im Frühjahr und Frühsommer in stehenden Gewässern auf, wenn die Nährstoff-Konzentrationen leicht erhöht sind.

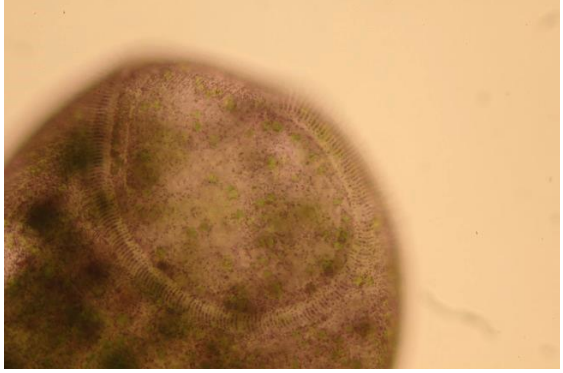


Abb. 14: *Stentor amethystinus* (Foto KIS).

Ende Oktober war am Klopeiner See ein dunkler, ölhaltiger Film an der Gewässeroberfläche aufgetreten. In der gezogenen Probe wurden mit Häufigkeitsstufe 4 von 5 spiralartig gewundene Fäden von Blaualgen (Cyanophyceae) der Gattung *Anabaena* nachgewiesen. Weitere Cyanobakterien-Arten wie *Microcystis flos-aquae* und *Woronichinia naegeliana* kamen in wesentlich geringeren Mengen vor („selten“).

Zwischen den Blaualgenfäden traten regelmäßig (Häufigkeit 3 – 4) die auffallend orangebraunen Kolonien der Trauben-Grünalge *Botryococcus braunii* auf. Diese Grünalgen-Art kommt im Plankton von eher nährstoffärmeren Gewässern vor. Die jungen Zellen dieser Alge sind vorerst grün gefärbt. Mit der Zeit bilden sie neben Stärke auch ein rötliches Öl, wodurch sich die Zellen gelbbraun bis orangerot verfärben. Diese Ölkugeln können fast die ganze Zelle ausfüllen und auch reichlich in den Gallerttrichtern vorkommen. Infolge ihres hohen Ölgehaltes steigen die Kolonien zur Wasseroberfläche auf und können hier zu Wasserblüten führen.

Die Öltröpfchen werden schließlich ausgeschieden und abgebaut. Das vermehrte Vorkommen dieser Algenart könnte für den im Klopeiner See beobachteten, ölartigen Oberflächenfilm verantwortlich gewesen sein.

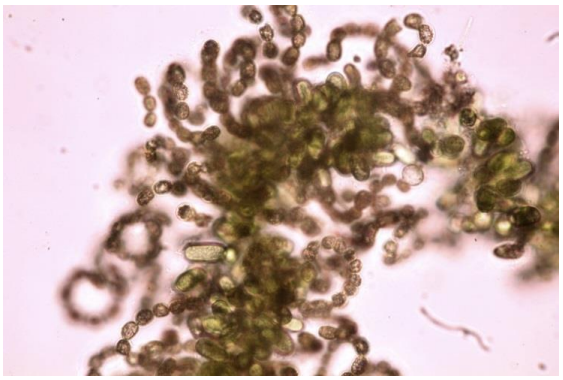


Abb. 15: *Anabaena lemmermannii* Foto (KIS).

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Anzahl Kärntner Seen je Trophieklasse. 4
Tab. 2: Trophie-Einstufung der Kärntner Seen im Jahr 2019. 5
Tab. 3: Trophie-Einstufung der Kärntner Seen im 3-Jahresvergleich 2017-2019. 6
Tab. 4: Ökologischer Zustand – Phytoplankton; 2019 und 3-Jahresmittel 2017-2019. 7
Tab. 5: Ökologischer Zustand - Allgemein physikalisch-chemische Parameter; 3-Jahresmittel 2017-2019. 9
Tab. 6: Ökologischer Zustand - Makrophyten und Fische. 10
Tab. 7: Anzahl 2019 entnommener Proben. 10
Tab. 8: Betriebsstunden des Mähbootes im Vergleich von 2016 bis 2018. 21
Tab. 9: Vergleich ausgesuchter Parameter von Tiebel inkl. Pumpwässer und Absetztbecken. 23
Tab. 10: Vergleich Tiebel inkl. Pumpwässer vor und nach den Absetztbecken. 23

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Sichttiefenmessung mit Secchi-Scheibe. 11
Abb. 2: Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und Sichttiefen (m) aller untersuchten Seen 2019. 12
Abb. 3: Phytoplankton-Biovolumen (mm³/l), Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) im Epilimnion (0–max.6m) und Sichttiefen (m) 2019. 13
Abb. 4: Räumliche Verteilung der Jahresmittelwerte von Lufttemperatur, Niederschlagssumme und Sonnenscheindauer, angegeben als Absolutwerte (links) und als Abweichungen zum jeweiligen Mittelwert in der Referenzperiode 1961-1990 (rechts). 14
Abb. 5: Durchschnittliche Oberflächentemperaur aller untersuchten Seen von 1996-2019. 15
Abb. 6: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1981 bis 2010 und Tagesmittel von 2019 (rote Linie); von oben: Faaker See, Millstätter See, Weißensee. 16
Abb. 7: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wassertemperaturen von 1981 bis 2010 und Tagesmittel von 2018 (rote Linie); von oben: Klopeiner See, Ossiacher See, Wörthersee. 17
Abb. 8: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1980 bis 2019 und Tagesmittel von 2019 (dunkelblau); von oben: Faaker See, Millstätter See, Weißensee. 18
Abb. 9: Mittleres, minimales und maximales Tagesmittel (---) der Wasserstände von 1980 bis 2010 und Tagesmittel von 2019 (dunkelblau); von oben: Klopeiner See, Ossiacher See, Wörthersee. 19
Abb. 10: Betriebsstunden des Mähbootes ab 2003. 21
Abb. 11: Vergleich der Gesamt-Phosphor-Konzentration (µg/l) und Sauerstoffsättigung (%) im Absetzbecken Süd und Nord. 22
Abb. 12: *Planktothrix rubescens* (Foto: KIS). 23
Abb. 13: Von saprophytischen Pilze zersetzte *Plankthotrix rubescens* (Foto: KIS). 24
Abb. 14: *Stentor amethystinus* (Foto KIS). 24
Abb. 15: *Anabaena lemmermannii* Foto (KIS). 24

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