

# Veränderung der Wasserpflanzenbestände im Weißensee (Kärnten).

Ein Vergleich der Erhebungen von 2003 mit den Erhebungen von 2016–2018

Von Ulrike PROCHINIG

## Zusammenfassung

2003 wurde der Weißensee von der Firma SYSTEMA nach den Vorgaben der Wasserrahmen-Richtlinie (WRRL) auf seinen Makrophytenbestand hin untersucht und mit sehr gut bewertet. In den Jahren 2016–2018 erfolgten weitere Untersuchungen in ausgewählten Transekten des Weißensees durch das Kärntner Institut für Seenforschung (KIS). Beim Vergleich der Ergebnisse stellte sich heraus, dass es vor allem in der Flachwasserzone zu markanten Veränderungen kam. Es konnte eine Artenverschiebung von den Armelechteralgen (Niedere Pflanzen) hin zu den Höheren Pflanzen festgehalten werden. Die Characeen (Armelechteralgen) des Flachwassers waren kaum bis gar nicht mehr nachweisbar, stattdessen nahm die Anzahl und Bewuchsdichte von Höheren Pflanzen zu. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich in den höheren Temperaturen im Flachwasser durch die Klimaerwärmung.

## Abstract

In 2003 there was an investigation in makrophytes in Lake Weißensee according to the Waterframework directive (WFD), made by SYSTEMA. The outcome of this investigation was the status „very good“. From the year 2016–2018 there were further investigations in makrophytes in different cutouts (sections) of Weißensee made by Kärntner Institut für Seenforschung (KIS). The outcome of these investigations showed that there was a shifting of different makrophytes especially in the shallow water. There were nearly no more Chara-species but spermatophytes increased. The reason therefore might be probably that the temperature get higher in the shallow water because of change in climate.

## Schlüsselwörter

Weißensee, Makrophyten, Wasserpflanzen, Transekte, Characeen, Spermatophyten, Temperatur, Schwebstoffe, Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

## Keywords

Lake Weißensee, makrophytes, investigation, cutout (section) Characeae, spermatophytes, cane brake, temperature, particulate material, Waterframework directive (WFD), plant cover.



Abb. 1: Weißensee mit Blickrichtung nach Osten.  
Foto: G. Santner

### Einleitung und Überblick der Probestellen

Die erste Makrophytenuntersuchung im Weißensee erfolgte von der Firma SYSTEMA, unter der Leitung von Frau Dr.<sup>in</sup> Karin Pall (PALL et al. 2003). Es wurden 26 Transekte festgelegt und betaucht, die Transekte 7, 8, 9, 10 und 11 als Referenztransekte ausgewählt. Die Auswertung ergab anhand des Qualitätselementes Makrophyten für den gesamten Weißensee den sehr guten Zustand.

Das Kärntner Institut für Seenforschung (KIS) beprobte von 2016–2018 den Weißensee hinsichtlich der Makrophyten. Dabei wurden ausgewählte Transekte betaucht: 2016 vier Messstellen, 2017 sieben Messstellen, 2018 13 Messstellen. Einen Überblick über die untersuchten Probestellen in den verschiedenen Untersuchungsjahren geben Abb. 2 und 3. Die Bestimmung erfolgte an Hand des Bestimmungsschlüssels für aquatische Makrophyten, Band 1 (VAN DE WEYER 2018).

Abb. 2:  
Weißensee – Lage  
der betauchten  
Transekte 2003  
(PALL et al. 2003)

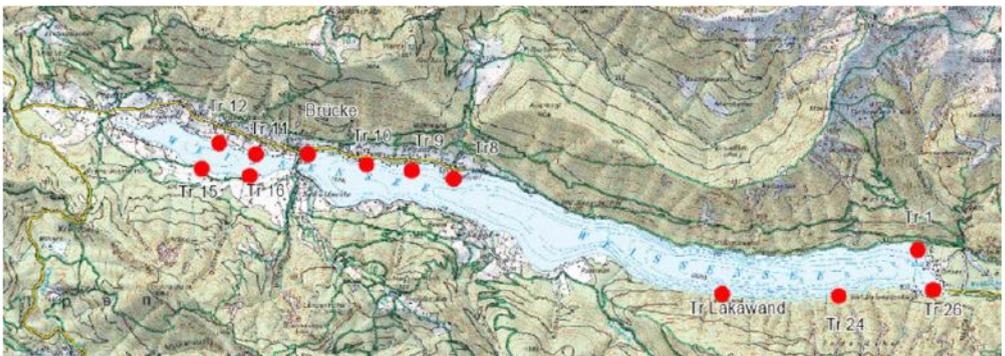


Abb. 3:  
Weißensee – Lage  
der betauchten  
Transekte 2018  
(KAGIS 2018)

### Methodik

Die Erhebung wurde nach dem „Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente Teil B3 – Makrophyten“ (PALL et al. 2015) durchgeführt. Es erfolgte keine gesamte neue Erhebung, es wurden einzelne ausgewählte Transekte betaucht. Aufgrund von fehlenden Grundlagendaten (Vorgabe Bund) fand keine Neubewertung der Transekte statt. Für die Ursachenanalyse der Veränderungen des Makrophytenbestandes wurden weitere limnologische Daten berücksichtigt.

Datum	Transektnummer	Zustand bzw. Prüfbericht (ohne Einstufung)
2003 (PALL et al.)	1 bis 26	sehr guter Zustand
2016 (KIS)	8, 10, 11, 16	Prüfbericht
2017 (KIS)	8, 9, 10, 11, 12, 15, 16	Prüfbericht
2018 (KIS)	1, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 24, 26, Lakawand und Bootshütte, Brücke Techendorf	Prüfbericht

Tab. 1: Anzahl der untersuchten Transekte in den einzelnen Untersuchungsjahren. 2003 wurden alle Transekte nach der QZV erhoben und eine Zustandsklasse ausgewiesen (bewertet). Bei den Untersuchungen 2016–2018 wurden einzelne Transekte nach der QZV erhoben, aber keine Zustandsklasse ausgewiesen. Das Ergebnis ist jeweils ein Prüfbericht.

### Beschreibung der abiotischen und biotischen Parameter (KÄRNTNER SEENBERICHT 2019)

Das Kärntner Institut für Seenforschung (KIS) beprobte den Weißensee limnologisch im Untersuchungsjahr 2018 an sechs Terminen. Mit äußerst geringen Nährstoff-Konzentrationen (deutlich unter 10 µg/l) sowohl im Epilimnion (0–6 m) als auch im Mixolimnion (0–80 m) entsprach der See der oligotrophen Nährstoffklasse.

Die Bewertung gemäß Qualitätszielverordnung (QZV) für Oberflächengewässer (BGBL. II NR. 99/2010) für das Qualitätselement Phytoplankton ergab sowohl für das Einzeljahr 2018 als auch im 3-Jahresmittel (2016–2018) den „sehr guten“ ökologischen Zustand. Hinsichtlich der allgemein physikalisch-chemischen Parameter befanden sich die Sichttiefe und die Gesamt-Phosphor-Konzentration im Mixolimnion (0–60 m) in „sehr gutem“ Zustand. Die Ergebnisse für die hypolimnische Temperatur, Chlorid- und pH-Werte lagen innerhalb der Bandbreite für den „sehr guten“ und „guten“ Zustand.

### Abfiltrierbare Stoffe und Trübung (KÄRNTNER SEENBERICHT 2019)

Die abfiltrierbaren Stoffe wurden insbesondere hinsichtlich der Weißensee-Schifffahrt untersucht. Alle Schifffahrtslinien verkehren nur im Ostbecken. Im Westbecken wurde im Mai und Juni 2018 gemessen. Hier lagen die Werte zwischen 1,6–11 mg/l.

Im Ostbecken wurde an zehn Stellen, davon zwei Referenzstellen, die unbeeinflusst von der Schifffahrt waren, untersucht. Die Werte lagen zwischen 0,5 und 4,4 mg/l. Ausreißer gab es bei den Stellen Techendorf Brücke 1 und Neusach Seefriede 2, das sind Wendelplätze der Alpenperle. An diesen Stellen wurden vereinzelt erhöhte Werte im Sommer (Schifffahrtsaison) gemessen. Diese lagen bei 28 und 68 mg/l.

Im Vergleich Westbecken zu Ostbecken ist zu erkennen, dass im Westbecken im Durchschnitt höhere Werte der abfiltrierbaren Stoffe zu verzeichnen waren. Es lässt sich kein Hinweis auf eine Trübung durch die Schifffahrt im Westbecken ableiten.

### Limnologische Untersuchungen

2003, 2016 und 2017 wurde das Westbecken anhand der Gesamt-Phosphor-Konzentrationen (über 10 bzw. über 12  $\mu\text{g/l}$ ) und der Phytoplankton- (PHP-) Biovolumina (1,0–1,12  $\text{mm}^3/\text{l}$ ) jeweils als schwach mesotroph eingestuft. Nur 2018 lag die Gesamt-Phosphor-Konzentration unter 10  $\mu\text{g/l}$  und das PHP-Biovolumen noch im oligotrophen Bereich unter 1  $\text{mm}^3/\text{l}$ .

Im Ostbecken waren die Gesamt-Phosphor-Konzentrationen 2018 unter 5  $\mu\text{g/l}$  im Epilimnion. Auch das PHP-Biovolumen lag im oligotrophen Bereich mit 0,472  $\text{mm}^3/\text{l}$  und Chlorophyll a bei 1  $\mu\text{g/l}$ .

Generell ist im Westbecken ein Anstieg des Phosphors zu erkennen. Hier gibt es immer wieder Termine, die einen Phosphorgehalt von über 10  $\mu\text{g/l}$  erreichen und daher schon im schwach mesotrophen Bereich liegen. Das bedeutet, dass ein höherer Nährstoffgehalt für die Pflanzen zur Verfügung steht, aber auch die Trübung durch die vermehrte Algenproduktion im Vergleich zum Ostbecken höher ist und daher die Lichtverhältnisse für die Höheren Pflanzen niedriger sind. Die Ursachen dafür sind nicht bekannt. Es gibt keine anthropogenen Einflüsse im Einzugsgebiet des Sees, außer einer generellen Temperaturerhöhung durch den Klimawandel (Abb. 4).

### Temperatur

Abbildung 4 zeigt die Zeitreihe der Temperaturmittelwerte 1910–2018, welche dem Kärntner Seenbericht 2019 entnommen wurden (AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG 2019). Zwischen 1910 und 2018 werden die mittleren Temperaturmesswerte dargestellt. Bei allen drei Kurven (minimale, mittlere und maximale Temperatur) ist ein Anstieg der Temperatur, vor allem in den letzten Jahren erkennbar.

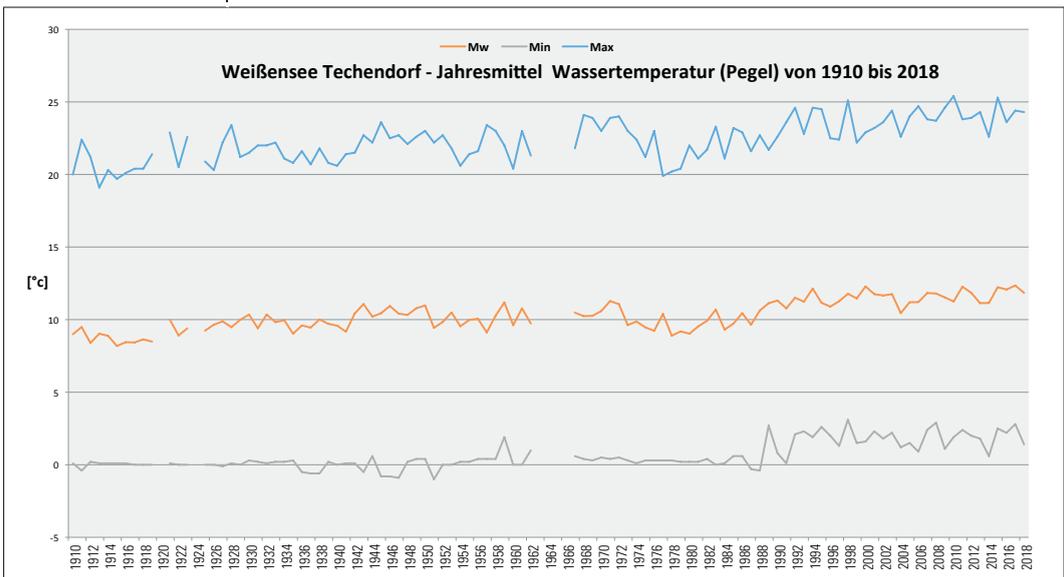


Abb. 4: Temperaturmittelwerte 1910–2018 AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG 2019)

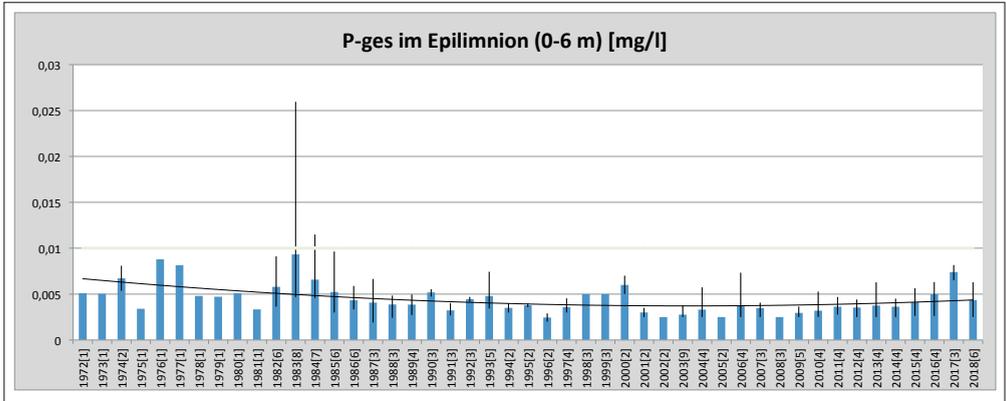


Abb. 5: Zeitreihe der Phosphor-Gesamtmenge im Epilimnion (grüne Linie: Grenzwert für oligotrophen Zustand und schwach mesotrophen Zustand im Epilimnion). Der Trend der Messwerte zeigt für die Phosphorkonzentration im Epilimnion keinen kontinuierlichen Anstieg. (AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG, 2019)

### Phosphor

Der Phosphorgehalt im Gewässer limitiert das Wachstum von Algen und Pflanzen und ist somit unter anderem ein Maß der „Sauberkeit“ eines Gewässers. Eine Temperaturschichtung stellt sich im Sommer und im Winter in Seen ein, im Frühjahr und Herbst zirkuliert der Wasserkörper, die Temperaturen sind in der Wassersäule einheitlich. Bedingt sind diese abwechselnden Phasen zwischen Zirkulation und Stagnation (geschichteter Wasserkörper) physikalisch durch die Temperatur und den Wind.

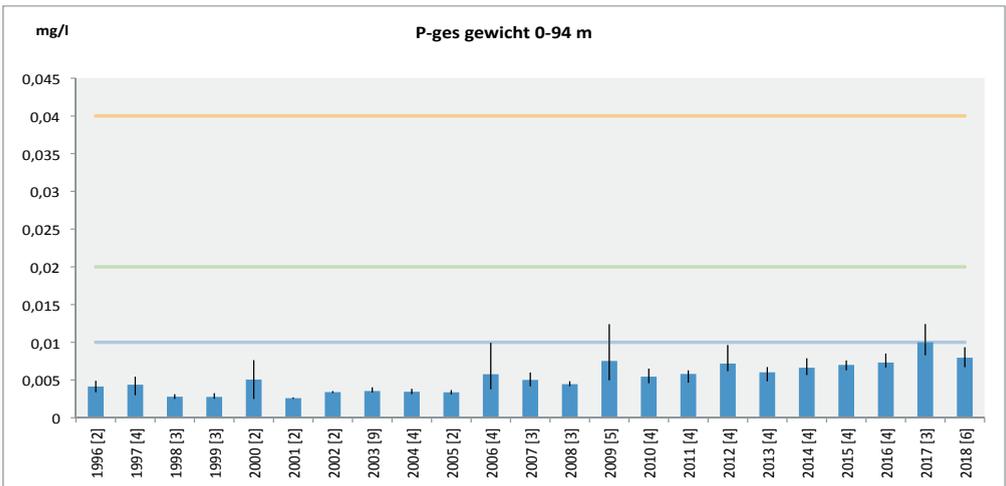


Abb. 6: Gewichtete Jahresmittelwerte der Gesamt-Phosphormenge (0–94 m) im gesamten Wasserkörper von 1996–2018 (Blaue Linie: Grenzwert für oligotrophen Zustand; grüne Linie: Grenzwert für schwach mesotrophen Zustand; orange Linie: Grenzwert für mesotrophen Zustand). Hier ist ein Anstieg des Phosphors zu erkennen. (AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG 2019).

Als Epilimnion bezeichnet man in der physikalischen Limnologie die obere erwärmte und stark bewegte Wasserschicht in einem geschichteten stehenden Gewässer (Stagnationsphase im Sommer). Das Epilimnion ist durch die Sprungschicht, dem Metalimnion, von der unteren Wasserschicht, dem Hypolimnion getrennt. Der Großteil der Wasserpflanzen wächst im Bereich des Epilimnions, nur der Bewuchs der Tiefenzone, sprich meistens nur die Characeenzone der Tiefe, reicht in die Sprungschicht (Metalimnion). Die Phosphorwerte des Epilimnions sind daher für die Wasserpflanzen die relevanten Werte. Im Winter ist das Wasser während der Stagnationsphase von oberflächlich 0 °C (Eis)–4 °C in der Tiefe geschichtet. Das 4-gradige Wasser ist am schwersten und befindet sich daher in der Tiefe. Diese Eigenschaft des Wassers nennt man die Anomalie des Wassers.

Ein Anstieg des Gesamt-Phosphors im ganzen Wasserkörper im Trend bis 2018 bedeutet aber nicht automatisch, dass der Phosphoreintrag zugenommen hat. Dieser Umstand kann auch in den veränderten Zirkulationsprozessen begründet sein. Es sind längere Stagnationsphasen in den letzten Jahren gemessen worden. Diese hängen mit dem Klima, also den höheren Temperaturen zusammen. Durch die längeren Stagnationsphasen, kann in der Tiefe bei fehlendem Sauerstoff mehr Phosphor aus dem Sediment zurück gelöst werden. Treten nämlich im Sediment anaerobe Verhältnisse auf, wird Eisen(III) zu Eisen(II) reduziert und das ursprünglich an Eisenhydroxid adsorbierte Phosphat muss gleichzeitig mit dem reduzierten Eisen in Lösung gehen. Insgesamt ist die Phosphormenge aber im Weißensee gering und der See entspricht der oligotrophen Nährstoffklasse.

### **Gegenüberstellung der Wasserpflanzenenerhebungen von 2003 mit 2016–2018**

Im Folgenden wird eine Auswahl an Transekten dargestellt.

#### Transekt 8 (Referenztransekt im Ostbecken, Techendorf)

In der Tabelle 2 sind die Veränderungen des Makrophytenbewuchses dokumentiert. Am auffälligsten sind die Veränderungen in der Flachwasserzone. *Chara polyacantha* (Flachwasserart) konnte hier seit 2016 nicht mehr nachgewiesen werden. In der Flachwasserzone fehlen die Characeen generell seit 2016 und im mittleren Tiefenbereich sind sie nur mehr in weniger dichter Ausprägung vorhanden. In beiden Zonen haben Spermatophyten stark zugenommen.

In der Tiefe zeigt sich ab 2017 *Nitella syncarpa*, 2017 von 9,5–15 m und 2018 *Nitella* sp. von 12–18 m. 2017 war *Nitella* die einzige Characeenart, 2018 wieder mit *Chara intermedia* und *Chara globularis* vergesellschaftet.

Im Bereich des Transekt 8 liegt die Schiffsanlegestelle.

#### Transekt 10 (Referenztransekt im Ostbecken, Techendorf)

In der Tabelle 3 sind die Veränderungen des Makrophytenbewuchses dokumentiert. Auch hier sind die auffälligsten Veränderungen in der Flachwasserzone zu erkennen. Es zeigt sich wie im Transekt 8 eine Abnahme der Characeen (vor allem das Verschwinden von *Chara polyacantha*)

Transect 8	2003			2016			2017			2018		
Characeenzone 1, Flachwasser	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten
		0,5-7	Cha pol (4)	Pot fil (2)	0-4	kein	Myr spi (2)	0-4	kein	Myr ver (2)	0-2	kein
						Myr ver (1)			Naj int (3)			Naj int (2-3)
						Naj int (2-3)			Pot fil (1)			Naj min (1)
						Pot pec (1)			Ran sp (1)			Pot cf b (1)
												Pot fil (2)
Characeenzone 2, mittlere Tiefe	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten
	8-10,5	Cha int (5)		4-6	Cha int (2)	Myr spi (1)	4-6	kein	Myr ver (1)	2-9	kein	kein
	10,5-12	Cha glo (4)			Cha glo (2)	Naj int (3)			Naj int (1)	9-12	Cha int (3)	kein
				6-8	Cha int (3)	Pot pec (1)					Nit sp (3)	
					Cha glo (3)		6-9,5	kein	Myr spi (1)			
Characeenzone 3, der Tiefe	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten
	12-17	Cha glo (5)		8-12	Cha int (5)		9,5-15	Nit syn (5)		12-18	Cha glo (5)	
											Nit sp (5)	

**Tab. 2:** Artenverteilung in den Characeenzonen, Transect 8 (in Klammern ist eine mittlere geschätzte Häufigkeit angegeben). MPH-Arten = Makrophytenarten. Häufigkeit nach KOHLER (1978): 5 = massenhaft, 4 = häufig, 3 = regelmäßig, 2 = selten, 1 = vereinzelt. (Cha glo = *Chara globularis*, Cha int = *Chara intermedia*, Cha pol = *Chara polyacantha*, Nit syn = *Nitella syncarpa*, Myr spi = *Myriophyllum spicatum*, Myr vert = *Myriophyllum verticillatum*, Naj int = *Najas intermedia*, Pot fil = *Potamogeton filiformis*).

Transect 10	2003			2016			2017			2018		
Characeenzone 1, Flachwasser	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten
		0-3		Pot fil (3)	0-3	kein	Myr ver(1)	0-5	kein	Myr spi (2)	0-2	Cha con (1)
						Naj int (3)			Myr ver (2)			Pot pec (1)
	3-9	Cha pol (5)	kein	3-9	Cha int (1)	Myr ver(1)			Naj int (4)			Pot fil (3)
						Naj int (2)	5-8	Cha int (1)	Myr spi (1)	2-5		Ran tri (1)
Characeenzone 2, mittlere Tiefe	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten
	9-12	Cha int (4)		9-12	Nit syn (5)		8-10	Cha int (1)	kein	5-9	Cha con (3)	kein
		Cha glob (2)			Tiefenzone?							
Characeenzone 3, der Tiefe	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten
	12-16	Nit syn (5)		12-15	Nit syn (5)		10-12	Nit syn (5)	Myr spi	9-13	Nit syn (5)	

**Tab. 3:** Artenverteilung in den Characeenzonen, Transect 10 (in Klammern ist eine mittlere geschätzte Häufigkeit angegeben). Häufigkeit nach KOHLER (1978): 5 = massenhaft, 4 = häufig, 3 = regelmäßig, 2 = selten, 1 = vereinzelt (Cha con = *Chara contraria*, Cha glo = *Chara globularis*, Cha int = *Chara intermedia*, Cha pol = *Chara polyacantha*, Nit syn = *Nitella syncarpa*, Myr spi = *Myriophyllum spicatum*, Myr vert = *Myriophyllum verticillatum*, Naj int = *Najas intermedia*, Pot cf. b = *Potamogeton cf. berchtoldii*, Pot fil = *Potamogeton filiformis*, Ran tri = *Ranunculus trichophyllus*).

Transekt 11	2003			2016			2017			2018		
Characeenzone 1, Flachwasser	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten	m	Chara-Arten	MPH-Arten
	0-4	Cha int (4)	Myr spi (2)	0-4	Cha int (5)	Myr ver (4)	0-4	Cha tom (1)	Myr spi (2)	0-4	kein	Myr spi (2)
		Cha tom (4)	Myr ver(1)			Naj int (2)		Cha int (1)	Myr ver (2-3)			Myr ver (1)
			Nup lut (1)			Naj mar (1)			Naj int (4)			Naj int (1-2)
			Pot fil (2)									Nup lut (2)

**Tab. 4:** Artenverteilung in den Characeenzonen, Transekt 11 (in Klammern ist eine mittlere geschätzte Häufigkeit angegeben). Häufigkeit nach KOHLER (1978): 5 = massenhaft, 4 = häufig, 3 = regelmäßig, 2 = selten, 1 = vereinzelt, (Cha int = *Chara intermedia*, Cha tom = *Chara tomentosa*, Myr spi = *Myriophyllum spicatum*, Myr vert = *Myriophyllum verticillatum*, Naj int = *Najas intermedia*, Pot fil = *Potamogeton filiformis*, Nup lut = *Nuphar lutea*).

und eine Zunahme der Spermatophyten im Flachwasserbereich und in mittlerer Tiefe.

Die Artenverteilung innerhalb der Characeen: *Chara intermedia* und *Chara globularis* sind relativ konstant. *Chara contraria* im Flachwasser und *Nitella* sp. in der Tiefe haben gegenüber 2003 zugenommen. *Chara intermedia* ist in flachere Bereiche gerückt.

#### Transekt 11 (Referenztransekt im Westbecken)

Zusammengefasst ist im Transekt 11 eine Artenverschiebung von den Characeen zu Spermatophyten insbesondere *Najas intermedia* erkennbar, die 2017 über die ganze Fläche den Bewuchs dominierte und zum Teil sehr hohe Wuchshöhen (bis zu 50 cm) erreichte. 2018 war dieser dichte Bestand wieder auf PM (Pflanzenmenge) von 1–2 reduziert. Es ist bekannt, dass *Najas marina* var. *intermedia* in vielen Seen Mitteleuropas seit einigen Jahren verstärkt auftritt (als wahrscheinliche Ursache wird hier bereits der Klimawandel angeführt (WERNER & HESSEL-SCHWERDT 2015)).

*Myriophyllum spicatum*, das 2016 nicht nachgewiesen wurde, war hinsichtlich der Pflanzenmengen 2017 und 2018 wieder auf dem Niveau von 2003. *Myriophyllum verticillatum* zeigte den Entwicklungshöhepunkt 2016 mit teilweise massenhaftem Vorkommen und ging 2017 und 2018 kontinuierlich zurück. *Najas marina* var. *intermedia* bildete 2017 große Pflanzenmengen und war 2018 nur mehr vereinzelt bis selten vorhanden. *Chara intermedia*, die 2016 noch einen guten Bestand bildete, und *Chara tomentosa* kamen 2017 noch mit der Häufigkeit 1 vor, während 2018 keine Characeen mehr nachweisbar waren.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Characeen (*Chara tomentosa* und *Chara intermedia*) kontinuierlich abgenommen haben und 2018 gar nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Das 2016 vor allem in der Tiefe vorhandene *Myriophyllum verticillatum* konnte 2018 nur vereinzelt gefunden werden. Hier ist eine massive Reduzierung der gesamten Makrophytenvegetation zu erkennen. Diese Makrophytenreduzierung gilt für das gesamte Westbecken. Die limnologischen Untersuchungen zeigten im gesamten Westbecken 2018 etwas höhere Werte bei den abfiltrierbaren Stoffen und beim Phosphor.

### Zusammenfassung und Diskussion

Die Gegenüberstellung der Untersuchungen aus dem Jahr 2003 mit den Jahren 2016–2018 zeigt Verschiebungen in der Artenzusammensetzung und auch in der Bewuchsdichte- und tiefe der Wasserpflanzen. Tabellarisch kann folgendes festgehalten werden:

- Massive Veränderungen im Westbecken: Verschwinden der Characeen, *Potamogeton natans* und Rückgang von *Myriophyllum verticillatum*.
- Genereller Rückgang der Characeen im Flachwasserbereich und zum Teil in der Characeenzone der mittleren Tiefe.
- Generelle Zunahme der Spermatophyten (vor allem *Najas intermedia* und *Myriophyllum spicatum*) im Flachwasser und in der mittleren Tiefe. Es ist bekannt, dass *Najas marina* var. *intermedia* in vielen Seen Mitteleuropas seit einigen Jahren verstärkt auftritt (als wahrscheinliche Ursache wird hier bereits der Klimawandel angeführt (WERNER & HESSELSCHWERDT 2015)).
- Nachweis von *Hippuris vulgaris*, *Najas minor*, *Ranunculus* cf. *trichophyllus* und *Ranunculus* sp., *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton berchtoldii* (eher mesotrophe Arten) in den späteren Jahren. Diese Arten konnten 2003 nicht nachgewiesen werden.
- Stabile Characeenpopulationen in der Tiefe, Ausbreitung des *Nitella*-Rasens
- Kein Nachweis mehr der *Chara polyacantha* und *Chara hispida*, nur mehr Einzelnachweis von *Chara tomentosa*
- Nachweis von *Chara contraria* seit 2017 (im Flachwasser, mesotrophe Art)
- Auch am Artenvorkommen ist insgesamt ein Hinweis für eine Temperaturerhöhung, die zu einer Ankurbelung des Stoffwechsels und dadurch wieder zu einer schnelleren Verfügbarkeit der Nährstoffe führt, zu erkennen. Insgesamt kommt es dadurch zu einer leichten „Eutrophierungserscheinung“, obwohl die Gesamtphosphorwerte im Epilimnion nicht gestiegen sind. Daraus lässt sich auch das Auftreten von einigen weniger eher mesotrophen Arten und generell die Zunahme von Spermatophyten ableiten.

### Mögliche Ursachen für die Veränderungen im Wasserpflanzenbestand

- Eine **Temperaturerhöhung** hat besonders auf die Armelechteralgen Auswirkungen. Wie bereits erwähnt sind die höheren Pflanzen bei größeren Temperaturen konkurrenzfähiger. Durch die Temperaturerhöhung sind die Nährstoffe wieder schneller verfügbar. Ein schnellerer Stoffumsatz wirkt leicht eutrophierend.
- Die **Trübung** hat im Westbecken etwas zugenommen. Dies kann Auswirkungen auf die Armelechteralgen haben. Die Ursache der Trübung ist nicht bekannt.
- Die **Nährstoffzunahme** im Westbecken: Die Phosphorwerte erreichen an einigen Beprobungsterminen den schwach mesotrophen Zustand.
- Die **Trübung** ist punktuell im Sommer, im Vergleich zu den übrigen Beprobungsterminen, generell etwas erhöht, nicht nur an den Anlegestellen der Schiffe.  
Erhöhte Werte bei den abfiltrierbaren Stoffen fanden sich im Westbecken am 23. Mai 2018. Im Ostbecken ergaben sich erhöhte Messwerte

am 9. August 2017; bei der Brücke 1 in Techendorf lag mit 68 mg/l der höchste gemessene Wert. Weitere leicht erhöhte Werte waren am 21. Juni 2017 bei der Brücke 1 und bei der Brücke 2 am 21. Juni 2018 messbar. Generell erhöhte Messwerte gab es am 9. August 2017 bei allen Messstellen, auch bei den von der Schifffahrt unbeeinflussten Stellen. Der Grund für die erhöhten Werte, abgesehen vom Ausreißer bei der Brücke 1 in Techendorf, könnte aber auch an einem Starkregenereignis liegen. Die Werte von Mai und November waren generell niedriger. Die Trübungsmessungen zeigen keinen direkten Zusammenhang mit der Schifffahrt, dies lässt sich nur punktuell ableiten. Die Veränderungen des Wasserpflanzenbewuchses lassen sich daher auch nicht generell mit der Schifffahrt in Zusammenhang bringen. Die Veränderungen betreffen die Flachwasserbereiche des ganzen Sees, also auch Bereiche wo keine Schiffe verkehren. Dies gilt ebenso für das Westbecken, hier gibt es keine Linienschifffahrt.

Ein direkter Zusammenhang des Rückgangs der Armelechteralgen im Flachwasserbereich mit der Weißenseeperle kann also nicht eindeutig nachgewiesen werden. Allerdings ist sicher, dass der Hybridantrieb des Schiffes bei den Anlegestellen sehr viel Sediment aufwirbelt und dadurch punktuell Einfluss auf den Bewuchs hat. Der Rückgang der Armelechteralgen im Flachwasserbereich betrifft aber fast alle untersuchten Transekte, auch jene die nicht von der Schifffahrt betroffen sind (Transect 1 und 24 und Lakawand).

- Ein Nährstoffeintrag durch **Boilies** durch **Anfütterung** von Fischen ist möglich. Dies würde sich besonders im flachen Westbecken auswirken.
- Veränderungen durch **Fischbesatz**: Auswirkungen auf den Makrophytenbestand sind auch möglich durch Besatz von pflanzenfressenden Fischarten wie z. B. Amurkarpfen. Der Besatz dieser ausländischen Fischart ist jedoch verboten. Laut Auskunft von Fischern gibt es Amurkarpfen im Weißensee. Wichtig wäre die Entnahme dieser Fische.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass alle diese Faktoren gemeinsam Auswirkungen auf den Makrophytenbestand (wie Rückgang der Armelechteralgen und Rückgang anderer Makrophytenarten wie *Myriophyllum verticillatum* und *Potamogeton natans* und auf ein Erscheinen von Arten, die etwas höheren Nährstoffgehalt und höhere Temperaturen bevorzugen) einwirken.

Stand 2019	Mögliche Belastung
Nährstoffeintrag und Trübung	ja
Zubringerbäche Neusacher Bach (Mühlbach) und Zubringer Praditz	kein Hinweis
Starkes Wachstum von konkurrierenden Pflanzen	ja
Freizeitnutzung (Wassersport, Schiffsverkehr etc.)	nicht eindeutig
Intensive fischereiliche Nutzung (Anfüttern mit Boilies von Karpfen, Brachsen, Rotaugen, u. a.), Fischbesatz	punktuell wahrscheinlich, v. a. im Westbecken
Temperaturerhöhung (Klimawandel)	ja
Vergleich Schilfbestand mit Orthofoto (KAGIS) 2013, 2015 und 2018 (Unwetter)	kein Hinweis

Tab. 5:  
Übersicht möglicher Belastungen bzw. Wirkfaktoren auf den Makrophytenbestand.

Arten	RL Ö	RL K	PALL et al. 2003	KIS 2016	KIS 2017	KIS 2018
<b>Röhricht</b>						
<i>Carex</i> sp. L.			+			+
<i>Cladium mariscus</i> (L.) POHL	3		+			
<i>Juncus</i> sp.						+
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	3	3	+			+
<i>Phragmites australis</i> (CAVANILLES) TRINIUS ex STREUDL			+++	+++	+++	+++
<i>Schoenoplectus lacustris</i> (L.) PALL et al.		reg. WO	+		+	+
<i>Typha angustifolia</i> L.			+			+
<i>Typha latifolia</i> L.						+
<b>Bryophyta</b>						
<i>Neckera crispa</i> HEDW.						+
<b>Pteridophyta</b>						
<i>Thelypteris palustris</i> SCHOTT						+
<b>Schwimblattpflanzen</b>						
<i>Nymphaea alba</i> L.	3r!	3				+
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm	3	3	+	+	+	+
<i>Potamogeton natans</i> L.	r		+	+		
<b>Spermatophyta</b>						
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	3					+
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	r	reg: SP, HE,	+	+	++	+++
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	3	reg: SP, HE, VL	+	+++	++(+)	+
<i>Najas marina</i> L. ( <i>Najas major</i> )				+		
<i>Najas marina</i> var. <i>intermedia</i> WOLFGANG ex GORSKI in Eichenwald ( <i>Najas marina</i> )				+	+++	+++
<i>Najas minor</i> L.	2r!	2				+
<i>Potamogeton</i> cf. <i>berchtoldii</i> FIEBER						+
<i>Potamogeton crispus</i> L.			+			
<i>Potamogeton filiformis</i> Person ( <i>Stuckenia filiformis</i> )	2		+		+++	+
<i>Potamogeton pectinatus</i> L. ( <i>Stuckenia pectinatus</i> )		reg. HE, SP		+		+
<i>Potamogeton pusillus</i> L. sec. DANDY et TAYLOR	3	3	+			
<i>Ranunculus</i> sp.					+	
<i>Ranunculus</i> cf. <i>trichophyllus</i> Caix	(3)					+
<b>Charophyta</b>						
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZING	*	*			+	+

Arten	RL Ö	RL K	Pall et al. 2003	KIS 2016	KIS 2017	KIS 2018
<i>Chara globularis</i> THUILLER	*	*	+++	+	++	+
<i>Chara hispida</i> THUILLER	*	*	+			
<i>Chara intermedia</i> A. BRAUN ( <i>Chara papillosa</i> )	*	*	+++	++	++	++(+)
<i>Chara polyacantha</i> A. BRAUN	*	*	++			
<i>Chara</i> sp.	*	*			+	
<i>Chara tomentosa</i> L.	*	*	+++		++	+
<i>Nitella</i> sp.	*	*		+		+
<i>Nitella syncarpa</i> (THUILLER) CHAVALLIER	*	*	++		++	++
<b>Artenzahl (Characeen in Klammer)</b>			19 (6)	11 (3)	14 (6)	24 (5)
<b>Untersuchte Transekte /Stellen</b>			26	5	7 (8)	11(12)

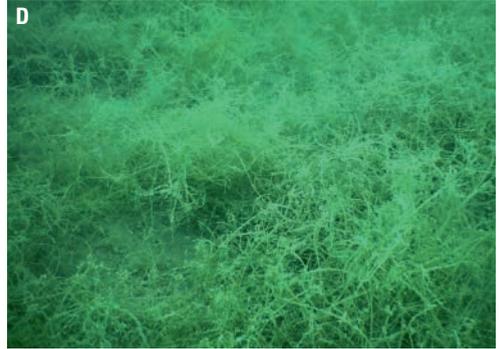
Tab. 6: Artenliste: in den einzelnen Untersuchungsjahren erhobene Arten mit Mengenschätzung (+: geringe Menge; ++: häufigeres Vorkommen; +++: massenhaftes Vorkommen). Rote Liste: 0 = ausgerottet, ausgestorben oder verschollen; 1 = vom Aussterben bedroht; 2 = stark gefährdet; 3 = gefährdet; reg = regional gefährdet (RL K); r! = regional stärker gefährdet (RLÖ). \* = Vertreter der Characeae sind generell als gefährdet einzustufen, reg = regional gefährdet. HE=Hermagor, SP = Spittal, VL = Villach Stadt und Villach Land, WO = Wolfsberg, wAlp = Westalpen, nVL = nördliches Vorland, Pann = Pannisches Gebiet

In Tabelle 6 sind die nachgewiesenen Arten mit einer Mengenschätzung in den einzelnen Untersuchungsjahren aufgelistet. 2003 wurden in 26 Transekten 19 Makrophytenarten, davon sechs Characeenarten vorgefunden. 2016 konnten elf Makrophytenarten, davon drei Characeenarten in fünf Transekten nachgewiesen werden. 2017 wurden 14 Makrophytenarten davon sechs Characeenarten (inclusive einer *Chara*-Art, die nicht näher bestimmt werden konnte) in sieben Transekten plus einer weiteren Probestelle determiniert und 2018 waren es 24 Makrophytenarten davon fünf Characeenarten (inclusive einer *Nitella*-Art, die nicht näher bestimmt werden konnte) in 11 Transekten und einer zusätzlichen Probestelle.

### Ausblick

Es sind weitere stichprobenartige Untersuchungen des Makrophyten-Bestandes im Weißensee geplant.

Abb. 7: A: Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*, Foto: „Weißenseefoto“), B: Teichrose (*Nuphar lutea*), C: Zerbrechliche Armleuchteralge (*Chara globularis*), D: Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge (*Nitella syncarpa*), E: Mittlere Armleuchteralge (*Chara intermedia* = *Chara papillosa*), F: Haar-Laichkraut (*Ptamogeton filiformis* = *Stuckenia filiformis*), G: Mittleres Nixkraut (*Najas marina* ssp. *intermedia* = *Najas marina*), H: Wirtel-Tausendblatt (*Myriophyllum verticillatum*). Fotos: Kärntner Institut für Seenforschung



## LITERATUR

- AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG (2019): Kärntner Seenbericht. – Kärntner Institut für Seenforschung: <https://kis.ktn.gv.at/>. (03.12.2020).
- BGBL. II NR. 99/2010 (2010): Qualitätszielverordnung für Oberflächengewässer. QZV -Ökologie: <https://www.ris.bka.gv.at/eli/bgbl/II/2010/99>
- KNILEY G., NIKLFELD H. & SCHRATT-EHRENDORFER L. (1995): Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen Kärntens. – Carinthia II, 185./105.: 353–392.
- KOHLER, A. (1978): Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen.- Landschaft und Stadt 10/2, Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co., 73-85.
- MELZER A. (1988): Der Makrophytenindex – eine biologische Methode zur Ermittlung von Nährstoffbelastung in Seen. – Habilitationsschrift TU München. 249 S.
- NICKELFELD H. & SCHRATT-EHRENDORFER L. (1999): Rote Listen gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen: 33–152. In: Nickelfeld H. et al. (1999): Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreich. – Grüne Reihe des Bundesministeriums f. UJF, Bd. 10, 2. Auflage. – austria medien service GmbH, Graz, 292 S.
- PALL K. & MAYERHOFER V. (2015): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente Teil B3 – Makrophyten: Jänner 2015. – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sektion IV.
- PALL K., MAYERHOFER V. & Mayerhofer S. (2003): Makrophytenkartierung Weißensee. – Unveröff. Bericht i. A. des Kärntner Instituts für Seenforschung, 50 S.
- VAN DE WEYER K., SCHMIDT C., KREIMEIER B., WASSONG D. (2018): Bestimmungsschlüssel für aquatische Makrophyten Band 1, 2. Auflage. – Land Brandenburg. Potsdam, 180 S.
- WERNER S. & HESSELSCHWERDT J. (2015): KLIWA – Einfluss des Klimawandels auf Seen. – Literaturobwertungsstudie. Herausgeber: KLIWA – Kooperationsvorhaben Klimaveränderung und Wasserwirtschaft. Auftraggeber und Projektbegleitung: Jochen Schaumburg, Bayerisches Landesamt für Umwelt Bernd Wahl, Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg Wolfgang Frey, Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz. 127 S.

**Anschrift  
der Autorin**

Mag.<sup>a</sup> Ulrike  
Prochinig,  
Flatschacher  
Straße 70,  
9020 Klagenfurt

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 2021

Band/Volume: [211\\_131\\_1](#)

Autor(en)/Author(s): Prochinig Ulrike

Artikel/Article: [Veränderung der Wasserpflanzenbestände im Weißensee \(Kärnten\). Ein Vergleich der Erhebungen von 2003 mit den Erhebungen von 2016-2018 135-148](#)