

Makrophytenkartierung Hallstätter See 2019

Bewertung nach WRRL – Bericht

Auftraggeber:



LAND
OBERÖSTERREICH

und

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



Projektleitung und -organisation:

Dr. Karin Pall

Verfasser:

Dr. Karin Pall
Bernhard Plachy MSc
Sascha Pall

Mitarbeiter:

Sara Moritsch MSc

Kartierungszeitraum:

August 2019

Abgabedatum:

Dezember 2020

Ansprechpartner Land Oberösterreich:

Dr. Hubert Blatterer

Ansprechpartner BMLRT:

Mag. Gisela Ofenböck



systema Bio- und Management Consulting GmbH.
Bensasteig 8, 1140 Wien
Tel.: 0043 - 1 - 419 90 90 Fax: DW 19
www.systema.at / e-mail: office@systema.at





INHALT

1	EINLEITUNG	3
2	DER HALLSTÄTTER SEE.....	4
2.1	LAGE UND ALLGEMEINE CHARAKTERISTIK	4
2.2	CHEMISCH-PHYSIKALISCHE VERHÄLTNISS E UND STATUS	7
2.2.1	Gesamtphosphor.....	8
2.2.2	Orthophosphat	9
2.2.3	Nitrat-Stickstoff	9
2.2.4	Ammonium-Stickstoff	10
2.2.5	Chlorid	11
2.2.6	Temperatur	11
2.2.7	pH-Wert.....	12
2.2.8	Sichttiefe	13
2.2.9	Chlorophyll-a	14
2.2.10	Phytoplankton Biovolumen.....	15
2.2.11	Status.....	15
3	METHODIK.....	16
3.1	FELDDARBEIT	16
3.1.1	Echosondierung.....	16
3.1.2	Makrophytenkartierung	17
3.2	AUSWERTUNG	20
3.2.1	Berechnung der Absoluten Pflanzenmenge.....	20
3.2.2	Ermittlung der Besiedelungsanteile	21
3.2.3	Ermittlung der Dominanzverhältnisse und der Tiefenpräferenzen	23
3.2.4	Berechnung der Frequenz	24
3.2.5	Berechnung der Vegetationsdichte.....	24
3.2.6	Kartographische Darstellung, Bilanzierungen	25
3.3	BEWERTUNG	25
4	ERGEBNISSE	28
4.1	ARTENSPEKTRUM	29
4.2	PFLANZENM ENGEN (APM & MAPM)	30
4.3	VEGETATIONSZUSAMMENSETZUNG UND DOMINANZVERHÄLTNISS E (RPM)	32



4.4	VERBREITUNG DER EINZELNEN ARTEN.....	35
4.4.1	Untergetauchte Vegetation	37
4.4.2	Röhrichtvegetation.....	99
4.5	VEGETATIONSAUSSTATTUNG DER EINZELNEN TRANSEKTE.....	116
4.5.1	Artenanzahl	116
4.5.2	Vegetationsdichte	117
4.5.3	Vegetationsgrenze.....	118
4.5.4	Vegetationszonierung	119
4.5.5	Makrophytenindex.....	120
5	BEWERTUNG NACH WRRL.....	121
5.1	BEWERTUNG DES ÖKOLOGISCHEN ZUSTANDS.....	121
5.1.1	Gesamtbewertung.....	122
5.1.2	Bewertung der einzelnen Transekte	123
6	ZUSAMMENFASSUNG.....	129
7	VERZEICHNISSE	132
7.1	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	132
7.2	TABELLENVERZEICHNIS	133
7.3	LITERATUR	134
7.4	INTERNETQUELLEN	139
7.5	BILDQUELLEN	139
8	ANHANG	140



1 EINLEITUNG

Die EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL; EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2000) dient dem EU-weiten Schutz der aquatischen Ökosysteme. Es wird das Ziel verfolgt, einen guten Zustand der Oberflächengewässer herbeizuführen und langfristig zu erhalten. Die Umsetzung dieser Richtlinie, die in Österreich durch die Gewässerzustandsüberwachungs-Verordnung (GZÜV; BGBl. Nr. 479/2006 i.d.g.F) geregelt ist, erfordert eine Untersuchung und Beurteilung unter anderem aller Stillgewässer ab einer Größe von 50 ha. Die Qualitätsbeurteilung erfolgt dabei anhand der im Gewässer lebenden Organismen. Eine der zur Bewertung des ökologischen Zustandes heranzuziehenden „Qualitätskomponenten“ ist die Makrophytenvegetation.

In Österreich wurden für die Makrophytenuntersuchungen in Seen gemäß WRRL spezielle Methoden entwickelt. Die Feldaufnahmen erfolgen durch eine Kombination von Echosondierung und Betauchung (JÄGER et al., 2002, 2004). Hierfür wird zunächst eine dGPS-gestützte Echosondierung der aquatischen Vegetation vorgenommen (Modul 1: Echosondierung nach DUMFARTH & PALL [2004]), auf deren Basis sodann die zur Bewertung nach WRRL erforderliche detaillierte Makrophytenkartierung mittels Betauchung erfolgen kann (Modul 2: Erhebung des Artbestands und der Abundanzen gemäß PALL [1996, 1999]). Auswertung und Bewertung (Modul 3) erfolgen nach PALL & MOSER (2009). Eine detaillierte Beschreibung der zur Erhebung des Qualitätselements Makrophyten anzuwendenden Methoden ist dem entsprechenden Leitfaden des Bundesministeriums zu entnehmen (BMLFUW, 2015 bzw. PALL & MAYERHOFER, 2015).

Die Bewertung der Seen hat gemäß den Vorgaben der WRRL gewässertypspezifisch zu erfolgen und zwar in der Weise, dass der aktuelle, meist vom Menschen deutlich beeinflusste, Zustand eines Gewässers mit dem, anthropogen weitestgehend unbeeinflussten, Referenzzustand verglichen werden muss. Hierzu ist die Kenntnis der gewässertypspezifischen Referenzbedingungen erforderlich. In Österreich konnten auf Basis ihrer Makrophytenvegetation elf Seentypen unterschieden werden (PALL et al., 2005). Es wird davon ausgegangen, dass innerhalb jedes dieser Seentypen zumindest in einzelnen Seen oder Teilbereichen einzelner Seen Referenzbedingungen vorgefunden werden können. Gemäß dem derzeitigen Untersuchungsstand sind die Referenzbedingungen allerdings erst für einige Seentypen bekannt und ausreichend abgesichert.

Der Hallstätter See zählt zum Makrophyten-Seentyp der „Seen der Nördlichen Kalkhochalpen <1.000 m ü.A.“ zu welcher folgende weitere Seen gehören: Achensee, Altausseer See, Grundlsee, Heiterwanger See, Hintersteiner See, Offensee, Plansee, Toplitzsee und Vorderer Gosausee. Umfassend hinsichtlich ihrer Makrophytenvegetation untersucht wurden aus dieser großen Gruppe bislang lediglich der Achensee, der Altausseer See, der Hintersteiner See und der Offensee. In diesen konnten allerdings, wie auch im Hallstätter See, in einigen Transekten Referenzbedingungen vorgefunden werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie beschreiben erstmals detailliert die aquatischen Vegetationsverhältnisse am Hallstätter See. Weiters konnte auf Basis der für diesen Seentyp letztgültig definierten Referenzbedingungen eine WRRL-konforme Bewertung des Sees anhand des Qualitätselements Makrophyten vorgenommen werden.

2 DER HALLSTÄTTER SEE

2.1 Lage und allgemeine Charakteristik

Der Hallstätter See ist ein auf 508 m ü.A. gelegener Trogtalsee, umfasst eine Fläche von 8,6 km² und befindet sich nördlich des Massivs des Hohen Dachsteins im oberösterreichischen Teil des Salzkammerguts (siehe Abb. 1). Geologisch ist sowohl das Einzugsgebiet (646 km²) als auch das Seebecken selbst dem Kalk zuzuordnen. Die meist steil abfallenden Ufer des Sees gehören zu den Hallstätter und Obertrauner Bergen (BAW, 2010). Die vorhandenen Flachufer befinden sich primär in den Bereichen des Zu- und Abflusses der Traun am südöstlichen bzw. nördlichen Seeufer.

Die Traun, die auch der größte Zubringer des Hallstätter Sees ist, trägt mit einem Abfluss von 35,4 m³/s, bei einem Seevolumen von 558 Mio. m³, maßgeblich zu einer Retentionszeit von lediglich 0,5 Jahren bei (BAW, 2010).

Die Landschaftscharakteristik des Einzugsgebiets ist nahezu ausschließlich von Wäldern und naturnahen Flächen (90 %) geprägt. Auf Landwirtschaft (5 %), Wasserflächen (3 %) und bebauten Flächen (2 %) entfallen nur sehr kleine Anteile (BAW, 2010). Auch das direkte Umland des Hallstätter Sees (siehe Abb. 2) ist überwiegend natürlich. Entlang des West- und Südufers verläuft allerdings eine Straße die primär die an den See angrenzenden Ortschaften (Steeg, Hallstatt, Lahn, Obertraun) miteinander verbindet. Entlang des Ostufers befinden sich eine kleinere Straße sowie Bahngleise.

Der Hallstätter See ist holo- und dimiktisch (BAW, 2010). Die saisonalen Durchmischungsprozesse wurden 2005 allerdings durch 11.000 m³ Sole, welche durch ein technisches Gebrechen in den See gelangten und die Chloridkonzentration steigerten, dauerhaft gestört (GASSNER et al., 2006). Seither sinkt die Konzentration jedoch wieder (GZÜV, Seeprofil, 2019).

Mit einer Maximaltiefe von 125 m (65 m mittlere Tiefe) gehört er zum Österreichischen Seentyp „Große, tiefe Seen der nördlichen Kalkalpen 400-600 m ü.A.“. Aus aquatisch-floristischer Sicht zählt er, wie bereits erwähnt, zum Makrophyten Seentyp „Seen der Nördlichen Kalkhochalpen <1.000 m ü.A.“.

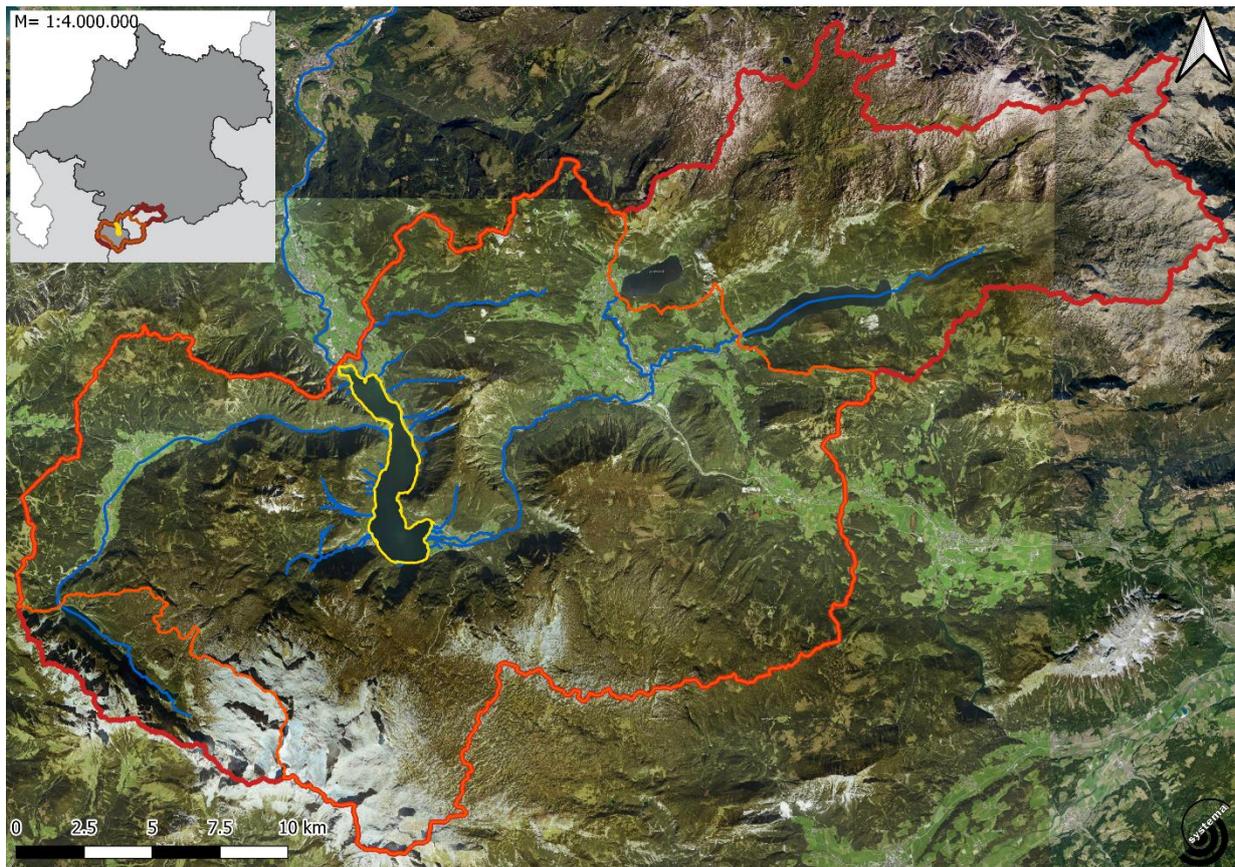


Abb. 1: Der Hallstätter Sees (mit gelber Linie hervorgehoben) und sein Einzugsgebiet (rote Linie: gesamt; orange Linie: ohne Seen innerhalb des Einzugsgebiets) sowie ausgewählte Fließgewässer (blaue Linien) (Grundkarte © basemap.at, eigene Editierung).



Abb. 2: Lage des Hallstätter Sees (© OpenStreetMap-Mitwirkende).



2.2 Chemisch-physikalische Verhältnisse und Status

Die für das Wachstum von Wasserpflanzen wichtigsten Einflussfaktoren in Seen sind die Trophie-Bedingungen und die, hauptsächlich mit diesen im Zusammenhang stehende, Wassertransparenz. Weiters sind der pH-Wert, die Wassertemperatur und das Ausmaß von Wasserstandsschwankungen von Bedeutung.

Als Parameter zur Beschreibung der trophischen Entwicklung kann vor allem der Gesamtphosphor-Gehalt herangezogen werden. Für aquatische Pflanzen an sich ist hingegen die Konzentration des Orthophosphats, da es von diesen leicht aufgenommen werden kann, von besonderer Bedeutung. Da Phosphor meist den Minimumfaktor in Seen darstellt, sind die Gehalte an weiteren Pflanzennährstoffen, wie Nitrat- und Ammonium-Stickstoff für das Makrophyten-Wachstum weniger relevant, seien hier aber der Vollständigkeit halber angeführt. Die Nährstoffverfügbarkeit manifestiert sich vor allem im Phytoplankton-Volumen und im Chlorophyll-a-Gehalt. Die Plankton-Entwicklung beeinflusst dabei direkt die Wassertransparenz, welche über den Parameter Sichttiefe beschrieben werden kann. Letztere bestimmt in erster Linie die Tiefenausbreitung der aquatischen Vegetation. Der pH-Wert hingegen beeinflusst die Artenzusammensetzung. Die Wassertemperatur hat neben einem Einfluss auf Artenzusammensetzung und Tiefenverbreitung auch Auswirkungen auf das Wachstumsverhalten der Pflanzen.

Die Erstbesiedlung der Ufer des Hallstätter Sees liegt bereits mehr als 5.000 Jahre zurück, was dieses Gebiet zu einem der am längsten besiedelten Orte Österreichs macht (BAW, 2010). Mit dem Erstarken des Fremdenverkehrs in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts gelangten immer mehr häusliche Abwässer in den Seen. Um der hierdurch induzierten trophischen Belastung entgegenzuwirken, wurden ab 1974 Abwasserreinigungsanlagen und eine zentrale Kläranlage in Bad Goisern errichtet (BAW, 2010). Aktuell herrschen am Hallstätter See oligotrophe Zustände, es sind demnach keine trophischen Probleme vorhanden (GZÜV, Seeprofil, 2019).

Von großer Bedeutung war auch sehr früh bereits der Salzabbau. Hallstatt beherbergt das älteste Salzbergwerk der Welt (Hallstatt, AEIOU). Mit diesem gelangten aber durch technische Gebrechen von 1977 bis 1979 und erneut 2005 insgesamt fast 20.000 t Natriumchlorid in den See. Dies hatte, wie bereits erwähnt, eine Störung der periodischen Durchmischung des Seewassers zur Folge (FICKER et al., 2011). In Kapitel 2.2.5 erfolgt daher auch die Darstellung des Chlorid-Gehalts des Hallstätter Sees.

Obwohl der Hallstätter See beträchtlich tiefer als 20 m ist und die entsprechenden Messergebnisse vorhanden sind, beschränkt sich die Ausarbeitung der Daten in dieser Arbeit rein auf den Tiefenbereich von 0 bis 20 m. Trotz der natürlichen Schwankungsbreite dieser Zone (je nach Temperaturverhältnissen und Wassertransparenz) stimmt dieser Bereich am Hallstätter See sehr gut mit der trophogenen Zone und dem maximal von Makrophyten bewachsenen Tiefenbereich überein. Er steht darüber hinaus auch in guter Übereinstimmung mit jenem Bereich (0 bis 25 m), der vom BAW standardmäßig zur Definition

des „Epilimnions“ der großen oÖ Seen angenommen wird, aus dem die im Folgenden dargestellten Werte dieser Datenquelle stammen.

Die in den folgenden Abbildungen (Abb. 3 bis Abb. 10) präsentierten Werte stammen aus zwei Quellen und wurden dementsprechend unterschiedlich behandelt. Einerseits wurden übermittelte Daten des Bundesamts für Wasserwirtschaft (BAW) direkt genutzt und lediglich graphisch aufbereitet, andererseits wurden Daten der H2O-Fachdatenbank (wasser.umweltbundesamt.at/h2odb/) herangezogen. Die dargestellten Werte wurden hier durch Mittelung der vier durchgeführten (März, Juni, August, November), entsprechend ihres jeweiligen Schichtvolumens gewichteten, Tiefenprofilmessungen (i.d.R.: Oberfläche [0 m], 2 m, 5 m, 10 m, 15 m, 20 m) berechnet. Hierbei sei angemerkt, dass nur vereinzelt Daten der vierten (8 m) und keinerlei Werte der sechsten Tiefenstufe (12 m) betreffend die ausgewählten Parameter in der Quelldatenbank vorhanden sind. Daher sind die in den folgenden Kapiteln präsentierten, auf diese Weise berechneten, Werte wohl lediglich als Näherungswerte zu verstehen.

2.2.1 GESAMTPHOSPHOR

Die Werte des volumsgewichteten Gesamtphosphors im Epilimnion des Hallstätter Sees (Abb. 3) zeigen insgesamt einen Rückgang an. Innerhalb des Vergleichszeitraums sank die Konzentration des Gesamtphosphors von etwas mehr als 8 $\mu\text{g/l}$ (1995) auf rund 5 $\mu\text{g/l}$ (2019). Der höchste Wert wurde 1996 mit fast 9 $\mu\text{g/l}$ und der niedrigste im Jahr 2016 mit knapp unter 4 $\mu\text{g/l}$ festgestellt. Dies sind Großteils sehr niedrige Werte, die den oligotrophen Charakter des Sees widerspiegeln. So befindet sich der Hallstätter See bzgl. dieses Parameters seit 1998 in einem „sehr guten Zustand“ (vgl. Anlage L der QZV Ökologie OG [2010]).

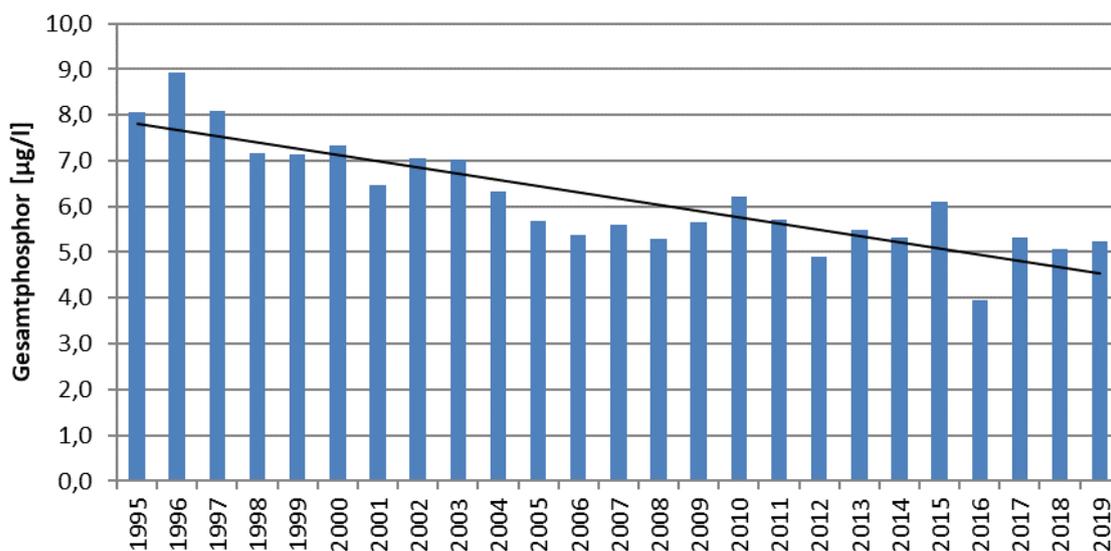


Abb. 3: Volumsgewichteter Gesamtphosphor im Epilimnion (0-25 m) des Hallstätter Sees von 1995 bis 2019 mit Trendlinie (N= 25; Datenquelle: BAW)

2.2.2 ORTHOPHOSPHAT

Wie in Abb. 4 ersichtlich, lagen die Werte für das von aquatischen Makrophyten besonders leicht aufnehmbare Orthophosphat auf einem sehr niedrigen Niveau von etwa 1,5 µg/l bis knapp über 2 µg/l (Werte unter der Bestimmungsgrenze von 2 µg/l wurden für die Auswertungen halbiert). Der Maximalwert wurde im März 2008 nachgewiesen und betrug ca. 5,7 µg/l. Insgesamt ergibt sich im Vergleichszeitraum ein abnehmender Trend.

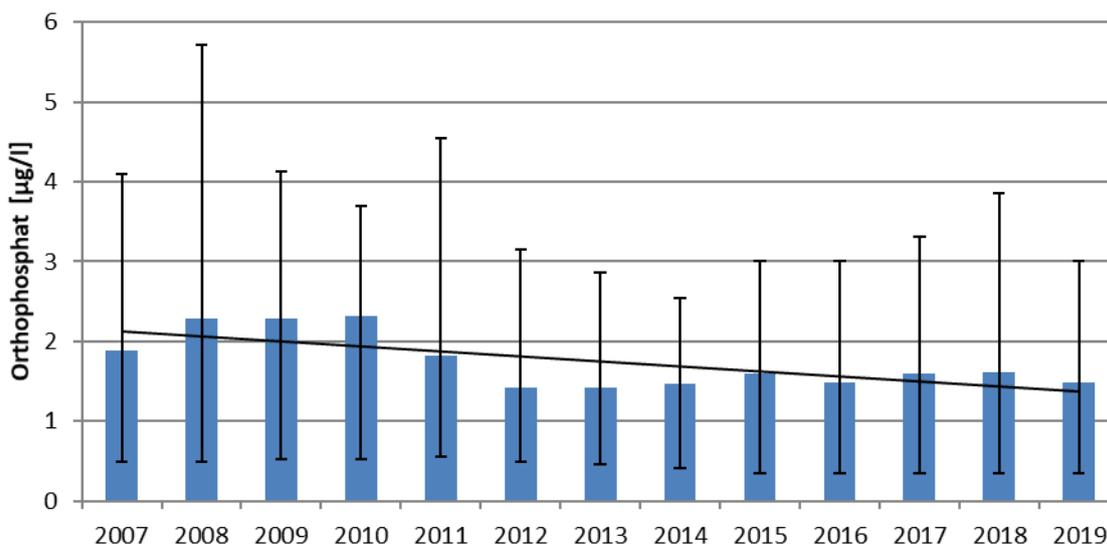


Abb. 4: Mittleres volumengewichtetes Orthophosphat (0-20 m) des Hallstätter Sees der Jahre 2007 bis 2019 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (N= 310; Datenquelle: H2O Fachdatenbank).

2.2.3 NITRAT-STICKSTOFF

Abb. 5 stellt die Nitrat-Stickstoffwerte des Hallstätter Sees in den Jahren 2002 bis 2019 dar. Generell liegen die Werte auf einem niedrigen Niveau. Innerhalb des Vergleichszeitraums kam es betreffend dieser Stickstoffverbindung zu keinen ausgeprägten Veränderungen, insgesamt jedoch zu einer leichten Abnahme. Die Konzentrationen schwankten lediglich zwischen ca. 0,4 mg/l und 0,5 mg/l. Der höchste Wert wurde 2011 (ca. 0,50 mg/l) und der geringste im Jahr 2019 (ca. 0,39 mg/l) ermittelt.

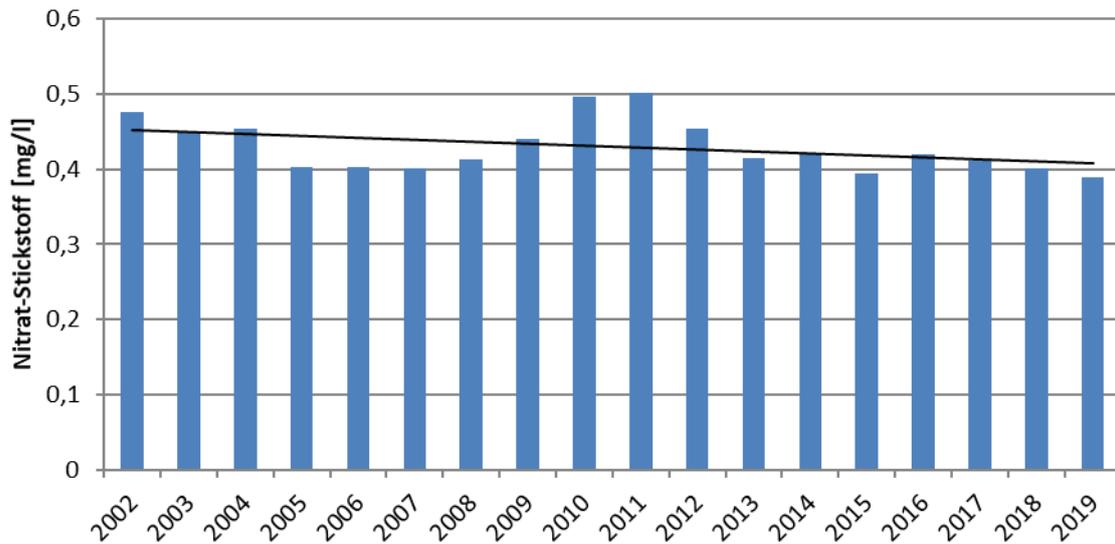


Abb. 5: Konzentration des Nitrat-Stickstoffs (volumsgewichtet) im Epilimnion (0-25 m) des Hallstätter Sees zwischen 2002 und 2019 mit Trendlinie (N= 18; Datenquelle: BAW).

2.2.4 AMMONIUM-STICKSTOFF

In Abb. 6 sind die volumsgewichteten Ammonium-Stickstoff-Konzentrationen im Epilimnion des Hallstätter Sees dargestellt. Im Gegensatz zum Nitrat-Stickstoff erweist sich Ammonium-Stickstoff im Vergleichszeitraum als durchaus variabel. So betrug die Konzentration dieser chemischen Verbindung von 2003 bis 2013 im Mittel nur ca. 1 µg/l, von 2014 bis 2019 dann allerdings mehr als 4 µg/l. Sie hat sich demnach, wenngleich auch auf sehr niedrigem Niveau, vervierfacht.

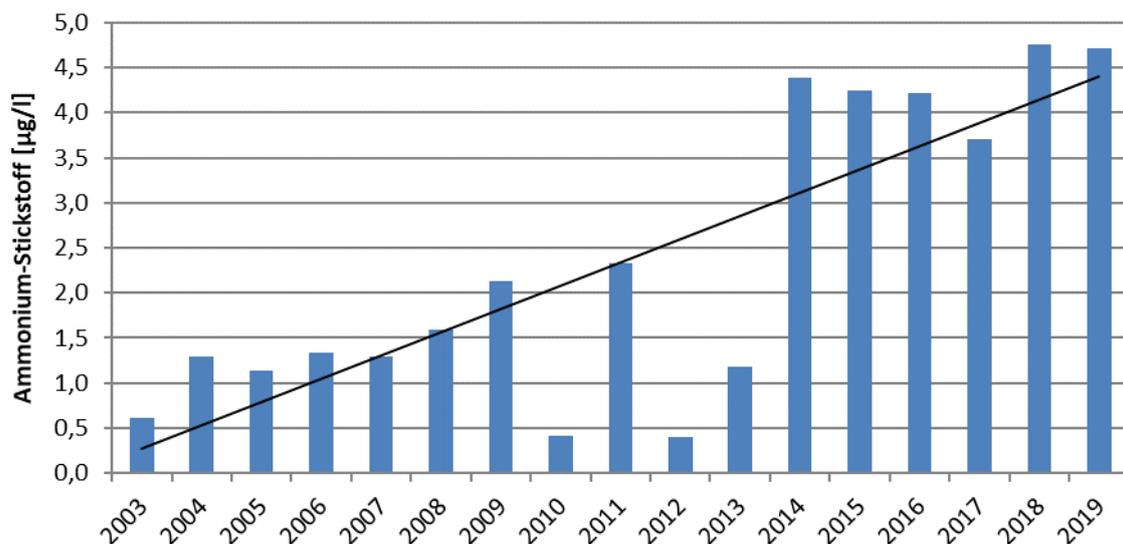


Abb. 6: Volumsgewichteter Ammonium-Stickstoff im Epilimnion (0-25 m) des Hallstätter Sees der Jahre 2003 bis 2019 mit Trendlinie (N= 17; Datenquelle: BAW).

2.2.5 CHLORID

Nach einem plötzlichen Anstieg des Chlorid-Gehalts im Seewasser durch ein technisches Gebrechen im Salzbergbau im Jahr 2005 sank der gemittelte entsprechende Jahreswert innerhalb des in Abb. 7 dargestellten, auf das Gebrechen folgenden Zeitverlauf fast stetig. So verringerte sich der mittlere Chlorid-Gehalt im ausgewählten Tiefenbereich von 4,3 mg/l (2007) auf etwa 2,4 mg/l (2019). 2019 wurden allerdings wiederum einzelne Messwerte ermittelt, die über jenen der Vorjahre lagen. Die aktuellen Werte sind jedenfalls als niedrig zu bezeichnen.

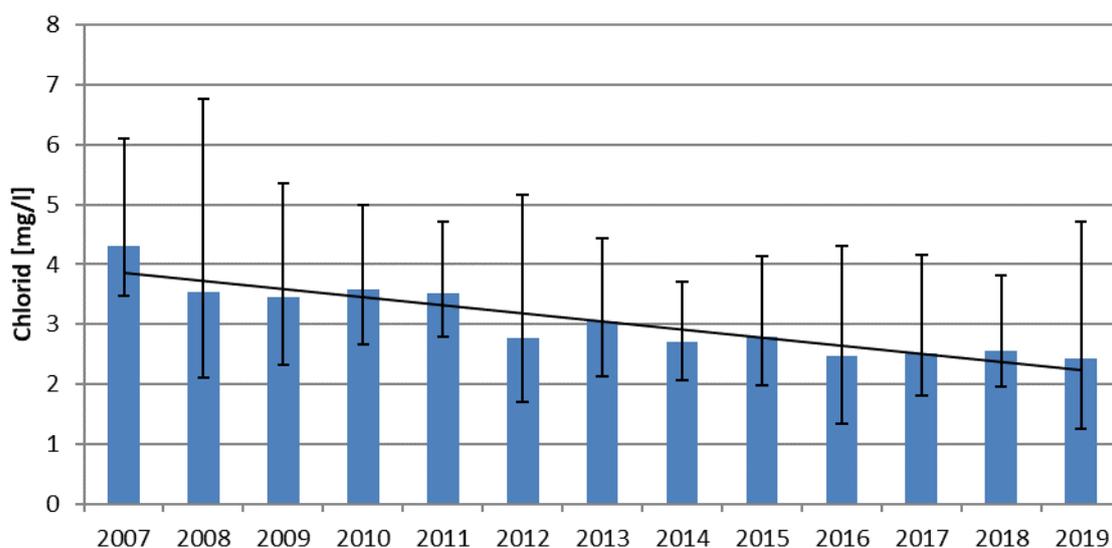


Abb. 7: Mittlere volumsgewichtete Chlorid-Werte (0-20 m) im Hallstätter See der Jahre 2007 bis 2019 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (N= 310; Datenquelle: H2O Fachdatenbank).

2.2.6 TEMPERATUR

Die mittleren volumsgewichteten Temperaturen des Wassers der obersten 20 m Wassersäule sind in Abb. 8 dargestellt. Diese betragen über den dargestellten Zeitraum hinweg ca. 9°C (\pm etwa 0,5°C), zeigen insgesamt aber einen leicht ansteigenden Trend, was wohl mit der Klimaerwärmung im Zusammenhang stehen dürfte. Die größere Differenz der einzelnen Monatswerte innerhalb der jeweiligen Jahre ist durch die Zeitpunkte der Probenahmen begründet. So wurde im März 2016 mit 4,1 °C die kühlfte und im August 2018 mit 13,4 °C die wärmste Wassertemperatur des Epilimnions verzeichnet.

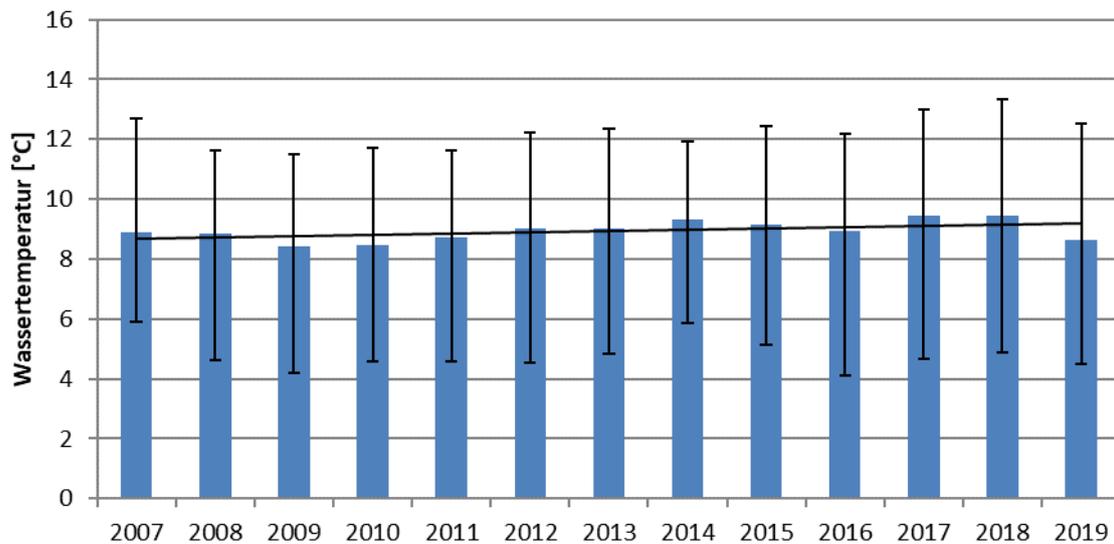


Abb. 8: Mittlere volumsgewichtete Wassertemperaturen (0-20 m) des Hallstätter Sees von 2007 bis 2019 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (N= 360; Datenquelle: H2O Fachdatenbank).

2.2.7 PH-WERT

Der mittlere volumsgewichtete pH-Wert der obersten 20 m Wassersäule des Hallstätter Sees ist, trotz eines marginalen Anstiegs im Betrachtungszeitraum, als stabil zu bezeichnen und liegt etwa bei 8,1. Wenngleich es sehr wohl zu periodischen Erhöhungen und Senkungen des pH-Wertes kam, war doch die hierbei aufgewiesene Schwankungsbreite äußerst gering und betrug lediglich 0,07. Dies trifft auch auf die einzelnen Monatsmessungen zu (ohne Grafik).

2.2.8 SICHTTIEFE

Die mittleren Sichttiefen des Hallstätter Sees (Abb. 9) schwankten während des Vergleichszeitraums zwischen 4,7 m (2013) und 8,8 m (2004). Betreffend einzelne Messwerte lag das Maximum bei 14,8 m (2001) und das Minimum bei lediglich 1,8 m (2013). Innerhalb des betrachteten Zeitraums ist zu beobachten, dass die Werte der letzten Jahre generell etwas niedriger ausfallen. So betrug die Mittlere Sichttiefe von 1995 bis 2004 7,9 m, danach (2005 bis 2019) nur noch 6,5 m. Weiters konnten Sichttiefen von mehr als 10 m, die vor 2010 regelmäßig erreicht wurden, nach diesem Jahr nicht mehr nachgewiesen werden. Entsprechend ist innerhalb des Betrachtungszeitraums ein abnehmender Trend der Jahreswerte der Sichttiefe festzustellen.

Für den Hallstätter See sind betreffend Sichttiefe in der Anlage L der QZV Ökologie OG (2010) keine Werte angegeben. Zieht man jedoch jene Werte heran, die für die Mehrzahl der zum selben Makrophytentyp gehörenden Seen festgelegt sind (Referenz: 9,0 m, Grenze sehr gut/gut: 7,2 m und Grenze gut/mäßig: 4,8 m), so pendelte der Hallstätter See bis 2010 um den Grenzwert von „sehr gut“ zu „gut“. Ab 2011 wäre der Zustand bezüglich Sichttiefe dann überwiegend nur mehr mit „gut“ zu beurteilen.

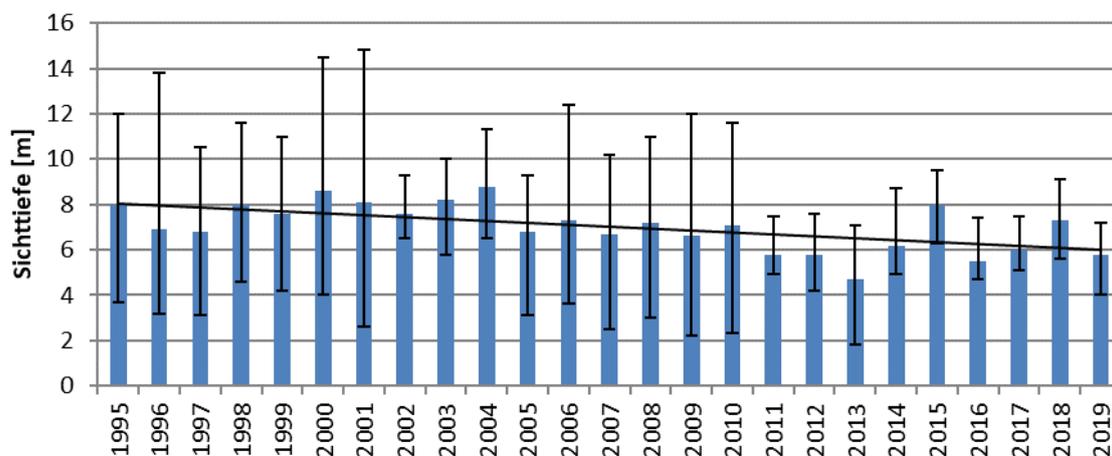


Abb. 9: Sichttiefenwerte des Hallstätter Sees von 1995 bis 2019 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (N= 75; Datenquelle: BAW).

Der abnehmende Trend der Sichttiefe-Werte steht nicht im Einklang mit eigentlich zu erwartenden ansteigenden Trends in der Entwicklung der Chlorophyll a-Konzentrationen und des Phytoplankton-Biovolumens. Die ansteigende Wassertrübung dürfte somit auf eine Zunahme anorganischer Schwebstoffe im Beobachtungszeitraum hinweisen.

2.2.9 CHLOROPHYLL-A

Die Chlorophyll-a-Konzentration im Epilimnion des Hallstätter Sees schwankt innerhalb des in Abb. 10 dargestellten Zeitraums zwischen 0,7 µg/l (2003) und 1,6 µg/l (1999) und befindet sich damit auf einem äußerst niedrigen Niveau. Der für diesen See in Anlage L der QZV Ökologie OG (2010) bestimmte Referenzwert von 1,5 µg/l wurde lediglich im Jahr 1999 marginal überschritten. Auffallend ist zudem, dass die Schwankungen innerhalb eines einzigen Jahres deutlich höher sein können als jene zwischen verschiedenen Jahren. Dies ist allerdings durch das saisonale Auftreten und Verschwinden verschiedener Plankton-Spezies nicht weiter überraschend. Die größte Schwankungsbreite innerhalb nur eines Jahres gab es 2007 mit einem Konzentrationsunterschied von fast 4 µg/l, die geringste in den Jahren 2005, 2012 und 2019 mit lediglich 0,7 µg/l. Generell ist über den beobachteten Zeitraum eine Reduktion des Chlorophyll-a-Gehalts erkennbar.

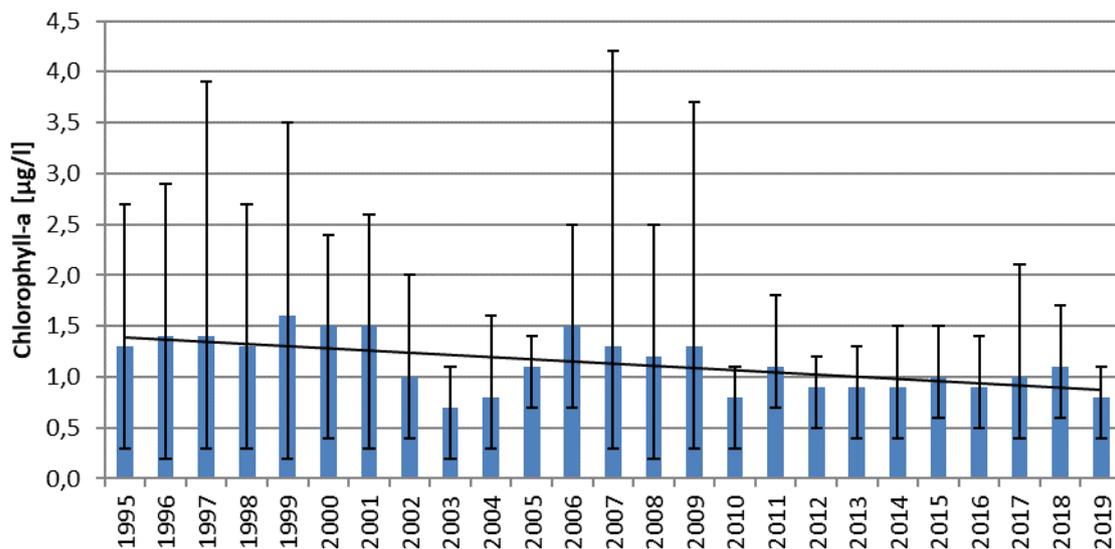


Abb. 10: Jahresmittel des Chlorophyll-a-Gehalts im Epilimnion des Hallstätter Sees von 1995 bis 2019 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (N= 75; Datenquelle: BAW).

2.2.10 PHYTOPLANKTON BIOVOLUMEN

Betreffend das mittlere Biovolumen des Phytoplanktons im Hallstätter See (keine Volumsgewichtung durchgeführt, da nicht im Tiefenprofil gemessen) wird aus Abb. 11 ersichtlich, dass es bei generell niedrigen Werten innerhalb des Vergleichszeitraums zu einer Verringerung kam. Das mit Abstand höchste Biovolumina wurde im Juni 2009 mit knapp über $0,8 \text{ mm}^3/\text{l}$ festgestellt. Der niedrigste Jahreswert wurde 2014 ($0,59 \text{ mm}^3/\text{l}$), der niedrigste Monatswert im März 2013 ($0,02 \text{ mm}^3/\text{l}$) festgestellt. Betreffend diese Teilkomponente herrschten im Hallstätter See seit 2013 quasi immer Referenzbedingungen.

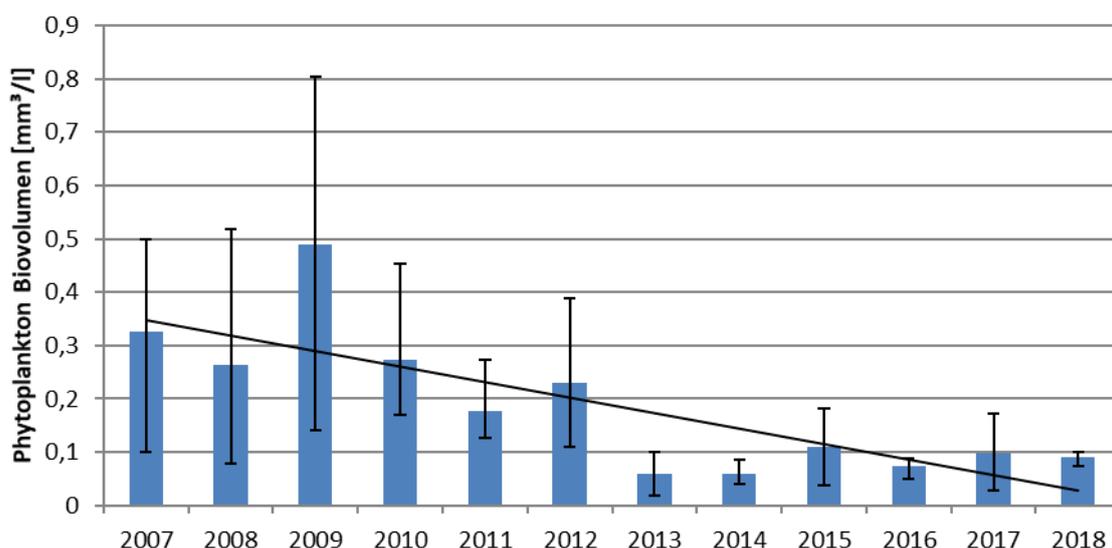


Abb. 11: Mittleres Biovolumen des Phytoplanktons im Hallstätter See von 2007 bis 2018 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (2019 nicht online verfügbar; N= 48; Datenquelle: H2O Fachdatenbank).

2.2.11 STATUS

Das BAW (2010) weist für den Hallstätter See eine sehr geringe Abweichung vom Grundzustand bezüglich der Nährstoffverhältnisse und die Trophieklasse „oligotroph“ aus. Der ökologische Zustand wurde anhand des biologischen Qualitätselements „Phytoplankton“ seit 2013 durchgehend mit „sehr gut“ bewertet (JERSABEK, 2020). Auch die Bewertung nach dem Qualitätselement „Fische“ ergab 2017 ein „sehr gut“ (GASSNER et al., 2018). Die WRRL-konforme Aufnahme und die Bewertung nach dem Qualitätselements „Makrophyten“ sind Inhalt des vorliegenden Berichts.

3 METHODIK

3.1 Feldarbeit

Die Feldarbeiten erfolgten gemäß dem „Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente – Teil B3 Makrophyten“ (BMLFUW, 2015). Diese Methode sieht im ersten Schritt eine flächendeckende Echosondierung des Litoralbereiches vor. Dies dient zum einen der genauen Erfassung der räumlichen Ausdehnung der Makrophytenvegetation, zum anderen wird auf Basis der Ergebnisse die Lage der Untersuchungstransecte festgelegt. Im zweiten Schritt erfolgen dann entlang der festgelegten Transecte die eigentlichen Vegetationsaufnahmen mittels Betauchung. Die Ergebnisse dieser Betauchung sind bewertungsrelevant. Die Erhebungen wurden im August 2019 durchgeführt (Abb. 12 & Abb. 13).



Abb. 12: Echosondierung.



Abb. 13: Tauchkartierung.

3.1.1 ECHOSONDIERUNG

Vorbereitend wurde durch Luftbildinterpretation und erforderlichenfalls Neuvermessung im Gelände eine Korrektur der Uferlinie und der Lage der seeseitigen Ausbreitungsgrenze der Röhrichtbestände vorgenommen. In der Folge erfolgte die Echosondierung des Litorals, wobei der bewachsene Bereich der Uferhalde in engen mäanderartigen Schlaufen mit Boot und Echosonde abgefahren wurde. Hierbei wurden mittels Echosonden die flächenmäßige und die vertikale Ausdehnung der untergetauchten Pflanzenbestände sowie der Gewässergrund erfasst.

Durch die Verwendung von zwei Sonden mit unterschiedlichen Frequenzen („Dual-Beam-Technologie“) konnte im von Makrophyten bewachsenen Bereich zeitgleich der Gewässerboden und die „Oberkante“ der Makrophytenvegetation aufgezeichnet werden. Die Auswertung erfolgte mithilfe einer von der systema entwickelten Software. Hiermit konnten von der Bewuchsstruktur her einheitliche Bereiche gegeneinander abgegrenzt werden. Auf Basis der Ergebnisse wurden 39 repräsentative Transecte für die detaillierten Vegetationsaufnahmen mittels Betauchung ausgewählt (Abb. 14).



3.1.2 MAKROPHYTENKARTIERUNG

Die detaillierte Kartierung entlang der Untersuchungstransecte erfolgte direkt im Anschluss an die Echosondierung. Die zwei Untersuchungsteams bestanden jeweils aus einem Taucher und einer Begleitperson im Boot, der die Sicherung des Tauchers sowie die Koordination der Feldarbeit oblag. Es wurden alle auf Basis der Echosondierung ausgewiesenen Transecte für die detaillierte Kartierung jeweils bis zur unteren Grenze der Vegetation betaucht. Lediglich im Falle der Transecte HAL24 bis HAL27 konnte nicht entsprechend vorgegangen werden, da sich diese in einem Flachbecken des Hallstätter Sees befinden und der Gewässerboden hier durchgehend mit Makrophyten bewachsen ist. Hier wurde jeweils das gesamte Gewässerbecken bis zum gegenüberliegenden Transect durchtaucht, wobei die Trennung der gegenüberliegenden Transecten in der Gewässermitte erfolgte. Die Lage der insgesamt 39 Transecte ist Abb. 14 zu entnehmen.

Entlang aller Transecte wurde vom Gewässerufer bis zur unteren Grenze der Vegetation ein jeweils ca. 25 m breiter Streifen bearbeitet. Es wurden hinsichtlich des Bewuchses homogene Bereiche in Richtung Tiefe gegeneinander abgegrenzt. Innerhalb dieser Bereiche wurde das Artenspektrum bestimmt, das mengenmäßige Vorkommen der einzelnen Arten bewertet, die artspezifischen Wuchshöhen gemessen und die Sedimentqualität aufgenommen. Ergänzend hierzu wurden Angaben zur Beschaffenheit, zum Bewuchs und zur Nutzung des Gewässerufers notiert. Die Gegebenheiten unter und über Wasser wurden jeweils digital erfasst und zusätzlich fotografisch und teilweise mit Videoaufnahmen dokumentiert.

Die Kartierung der Makrophyten konzentrierte sich auf

- Hydrophyten = „eigentliche Wasserpflanzen“ bzw. ständig im Wasser lebende Arten, zu denen die submersen (untergetauchten) Pflanzen, Wasserschweber und Schwimmblattpflanzen gehören,
- Amphiphyten = Arten des Wasser-Land-Übergangsbereichs, die sowohl völlig untergetaucht im Wasser wie auch vorübergehend im Trockenen an Land leben können und
- Helophyten = „Röhrichtpflanzen“ im weiteren Sinn.

Zusätzlich wurden einige weitere, eng an den aquatischen Lebensraum gebundene Arten aufgenommen:

- Sonstige ans Wasser gebundene Arten.

Berücksichtigt wurden folgende taxonomische Gruppen:

- Charophyta = Characeen oder Armleuchteralgen,
- Bryophyta = Moose,
- Pteridophyta = Gefäßsporenpflanzen und
- Spermatophyta = Samenpflanzen.

Die Beschreibung der Pflanzenmengen erfolgte in Anlehnung an KOHLER (1978) nach einer fünfstufigen Schätzskala als Pflanzenmengenindizes (PMIs):

Tab. 1: Schätzskala für die Pflanzenmenge.

Schätzstufe (PMI)	Beschreibung
1	sehr selten, vereinzelt
2	selten
3	verbreitet
4	häufig
5	sehr häufig, massenhaft

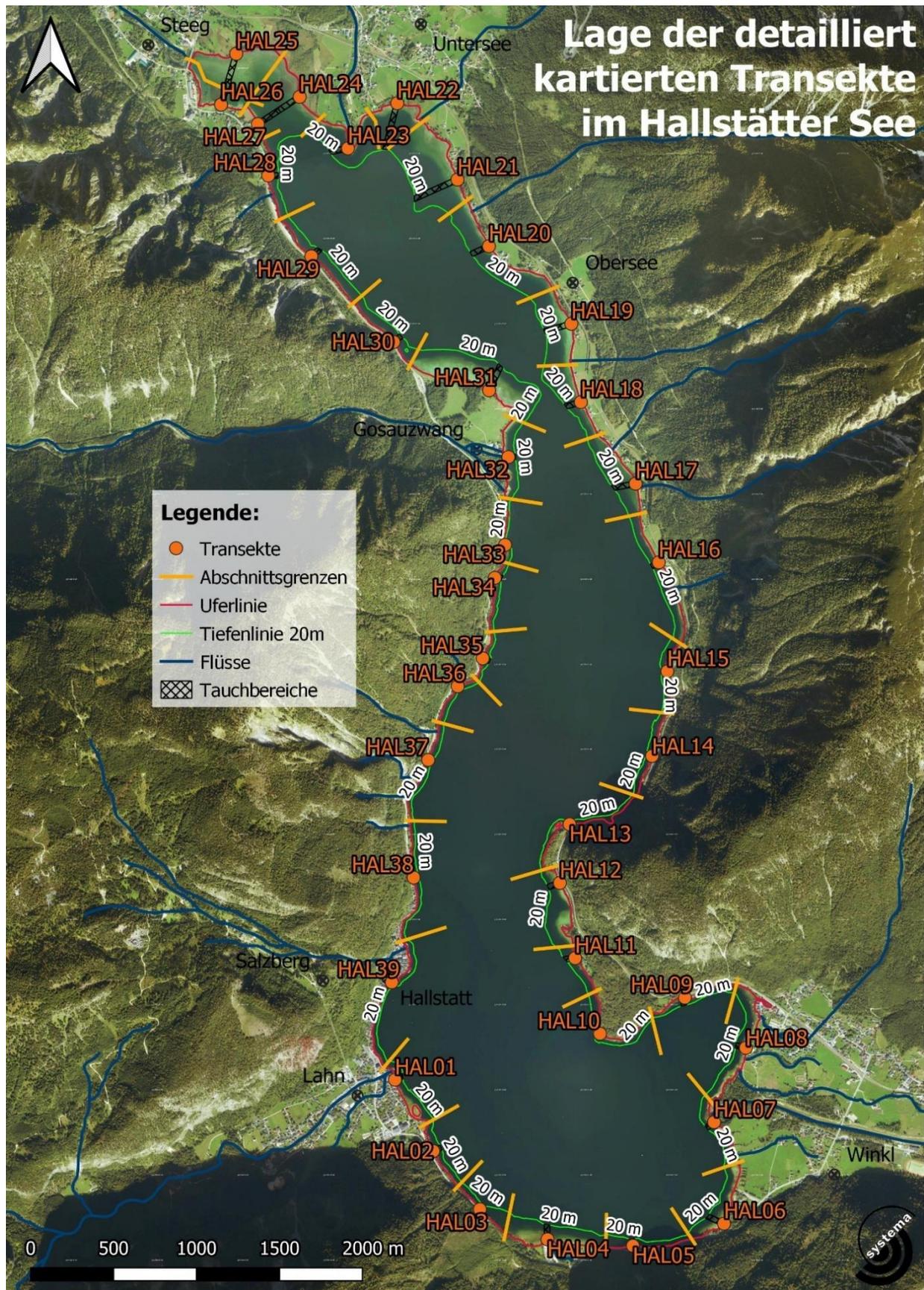


Abb. 14: Lage der kartierten Transekte im Hallstätter See (Grundkarte © basemap.at, eigene Editierung).

3.2 Auswertung

Die Kartierungsergebnisse wurden unter Berücksichtigung der in der ÖNORM M6231 vorgegebenen Standards ausgewertet. Darüber hinaus wurden folgende Berechnungen durchgeführt:

3.2.1 BERECHNUNG DER ABSOLUTEN PFLANZENMENGE

Die Basis zur Ermittlung der absoluten Pflanzenmenge, und damit weiterführend fast sämtlicher Auswertungen, bilden die im Zuge der Kartierung für jede Art in jeder Tiefenstufe eines Transekts vergebenen Pflanzenmengenindizes (PMI-Werte). Da diese einer nominalen Skala folgen, müssen sie für weiterführende Berechnungen zunächst metrisch skaliert werden. Mit ansteigender Schätzzahl liegt definitionsgemäß eine exponentielle Zunahme der Pflanzenmenge (PM) vor, die durch die Potenzfunktion $f(x) = x^3$ definiert ist (MELZER et al., 1986; JANAUER et al., 1993, PALL & MOSER, 2009) (Tab. 2).

Tab. 2: Zusammenhang zwischen PMI und PM.

PMI (Pflanzenmengenindex)	Verbale Beschreibung	PM („reale“ Pflanzenmenge)
1	sehr selten – nur Einzelpflanzen	1
2	selten – einzelne Pflanzenbestände	8
3	verbreitet – mäßig dichte Pflanzenbestände	27
4	häufig – dichte Pflanzenbestände	64
5	massenhaft – sehr dichte Pflanzenbestände	125

Da die verschiedenen Tiefenstufen eines Transekts verschieden große Tiefenausdehnungen (TA = untere Tiefengrenze minus obere Tiefengrenze) aufweisen können, die zudem zwischen den einzelnen Transekten variieren, müssen die für die verschiedenen Tiefenstufen ermittelten PM-Werte entsprechend gewichtet werden. Dies geschieht über deren Multiplikation mit der Tiefenausdehnung (TA) in Meter (mit einer Nachkommastelle). Das Ergebnis sind die **APM-Werte** der einzelnen Arten in einem Transekt.

Die Berechnung erfolgt nach der folgenden Formel:

$$APM = \left(\sum_{i=1}^n (PM_i \times TA_i) \right)$$

APM = Absolute Pflanzenmenge einer Art in einem Transekt

PM_i = „reale“ Pflanzenmenge der Art in der Tiefenstufe i

TA_i = Tiefenausdehnung der Tiefenstufe i [m, mit einer Nachkommastelle]

i = laufender Index der verschiedenen Tiefenstufen des Transekts



Jedes Transekt ist für einen definierten Uferabschnitt mit einer definierten Uferlänge repräsentativ. Um nun einen Kennwert für die Absolute Pflanzenmenge der verschiedenen Arten in einem See zu erhalten, werden die für die einzelnen Transekte ermittelten APM-Werte für den gesamten See uferlängengewichtet gemittelt. Die so errechnete mittlere Absolute Pflanzenmenge einer definierten Art in einem See (**mAPM**) erlaubt den Vergleich der Gegebenheiten zu verschiedenen Untersuchungs-terminen in einem See oder in verschiedenen Seen untereinander.

Die Formel zur Berechnung der mAPM lautet:

$$mAPM = \sum_{i=1}^n \left(\frac{APM_i \times ULA_i}{ULS} \right)$$

mAPM = mittlere Absolute Pflanzenmenge einer Art in einem See

APM_i = Absolute Pflanzenmenge einer Art in einem Transekt i

ULA_i = Uferlänge des Abschnitts i

ULS = Uferlänge des Sees

i = laufender Index der verschiedenen Transekte des Sees

Der somit erhaltene mAPM-Wert einer jeden vorkommenden Art dient in den weiterführenden Auswertungen der in den Kapiteln 3.2.2 und 3.2.3 beschriebenen Größen als Berechnungsgrundlage.

3.2.2 ERMITTLUNG DER BESIEDELUNGSANTEILE

Zur Visualisierung und näheren Beschreibung der mAPM-Werte der einzelnen vorkommenden Taxa, werden diese durch einen weiterführenden Schritt als Besiedelungsanteile angegeben. Hierbei wird zwischen einem Realen Besiedelungsanteil (**BA-real**) und einem Normierten Besiedelungsanteil (**BA-normiert**) unterschieden.

Der Wert des **BA-real** gibt den Anteil der von einer bestimmten Art bewachsenen Fläche am insgesamt tatsächlich (zum Zeitpunkt der Kartierung) von Makrophyten besiedelten Bereich eines Sees an. Als Prämisse hierfür wird davon ausgegangen, dass eine Fläche vollständig bewachsen ist, sobald für diese eine Pflanzenmenge von 125 („sehr dichte Pflanzenbestände“) ausgewiesen.

Um diesen generell im untersuchten See besiedelten Bereich zu ermitteln, wird die uferlängengewichtete Tiefenausdehnung der Makrophyten-Vegetation mit 125 (vollständiger Bewuchs) multipliziert (Uferneigung nicht einbezogen). Der BA-real wird anschließend als Relation des von einer Art erreichten mAPM-Wertes hierzu berechnet.

Die angewandte Formel lautet:

$$BA_{real} = \frac{mAPM}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{TA_i \times UIA_i}{UIS} \right)} \times 125$$

BA_{real} = Realer Besiedelungsanteil einer Art

$mAPM$ = mittlere Absolute Pflanzenmenge einer Art

TA_i = Tiefenausdehnung des Transekts i

UIA_i = Uferlänge des Abschnitts i

UIS = Uferlänge des Sees

i = laufender Index der verschiedenen Transekte bzw. Abschnitte des Sees

Während der Reale Besiedelungsanteil nur für die jeweilig erreichte gemittelte Vegetationsgrenze gültig ist und demnach nur in Zusammenhang mit dieser interpretiert werden kann, weist der **BA-normiert** hingegen die von einer Art eingenommene Fläche als Anteil am aquatischen Litoralbereich bis zu einer fixierten Tiefe aus. Die dadurch errechnete Größe verdeutlicht demnach den von einer Pflanze bewachsenen Anteil eines stabil definierten Raumes und dient dem Vergleich verschiedener Gewässer bzw. mehrerer Kartierungen des gleichen Gewässers untereinander.

Da speziell Schwimmblattpflanzen und die Röhrichtvegetation, in geringerem Ausmaß allerdings auch submerse Höhere Pflanzen, in ihrer Tiefenausbreitung stärker limitiert sind als Characeen und Moose, wird der von den jeweiligen Vegetationsgruppen theoretisch besiedelbare Litoralbereich unterschiedlich definiert. Die hierzu in Tab. 3 angeführten Werte richten sich nach den in österreichischen Seen hauptsächlich beobachteten maximalen Tiefenbegrenzungen. Wenngleich dies nicht bedeutet, dass unterhalb der angegebenen Tiefe keine entsprechenden Individuen mehr vorgefunden werden können, so sollen diese Angaben eine gute Verallgemeinerung und Vergleichbarkeit der Daten ermöglichen.

Tab. 3: Angenommene Tiefenausbreitung der verschiedenen Vegetationsgruppen.

Vegetationsgruppe	angenommene Tiefenbegrenzung	verbale Beschreibung
Röhricht	1,5 m	direkter Uferbereich
Schwimmblattpflanzen	3 m	Flachwasser
submerse Spermatophyta	10 m	submerser Litoralbereich bis 10 m Tiefe
Charophyta, Bryophyta,	20 m	submerser Litoralbereich bis 20 m Tiefe



Den unterschiedlich festgelegten Tiefenausdehnungen des theoretisch besiedelbaren Lebensraums in einem See folgend (Tab. 3), erfolgt die Berechnung des Normierten Besiedelungsanteils, je nach entsprechender Vegetationsgruppe, nach unterschiedlichen Formeln. Hierbei wird der BA-normiert als Relation des mAPM-Wertes einer Art zu der theoretisch zu erreichenden Maximalgröße (vollständiger Bewuchs) angegeben.

Die Formeln lauten wie folgt:

Röhricht:

$$BA_{normiert} = \frac{mAPM}{125 \times 1,5} = \frac{mAPM}{187,5}$$

Schwimmbblattpflanzen:

$$BA_{normiert} = \frac{mAPM}{125 \times 3} = \frac{mAPM}{175}$$

submerse Spermatophyta:

$$BA_{normiert} = \frac{mAPM}{125 \times 20} = \frac{mAPM}{1250}$$

Charophyta, Bryophyta:

$$BA_{normiert} = \frac{mAPM}{125 \times 20} = \frac{mAPM}{2500}$$

BA_{normiert} = Normierter Besiedelungsanteil einer entsprechenden Art in einem See

mAPM = mittlere Absolute Pflanzenmenge einer Art

3.2.3 ERMITTLUNG DER DOMINANZVERHÄLTNISSSE UND DER TIEFENPRÄFERENZEN

Für die mengenmäßigen Bilanzierungen wurden die Ergebnisse aus den Transektkartierungen auf die gemäß der Echosondierung strukturell einheitlichen Bereiche, für die die jeweiligen Transekte als repräsentativ gelten, übertragen. Die Berechnung der Mengenverhältnisse innerhalb der aquatischen Vegetation erfolgte über die Relative Pflanzenmenge (RPM; PALL & JANAUER, 1995, PALL et al. 1996). Diese Größe ermöglicht Aussagen über die Dominanzverhältnisse einzelner Arten oder auch von Artengruppen. Weiters können über diesen Parameter, indem die relativen Mengenanteile für die verschiedenen Wassertiefen berechnet werden, die Tiefenpräferenzen der einzelnen Arten in einem Gewässer ermittelt werden (PALL, 1996).

Die Berechnung der RPM erfolgt über folgende Formel:

$$RPM = \left(\frac{mAPM}{\sum_{i=1}^n (mAPM_i)} \right) \times 100$$

RPM = Relative Pflanzenmenge einer Art in einem See

mAPM = mittlere Absolute Pflanzenmenge einer Art

mAPM_i = mittlere Absolute Pflanzenmenge einer Art i

i = laufender Index der verschiedenen Taxa

3.2.4 BERECHNUNG DER FREQUENZ

Die Frequenz der einzelnen Arten wurde als Prozentanteil der Transekte mit Vorkommen der betreffenden Art an der Gesamtheit aller Transekte ermittelt.

Die Formel hierfür lautet:

$$\text{Frequenz} = \left(\frac{\text{Anzahl der besiedelten Transekte}}{\text{Anzahl aller Transekte}} \right) \times 100$$

3.2.5 BERECHNUNG DER VEGETATIONSDICHTE

Die in einem Transekt insgesamt vorliegende Vegetationsdichte wurde als Kumulativer Mengenindex (CMI_A) nach PALL (1996) bzw. PALL & MOSER (2009) berechnet.

$$CMI_{A\text{raw}} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{j=1}^k CMI_{\text{raw}j}^3 \cdot |lL_j - ul_j|}{\sum_{j=1}^k |lL_j - ul_j|}}$$

CMI_{A raw} = durchschnittlicher kumulativer Pflanzenmengenindex (raw = mit Nachkommastellen)

lL = untere Grenze der aktuellen Tiefenstufe in m unterhalb der Wasseroberfläche

ul = obere Grenze der aktuellen Tiefenstufe in m unterhalb der Wasseroberfläche

j = laufender Index der Tiefenstufen

CMI_A = CMI_{A raw} gerundet auf null Stellen



3.2.6 KARTOGRAPHISCHE DARSTELLUNG, BILANZIERUNGEN

Die Verbreitungsgraphiken für die einzelnen Arten wurden mit Hilfe einer systema-eigenen Software erstellt. Für die Auswertungen und Bilanzierungen wurde weiters ein GIS-Projekt angelegt. Die Darstellungen der Vegetationsverhältnisse des Hallstätter Sees im beiliegenden Kartenband erfolgten mit QGIS und einer von der systema entwickelten Software. Da als Grundlage hierfür keine digitale Tiefenkarte zur Verfügung stand, wurde eine solche für den von Makrophyten bewachsenen Bereich aus den Ergebnissen der im Rahmen dieses Projektes vorgenommenen Echosondierung des Litoralbereichs generiert.

3.3 Bewertung

Die Bewertung des Ökologischen Zustands nach WRRL erfolgte gemäß dem Leitfaden des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT) „Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Teil B3 – Makrophyten“ (BMLFUW, 2015 bzw. PALL & MAYERHOFER, 2015), welcher unter https://www.bmlrt.gv.at/wasser/wisa/fachinformation/ngp/ngp-2009/hintergrunddokumente/methodik/biologische_ge.html veröffentlicht ist.

AIM – Modul 1 „Trophie und allgemeine Degradation“ ist ein multimetrisches System. Die einzelnen Metrics fokussieren dabei auf unterschiedliche Aspekte der Ausprägung der Makrophytenvegetation. Folgende fünf Einzelmetrics werden berechnet (Tab. 4):

Tab. 4: Metrics von AIM – Modul 1 „Trophie und allgemeine Degradation“.

Metric	Parameter
Vegetationsdichte (VD)	CMI _{raw} (PALL & MOSER, 2009)
Lage der Vegetationsgrenze (VL)	Tiefe [m, mit einer Nachkommastelle]
Vegetationszonierung (VZ)	Typspezifische Zonen (PALL et al. 2005)
Trophie-Indikation (TI)	Makrophytenindex AT (MI-AT, in Anlehnung an MELZER et al., 1986, 1988)
Konkrete Artenzusammensetzung (SC)	Typspezifische Artenzusammensetzung, Referenzarten (Datenbank systema)

Für jedes einzelne Metric ist die Abweichung vom Referenzzustand festzustellen. Für die Seen der Nördlichen Kalkhochalpen <1.000 m ü.A. sind dabei die Referenzzustände für die einzelnen Metrics wie folgt definiert (Tab. 5):

Tab. 5: Referenzwerte bzw. –zustände für die einzelnen Metrics (Seen der Nördlichen Kalkhochalpen < 1000 m ü.A.).

Metric	Parameter	Referenzwert bzw. -zustand
Vegetationsdichte (VD)	CMI _{raw}	3,7
Lage der Vegetationsgrenze (VL)	Tiefe [m]	16,0
Vegetationszonierung (VZ)	Obligatorische Zonen	Characeen des Flachwassers Characeen des mittleren Tiefenbereichs Characeen der Tiefe und/oder Nitellafluren
Trophindikation (TI)	MI-AT	1,50
Konkrete Artenzusammensetzung (SC)	Obligatorische Arten und Pflanzenmengen	Referenzstellen-Datenbank systema

Die Berechnung der Abweichung vom Referenzzustand für die einzelnen Metrics erfolgt gemäß dem Leitfaden des BMNT (BMLFUW, 2015 bzw. PALL & MAYERHOFER, 2015). Das Ergebnis wird jeweils als sog. “ecological quality ratio” (EQR) ausgedrückt. Diese Maßzahl repräsentiert das Verhältnis zwischen dem beobachteten Wert eines Parameters an einer Untersuchungsstelle und dem Wert dieses Parameters unter Referenzbedingungen. Der EQR ist ein Wert zwischen 0 und 1, wobei 0 dem schlechtest-möglichen und 1 dem bestmöglichen Zustand entspricht. Tab.6 gibt die Wertebereiche des EQR für die verschiedenen ökologischen Zustandsklassen an.

Tab.6: EQR-Wertebereiche für die verschiedenen ökologischen Zustandsklassen mit entsprechender Farbgebung.

Ökologische Zustandsklasse	Bezeichnung	EQR-Wertebereich
1	Sehr gut	>0,8 – 1,0
2	Gut	>0,6 – 0,8
3	Mäßig	>0,4 – 0,6
4	Unbefriedigend	>0,2 – 0,4
5	Schlecht	≤0,2

Die Ökologische Zustandsklasse eines Transekts ergibt sich aus der – gleichgewichteten – Mittelung der Ergebnisse der Einzelmetrics. Eine detaillierte Betrachtung der Bewertungsergebnisse der Einzelmetrics in einem Transekt erlaubt dabei Rückschlüsse auf die dort vorliegenden Belastungsursachen. Es



werden daher für alle Transekte nicht nur die Gesamtergebnisse, sondern auch die Resultate aller Einzelmetrics kartographisch dargestellt und erläutert.

Jedes Transekt ist gemäß den Ergebnissen der Echosondierung für einen definierten Seeabschnitt als repräsentativ zu betrachten. Um die Ökologische Zustandsklasse für den gesamten See zu erhalten, sind die Bewertungsergebnisse der einzelnen Transekte daher gewichtet nach der Uferlänge, für die sie als repräsentativ zu betrachten sind, zu mitteln.

Werden die Ergebnisse der einzelnen Metrics, jeweils gewichtet nach der Uferlänge, für die sie als repräsentativ zu betrachten sind, gemittelt, können wertvolle Informationen über die insgesamt vorherrschenden Belastungen und das Vorliegen bzw. den Stand von Eutrophierungs- oder Reoligotrophierungsvorgängen abgeleitet werden.

4 ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Untersuchung beschreiben Lage, Ausdehnung, Struktur und Bonität der Makrophytenvegetation des Offensees. Das Röhricht und die amphibischen Pflanzen (Helophyten und Amphiphyten) besiedeln im Wesentlichen das Eu- und Supralitoral, während den Lebensraum der Schwimmblattarten und der submersen Wasserpflanzen (beides Hydrophyten) das Sublitoral darstellt.

Veränderungen der Uferzonen, der Wellendynamik und der Wasserspiegellagen beeinflussen ganz erheblich vor allem die Lebensräume des Röhrichts, der Schwimmblattzone und der Flachwasservegetation, welche vor allem für die Fischzönose eines Sees als Strukturgeber von größter Bedeutung sind. Für Veränderungen im Nährstoffhaushalt eines Sees sind hingegen die untergetauchten Wasserpflanzen hochsensible Indikatoren. Über Ausbreitung und Zusammensetzung der submersen Vegetation können selbst kleinräumige Unterschiede in der Nährstoffbelastung verschiedener Uferbereiche sehr gut detektiert und punktuelle Nährstoffbelastungen lokalisiert werden.

Im Ergebnisteil werden die verschiedenen Charakteristika der Makrophytenvegetation des Hallstätter Sees erläutert. Neben dem Artenspektrum und den vorhandenen Pflanzenmengen, der Vegetationszusammensetzung und den Dominanzverhältnissen wird insbesondere das Verbreitungsbild der einzelnen Arten dargestellt und vor dem Hintergrund der jeweiligen ökologischen Ansprüche diskutiert. Hieraus ableitbar sind Aussagen zum Zustand verschiedener Uferbereiche und Hinweise auf allfällige, lokale Belastungsquellen. Weiters werden die in den einzelnen Transekten vorgefundene Artenanzahl, die Vegetationsdichte, die Tiefenverbreitungsgrenze, die Vegetationszonierung und der „Makrophytenindex“ (Maß für Nährstoffbelastungen) dargestellt.

Die flächige Ausbreitung der charakteristischen Vegetationstypen ist für den gesamten See im beiliegenden Kartenband (PLACHY et al., 2020) dargestellt.



4.1 Artenspektrum

Im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung konnten im Hallstätter See im Jahr 2019 insgesamt 38 Taxa nachgewiesen werden. Eine entsprechende Auflistung mit jeweiligen zusätzlichen Angaben ist in Tab. 7 enthalten. Insgesamt zählen 30 dieser Taxa zu den Hydrophyten. Von diesen sind 13 Vertreter der Characeen, 2 gehören zu den Moosen und 15 zur Gruppe der Höheren Pflanzen. Sie bilden die untergetauchte Vegetation. Schwimmblattarten waren nicht vertreten. Hinzu kommen 8 Taxa, die den Amphi- und Helophyten zugehören und die Röhrichtvegetation bilden.

Tab. 7: Arteninventar des Hallstätter Sees. Spalte 1: wissenschaftliche Bezeichnung; Spalte 2: deutsche Artnamen; Spalte 3: Einordnung in den Roten Listen gemäß NIKLFELD (1999) (* = Vertreter der Charophyta und daher generell als gefährdet einzustufen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, -r = regional gefährdet); Spalte 4: seentypspezifische Charakterisierung (Definition s. Kapitel 4.4, 2. Absatz): Ref = Referenzart, Typ = typspezifische Art, Ind = Indifferent, Bel = Belastungszeiger, Stör = Störzeiger, N = Neophyt, Npi = potenziell invasiver Neophyt, Ni = invasiver Neophyt (Ausweisung der Neophyta gemäß ESSL & RABITSCH [2002]); Spalte 5: Lebensform: Hyd = Hydrophyt, A = Amphiphyt, H = Helophyt, SW = Sonstige ans Wasser gebundene Art; Spalte 6: in den Graphiken verwendete Abkürzungen. Taxonomie der Charophyta gemäß KRAUSE (1997), Taxonomie der Bryophyta gemäß FRAHM & FREY (2004), deutsche Artnamen nach NEBEL & PHILIPPI (2000, 2001), Taxonomie und deutsche Bezeichnungen der Spermatophyta gemäß FISCHER et al. (2008).

	Wissenschaftliche Bezeichnung	Deutsche Artnamen	RL	Charakt.	LF	Kürzel
submerse Vegetation	Charophyta					
	<i>Chara aspera</i>	Raue Armleuchteralge	*	Ref	Hyd	Cha asp
	<i>Chara contraria</i>	Gegensätzliche Armleuchteralge	*	Typ	Hyd	Cha con
	<i>Chara contraria var. hispidula</i>	Gegensätzliche Armleuchteralge	*	Ref	Hyd	Cha cvh
	<i>Chara delicatula (=C. virgata)</i>	Feine Armleuchteralge	*	Ref	Hyd	Cha del
	<i>Chara globularis</i>	Zerbrechliche Armleuchteralge	*	Ref	Hyd	Cha glo
	<i>Chara hispida</i>	Steifhaarige Armleuchteralge	*	Ref	Hyd	Cha his
	<i>Chara polyacantha (= C. aculeolata)</i>	Vielstachelige Armleuchteralge	*	Ref	Hyd	Cha pol
	<i>Chara rudis (= C. subspinososa)</i>	Furchenstachelige Armleuchteralge	*	Ref	Hyd	Cha rud
	<i>Chara strigosa</i>	Striemen-Armleuchteralge	*	Ref	Hyd	Cha str
	<i>Nitella flexilis</i>	Biegsame Glanzleuchteralge	*	Ref	Hyd	Nit fle
	<i>Nitella opaca</i>	Dunkle Glanzleuchteralge	*	Ref	Hyd	Nit opa
	<i>Nitella syncarpa</i>	Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge	*	Ind	Hyd	Nit syn
	<i>Tolypella glomerata</i>	Kleine Baumleuchteralge	*	Ref	Hyd	To1 glo
	Bryophyta					
	<i>Calliergonella cuspidata</i>	Spießmoos		Ind	Hyd	Cae cus
	<i>Fontinalis antipyretica</i>	Gemeines Brunnenmoos		Ind	Hyd	Fon ant
	Spermatophyta					
	<i>Elodea canadensis</i>	Kanada-Wasserpest		Ni	Hyd	Elo can
	<i>Elodea nuttallii</i>	Nuttall-Wasserpest		Npi	Hyd	Elo nut
<i>Myriophyllum spicatum</i>	Ähren-Tausendblatt		Ind	Hyd	Myr spi	
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Berchtold-Zwerg-Laichkraut		Ind	Hyd	Pot ber	
<i>Potamogeton filiformis</i>	Faden-Laichkraut	2	Ref	Hyd	Pot fil	

Fortsetzung auf nächster Seite.

Fortsetzung von Tab. 7:

	Wissenschaftliche Bezeichnung	Deutsche Artnamen	RL	Charakt.	LF	Kürzel
submerse Vegetation	<i>Potamogeton lucens</i>	Glanz-Laichkraut	3	Bel	Hyd	Pot luc
	<i>Potamogeton x nitens</i>	Schimmer-Laichkraut		Ref	Hyd	Pot nit
	<i>Potamogeton pectinatus</i>	Kamm-Laichkraut		Bel	Hyd	Pot pec
	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Durchwachs-Laichkraut	3	Ind	Hyd	Pot per
	<i>Potamogeton pusillus s. str.</i>	Gewöhnliches Zwerg-Laichkraut	3	Ind	Hyd	Pot pus
	<i>Potamogeton x sparganiifolius</i>			Ind	Hyd	Pot spa
	<i>Ranunculus circinatus</i>	Spreiz-Wasserhahnenfuß	3	Stör	Hyd	Ran cir
	<i>Ranunculus confervoides</i>	Gebirgs-Haarblatt-Wasserhahnenfuß		Ref	Hyd	Ran con
	<i>Ranunculus trichophyllus s. str.</i>	Gewöhnlicher Haarblatt-Wasserhahnenfuß		Stör	Hyd	Ran tri
	<i>Zannichellia palustris</i>	Sumpf-Teichfaden	- r	Stör	Hyd	Zan pal
emerse Vegetation	Röhrichtarten					
	<i>Carex sp.</i>	Segge		Ind	H	Car sp.
	<i>Deschampsia cespitosa</i>	Horst-Rasenschmiele		Ind	H	Des ces
	<i>Lycopus europaeus</i>	Gewöhnlich-Wolfsfuß		Ind	H	Lyc eur
	<i>Lythrum salicaria</i>	Gewöhnlich-Blutweiderich		Ind	H	Lyt sal
	<i>Phalaris arundinacea</i>	Rohr-Glanzgras		Ind	H	Pha aru
	<i>Phragmites australis</i>	Europa-Schilf		Ind	H	Phr aus
	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Grün-Teichbinse		Ind	A	Sch lac
	<i>Veronica beccabunga</i>	Bach-Ehrenpreis		Ind	A	Ver bec

Genau die Hälfte der vorkommenden Taxa haben einen Eintrag in den Roten Listen Österreichs: Neben den als „generell gefährdet“ geltenden Characeen (13 Taxa) ist der Hallstätter See Standort von 6 weiteren Rote-Liste-Arten: *Potamogeton filiformis* ist in Österreich „stark gefährdet“. *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. pusillus* und *Ranunculus circinatus* gelten als „gefährdet“. *Zannichellia palustris* ist als „regional gefährdet“ eingestuft. Somit ist die Makrophytenvegetation des Hallstätter Sees alleine aus naturschutzfachlicher Sicht als äußerst wertvoll einzustufen.

4.2 Pflanzenmengen (APM & mAPM)

Auskunft über die im Gewässer vorhandenen Pflanzenmengen einzelner Arten oder Artengruppen erhält man über die Betrachtung der Absoluten Pflanzenmenge (APM) bzw. der mittleren Absoluten Pflanzenmenge (mAPM). Um die Interpretation der in Tab. 8 präsentierten Zahlenwerte zu erleichtern, sei folgende Verdeutlichung vorangestellt: Bei der gegebenen mittleren (uferlängengewichteten) Vegetationsgrenze im Hallstätter See von fast 9 m ist für eine einzelne Art ein mAPM-Wert von 1.087 das potenzielle Maximum (maximale Pflanzenmenge x mittlere [uferlängengewichtete] Tiefenausbreitung = max. PM x mittlere TA = 125 x 8,696 = 1.087).



Die Maximalwerte werden von einzelnen Arten quasi nie erreicht, da deren Vorkommen jeweils auf einen bestimmten Tiefenbereich innerhalb eines Transekts beschränkt sind (vgl. Tiefenverbreitungsgraphiken, Kapitel 4.4). Für die verschiedenen Pflanzengruppen oder gar die Gesamtheit der Vegetation hingegen können diese Maximalwerte bei sehr dichten, über den gesamten Tiefenbereich reichenden oder sich stockwerkartig überlagernden Beständen (kumulative Werte der Einzelarten) jedoch teilweise erreicht bzw. in Einzelfällen sogar überschritten werden.

Zur Erleichterung der Interpretation werden die mAPM-Werte auch als Besiedelungsanteil angegeben. Der „reale“ Besiedelungsanteil (BA-real) beschreibt hierbei den von einer bestimmten Art oder Artengruppe besiedelten Anteil der im betreffenden See zum Zeitpunkt der Kartierung für eine Besiedelung mit dieser Art oder Artengruppe zur Verfügung stehenden Fläche.

Um Kartierungen zu verschiedenen Zeitpunkten oder auch in verschiedenen Gewässern hinsichtlich des Besiedelungsanteils vergleichen zu können, wird weiters der Normierte Besiedelungsanteil (BA-normiert) angegeben. Dieser nimmt für die verschiedenen Artengruppen Bezug auf jeweils fix definierte Tiefenbereiche, die für eine Besiedelung theoretisch zur Verfügung stehen. Hierfür werden, wie in Kapitel 3.2.2 erläutert, für die einzelnen Vegetationsgruppen verschiedene Tiefenausdehnungen festgelegt: Röhrichtvegetation: 0-1,5 m, Schwimmblattpflanzen: 0-3 m, submerse Höhere Pflanzen: 0-10 m, Characeen und Moose: 0-20 m. Das sich daraus ergebende theoretische Maximum der mAPM-Werte beträgt dementsprechend für die Röhrichtvegetation 187,5, für Schwimmblattpflanzen 375, für submerse Höhere Pflanzen 1250 sowie für Characeen und Moose 2500.

Betrachtet man die mAPM-Werte und die sich daraus ergebenden Besiedelungsanteile der einzelnen Pflanzengruppen im Hallstätter See (Tab. 8), so wird ersichtlich, dass die Pflanzenmengen eher niedrig sind. Characeen belegen etwas mehr als ein Viertel des bewachsenen Bereichs, Höhere submerse Pflanzen weniger als ein Fünftel und das Röhricht unter 1 %. Die kleinste Gruppe bilden aquatische Moose, welche einen realen Besiedelungsanteil von weniger als 0,02 % aufweisen. Betrachtet man den theoretisch für die einzelnen Artengruppen zur Verfügung stehenden Lebensraum wird ersichtlich, dass selbst die weitest verbreitete Gruppe, die Characeen, lediglich etwas mehr als 10 % besiedeln. Submerse Höhere Pflanzen nehmen etwa 17 % und die Röhrichtvegetation weniger als 5 % ein. Schwimmblattarten kommen im See nicht vor. Insgesamt ist im Hallstätter See nur etwa ein Fünftel des theoretisch zur Verfügung stehenden Lebensraums (bis 20 m Wassertiefe) von Makrophyten bewachsen.

Tab. 8: Mittlere Absolute Pflanzenmenge der verschiedenen Pflanzengruppen mit Maxima und errechneten Besiedelungsanteilen im Hallstätter See.

Pflanzengruppe	mAPM	Potenzielles Maximum	BA-real	Theoretisches Maximum	BA-normiert
Characeen	314,7	1087	28,9 %	2500	12,6 %
Moose	0,2	1087	0,02 %	2500	0,01 %
Höhere Pflanzen submers	211,4	1087	19,4 %	1250	16,9 %
Schwimblattarten	0	1087	0 %	375	0 %
Röhricht	8,0	1087	0,7 %	187,5	4,2 %
Gesamt	534,3	1087	49,2 %	2500	21,4 %

4.3 Vegetationszusammensetzung und Dominanzverhältnisse (RPM)

Zur Beschreibung der mengenmäßigen Zusammensetzung der Vegetation wird die Relative Pflanzenmenge (RPM; PALL & JANAUER, 1995) herangezogen. Die RPM ermöglicht es, die Mengen- bzw. Dominanzverhältnisse zwischen verschiedenen Arten oder auch Artengruppen anzugeben. Der RPM-Wert einer Art bzw. Artengruppe repräsentiert den prozentualen Anteil der Pflanzenmenge dieser Art bzw. Artengruppe an der Gesamtpflanzenmenge.

Für die Seen der Nördlichen Kalkhochalpen <1.000 m ü.A., wie den Hallstätter See, sind als charakteristische Vegetationseinheiten allen voran Characeen zu nennen. Daneben sind submerse Höhere Pflanzen zu erwarten. Weiters können aquatische Moose vorkommen. Zudem können, je nach den morphologischen Verhältnissen in mehr oder weniger großen Mengen, Schwimblatt- und Röhrichtbestände vorhanden sein.

Abb. 15 zeigt die Mengenteile der verschiedenen Artengruppen im Hallstätter See. Die Vegetationsausstattung des Sees entspricht demnach nur annähernd den typspezifisch zu erwartenden Gegebenheiten. Als dominante Pflanzengruppe erweisen sich zwar erwartungsgemäß Characeen, die allerdings nur etwas mehr als die Hälfte der insgesamt vorhandenen Pflanzenmenge stellen. Höhere submerse Pflanzen machen hingegen einen für diesen Seentyp unüblich hohen Anteil von mehr als einem Drittel der Gesamtpflanzenmenge aus.

Die überwiegend sehr steil abfallenden Ufer des Hallstätter Sees stellen weder für Schwimblatt- noch für Röhrichtarten besonders geeignete Standorte dar. So fehlen im Hallstätter See naturgemäß Schwimblattpflanzen völlig und größere Röhrichtbestände sind nahezu ausschließlich auf die flach auslaufenden Uferzonen am Nord- und Süden des Sees beschränkt. Entsprechend gering fällt mit 1,5 % der RPM-Wert dieser Artengruppe aus.

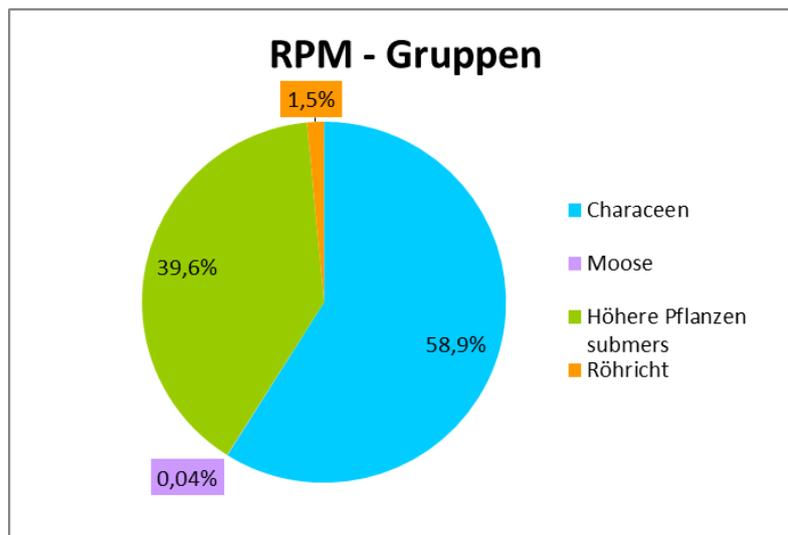


Abb. 15: Mengenanteile der verschiedenen Artengruppen im Hallstätter See.

Die Mengenrangskala der einzelnen Taxa (Abb. 16) wird von einem Vertreter der Armeleuchteralgen, *Chara aspera*, angeführt. Die Art stellt alleine fast 20 % der insgesamt vorhandenen Pflanzenmenge. Zweithäufigstes Taxon ist mit dem Neophyten *Elodea canadensis* (15,8 %) ein Vertreter der Höheren submersen Pflanzen. Auf den Rängen drei bis fünf finden sich erneut Charophyta (*Chara delicatula* [15,2 %], *Chara contraria var. hispidula* [5,6 %] und *Nitella opaca* [4,4 %]). Die häufigste Röhrichtart ist *Phragmites australis* (0,9 %) und das häufigste Moos *Calliergonella cuspidata* (0,027 %).

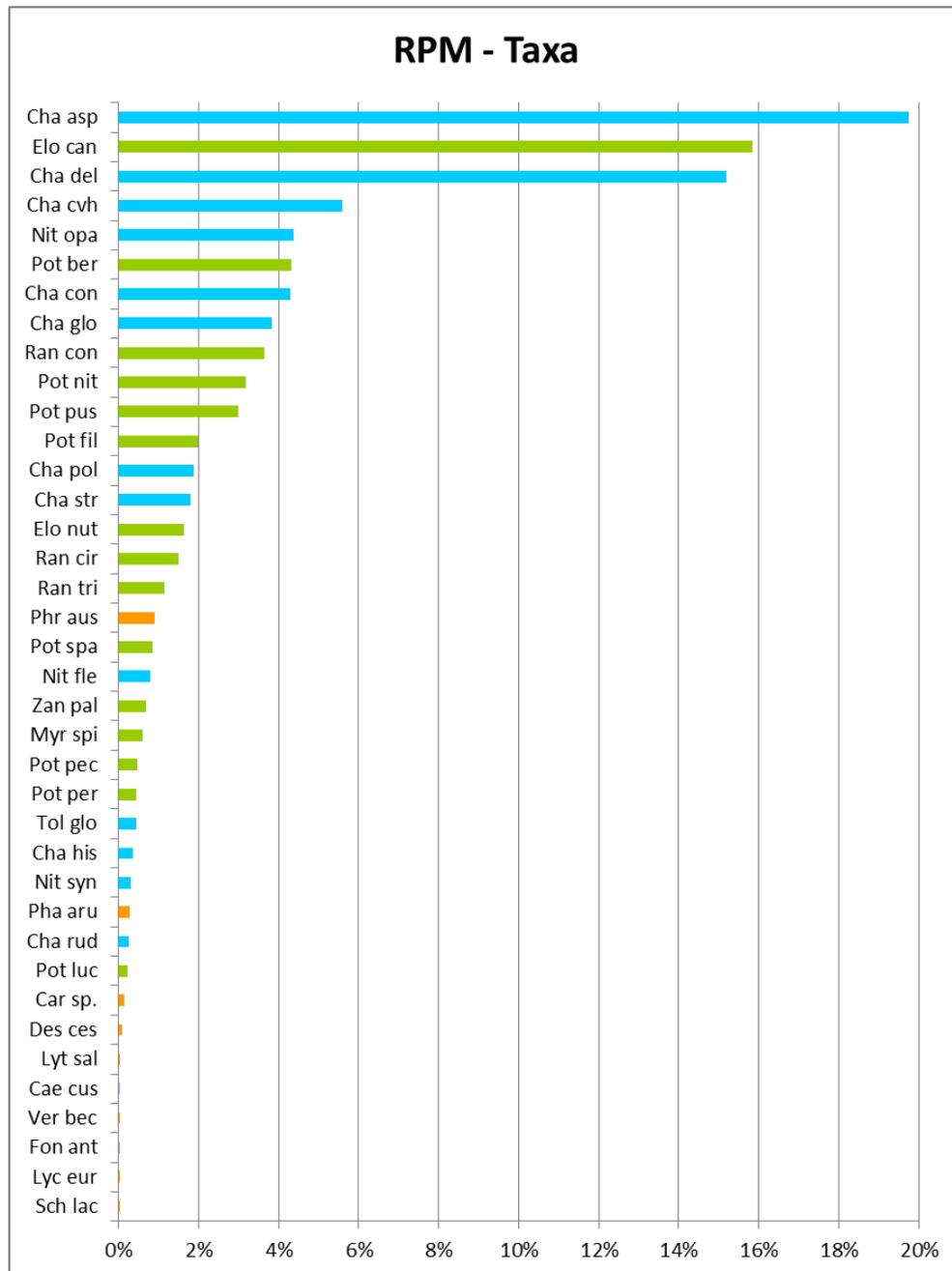


Abb. 16: Überblickswise Darstellung der Mengenanteile der einzelnen Taxa im Hallstätter See (Farbgebung gemäß Artengruppe). Genaue Werte in jeweiligen Factsheets.



4.4 Verbreitung der einzelnen Arten

Auf den folgenden Datenblättern sind für jede einzelne Art jeweils die wichtigsten Informationen zu den ökologischen Eigenschaften sowie dem Vorkommen und der Verbreitung am Hallstätter See zusammengestellt. Das Factsheet ist in einen allgemeinen, einen seentypspezifischen und einen seespezifischen Block unterteilt.

Im **allgemeinen** Teil findet sich jeweils eine generelle Artbeschreibung mit einem Foto aus dem untersuchten See (sofern nicht anders angegeben). Darunter, im **seentypspezifischen** Block, ist angegeben, in welcher Vegetationszone die Art üblicherweise angesiedelt ist. Für die untergetauchten Arten erfolgt hierbei eine Einteilung in die Zonen „Flachwasser“, „Mittlerer Tiefenbereich“ und „Tiefe“. Hinzu kommen die von den Schwimmblattpflanzen gebildete „Schwimmblattzone“ und die von emersen Arten besiedelte „Röhrichtzone“. Weiters ist hier vermerkt, ob es sich um eine „Referenzart“ (Art, die unter Referenzbedingungen unbedingt zu erwarten ist), eine „typspezifische Art“ (Art, die dem Gewässertyp angehört), einen „Belastungszeiger“ (Arten, die moderate Belastungen [meist Nährstoffbelastung] anzeigen) oder einen „Störzeiger“ (Arten, die starke Belastungen und damit eine deutliche Abweichung vom Referenzzustand anzeigen) handelt. Extra ausgewiesen werden hier auch Vertreter der Neophyta. Alle übrigen Arten werden als „indifferent“ klassifiziert.

Im nächsten, dem **seespezifischen**, Block erfolgen graphische Darstellungen der Frequenz (% der Transekte, in denen die Art nachgewiesen werden konnte), des Realen Besiedelungsanteils (von jeweiliger Art eingenommener Anteil des in diesem See von Makrophyten besiedelten Lebensraums; falls $\leq 0,1$ %, dann Angabe des Wertes) und des Normierten Besiedelungsanteils (von jeweiliger Art eingenommener Anteil des theoretisch besiedelbaren Lebensraumes; falls $< 0,05$ %, dann Angabe des Wertes) sowie die Charakteristik der Tiefenverbreitung (Tiefenbereich, in dem 80 % der Pflanzenvorkommen dieser Art im Hallstätter See gefunden wurden, mit Tiefenverbreitungsschwerpunkt). Bei den Taxa der Röhrichtvegetation wurde auf die Darstellung der Tiefenverbreitung verzichtet, da diese ohnehin an den direkten Uferbereich und die oberste Flachwasserzone gebunden sind. Zur Verdeutlichung der mengenmäßigen Bedeutung der Art im Gewässer sind weiters jeweils der Mengenanteil des Taxons an der Gesamtpflanzenmenge und an der Menge der betreffenden Pflanzengruppe sowie die entsprechenden Ränge angegeben.

Auf der jeweils gegenüberliegenden Seite finden sich eine kartographische Darstellung der Verbreitung der Art im Hallstätter See mit detaillierter Graphik zur Tiefenausbreitung (ausgenommen Moose und Röhrichtpflanzen) sowie eine verbale Beschreibung der Ergebnisse.



SEEN – MAKROPHYTEN

Ergebnisse

Oberösterreich
2019
Hallstätter See



4.4.1 UNTERGETAUCHTE VEGETATION

4.4.1.1 *Charophyta* (Armleuchteralgen)

Characeen stellen am Hallstätter See fast 60 % der Gesamtpflanzenmenge. Bei fast allen vorkommenden Spezies handelt es sich um Referenzarten (n= 11). Daneben kommt eine typspezifische Art (*Chara contraria*) vor, ein weiterer Vertreter der Charophyta, *Nitella syncarpa*, zählt in diesem Seentyp als indifferent.

Characeen sind im Allgemeinen auf oligotrophe bis mesotrophe Standorte beschränkt, nur wenige Arten dringen bis in den eutrophen Bereich vor. Lange Zeit wurde angenommen, dass Characeen aus physiologischen Gründen bei Total-Phosphor-Konzentrationen über 20 µg/l nicht mehr vorkommen können. Diese Annahme gründete auf Untersuchungen von FORSBERG (1964, 1965a, 1965b), der bei einigen Characeenarten bei Konzentrationen über diesem Wert Wachstumshemmungen und Wachstumsanomalien festgestellt hatte. Nach späteren Studien (BLINDOW, 1988) tritt allerdings selbst bei einer Konzentration von 1.000 µgTP/l keine merkliche Wachstumshemmung auf. Die Ursache dafür, dass Characeen bei höheren Nährstoffkonzentrationen in der Natur zurückgehen, ist daher möglicherweise weniger in einer direkten Hemmwirkung des Phosphors, sondern hauptsächlich in der Veränderung der Konkurrenzbedingungen am Standort zu suchen.

Der Bau der Armleuchteralgen ist charakterisiert durch die regelmäßige Untergliederung des Thallus in Knoten (Nodi) und Stängelglieder (Internodien). Aus den Knoten entspringen Quirle von Seitenzweigen mit derselben Gliederung wie die Hauptachse, die den Pflanzen das eigentümliche „armleuchterartige“ Aussehen verleihen. Die Pflanzen erreichen eine Höhe von 5 bis 50 (maximal ca. 200) cm und sind mittels farbloser Zellfäden (Rhizoide) im Substrat verankert. Feinsandiges oder schlammiges Substrat wird bevorzugt. Hierbei reichen aber auch kleinste Sedimentansammlungen zwischen Steinblöcken aus.

Armleuchteralgen halten sich in der Regel isoliert von Höheren Pflanzen und bilden zumeist flächendeckende Einartbestände. Kennzeichnend ist die Ausbildung dichter, zusammenhängender unterseeischer Rasen. Ein allelopathisches Abwehrvermögen, dessen Ursache in schwefelhaltigen Inhaltsstoffen zu suchen ist, befähigt sie möglicherweise, Aufwuchs und Gesellschaft anderer Makrophyten zu unterdrücken (WIUM-ANDERSEN et al., 1982).

Chara aspera (Rauhe Armleuchteralge)

FACTSHEET

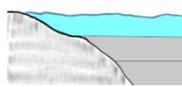
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Chara aspera stellt sehr hohe Ansprüche an die Wasserqualität. Das Verschwinden der Art bei Eutrophierung oder auch nur punktuell erhöhten Nährstoffkonzentrationen ist durch zahlreiche Untersuchungen belegt (vgl. z.B. LANG, 1981; MELZER et al., 1986; PALL & HARLACHER, 1992; PALL, 1996).

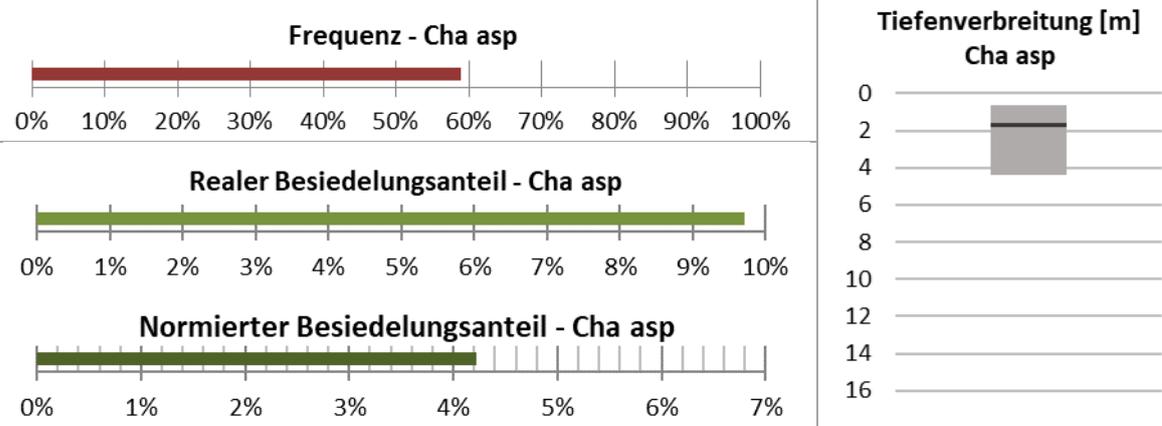
Seentyp



Flachwasser

REFERENZART

See



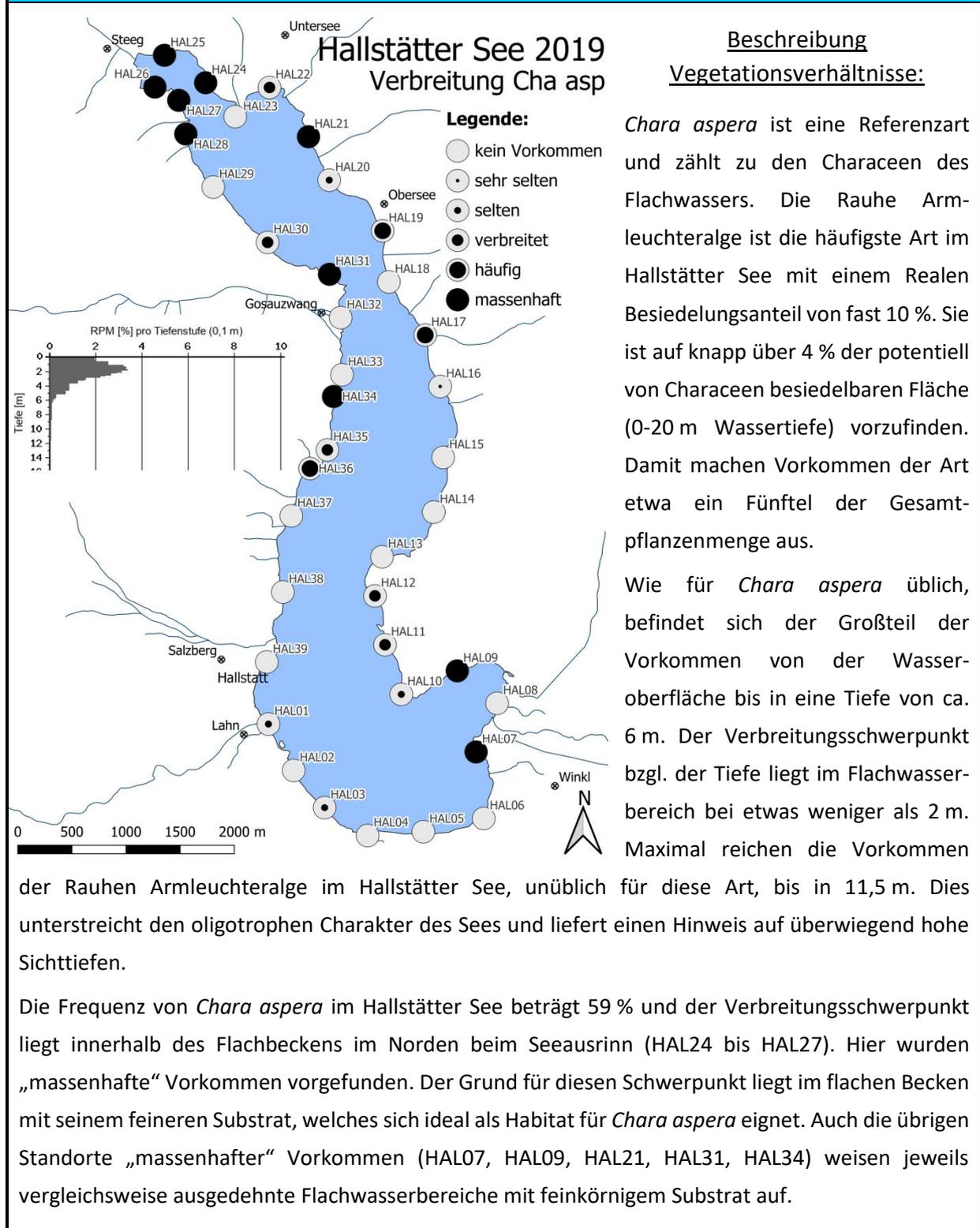
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

19,7 % (Rang 1 von 38)

Anteil an Characeen:

33,5 % (Rang 1 von 13)

Chara aspera (Rauhe Armleuchteralge) VERBREITUNG



Chara contraria (Gegensätzliche Armleuchteralge)

FACTSHEET

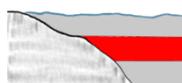
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Chara contraria reagiert, wie Characeen im Allgemeinen, empfindlich gegenüber Nährstoffbelastungen, weist aber innerhalb dieser Gruppe eine vergleichsweise hohe Toleranz auf (MELZER et al., 1986, LENHART et al., 1995).

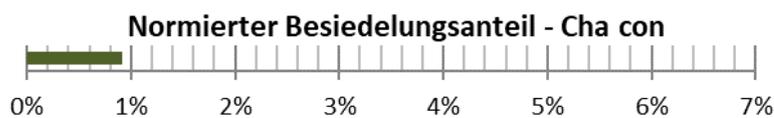
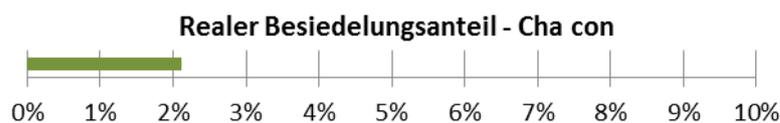
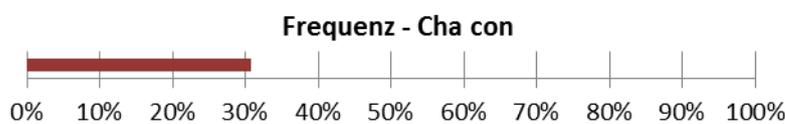
Seentyp



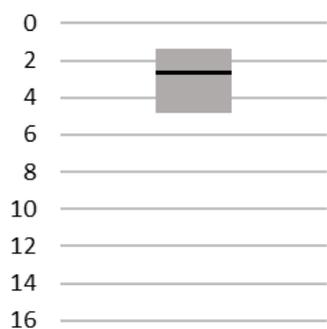
Mittlerer Tiefenbereich

TYPSSPEZIFISCHE ART

See



Tiefenverbreitung [m] Cha con



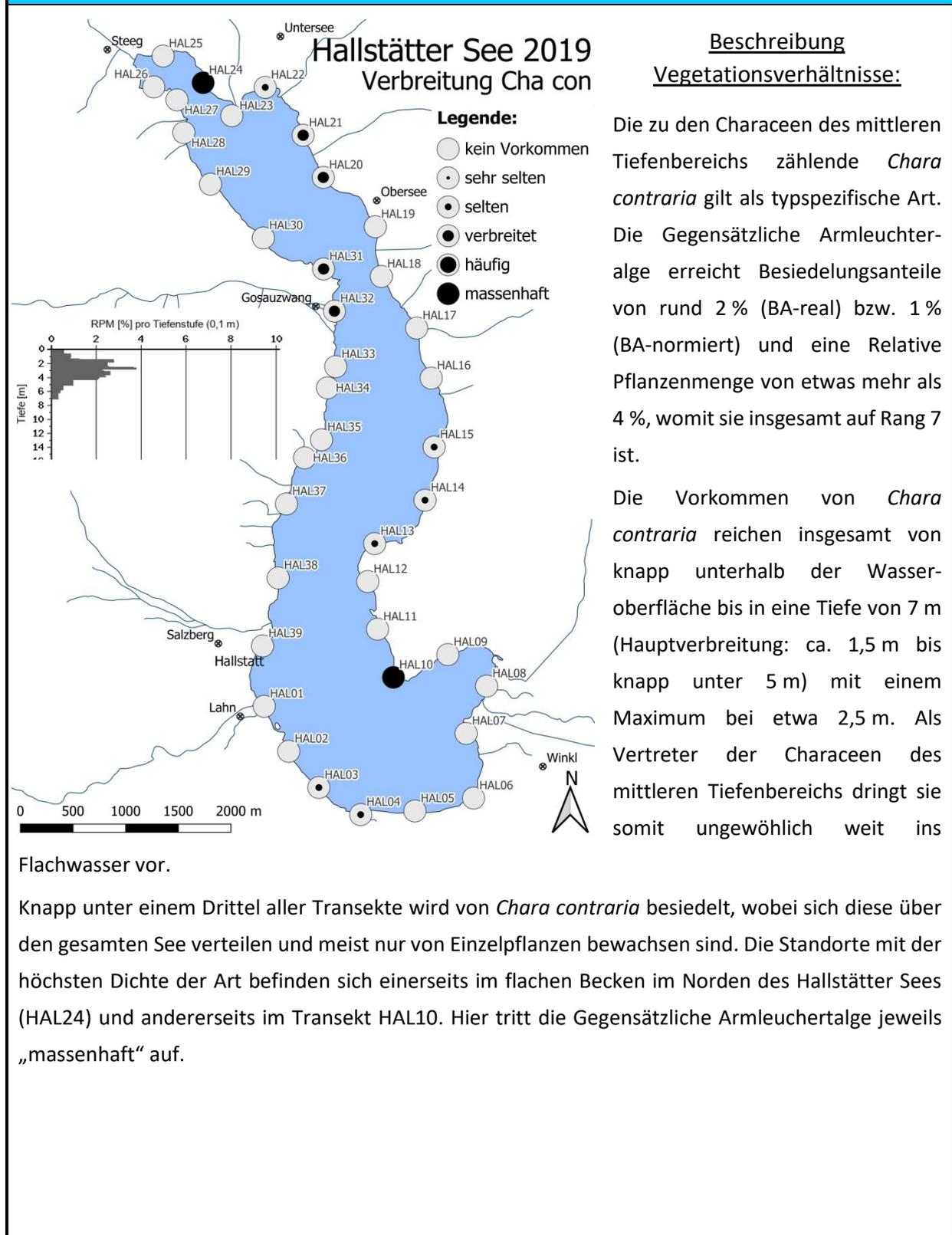
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

4,3 % (Rang 7 von 38)

Anteil an Characeen:

7,3 % (Rang 5 von 13)

***Chara contraria* (Gegensätzliche Armleuchteralge)
VERBREITUNG**



Chara contraria var. *hispidula* (Gegensätzliche Armluchteralge)

FACTSHEET

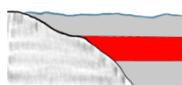
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Chara contraria var. *hispidula* trägt im Unterschied zur Normalform lange, robuste Stacheln. Die ökologischen Valenzen sind ähnlich jenen der *Chara contraria*, wobei allerdings die var. *hispidula* nach eigenen Erfahrungen gegenüber Nährstoffbelastungen deutlich empfindlicher reagiert.

Seentyp

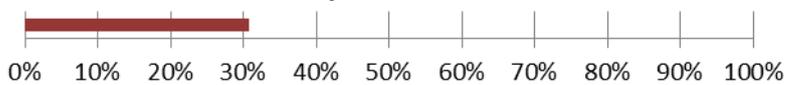


Mittlerer Tiefenbereich

REFERENZART

See

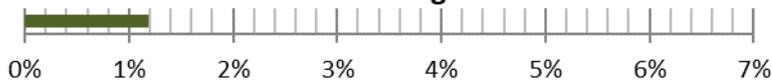
Frequenz - Cha cvh



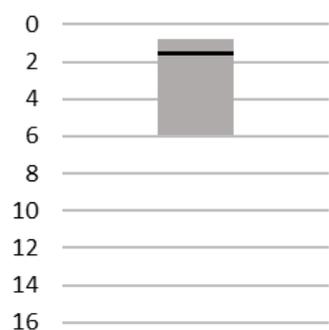
Realer Besiedelungsanteil - Cha cvh



Normierter Besiedelungsanteil - Cha cvh



Tiefenverbreitung [m] Cha cvh



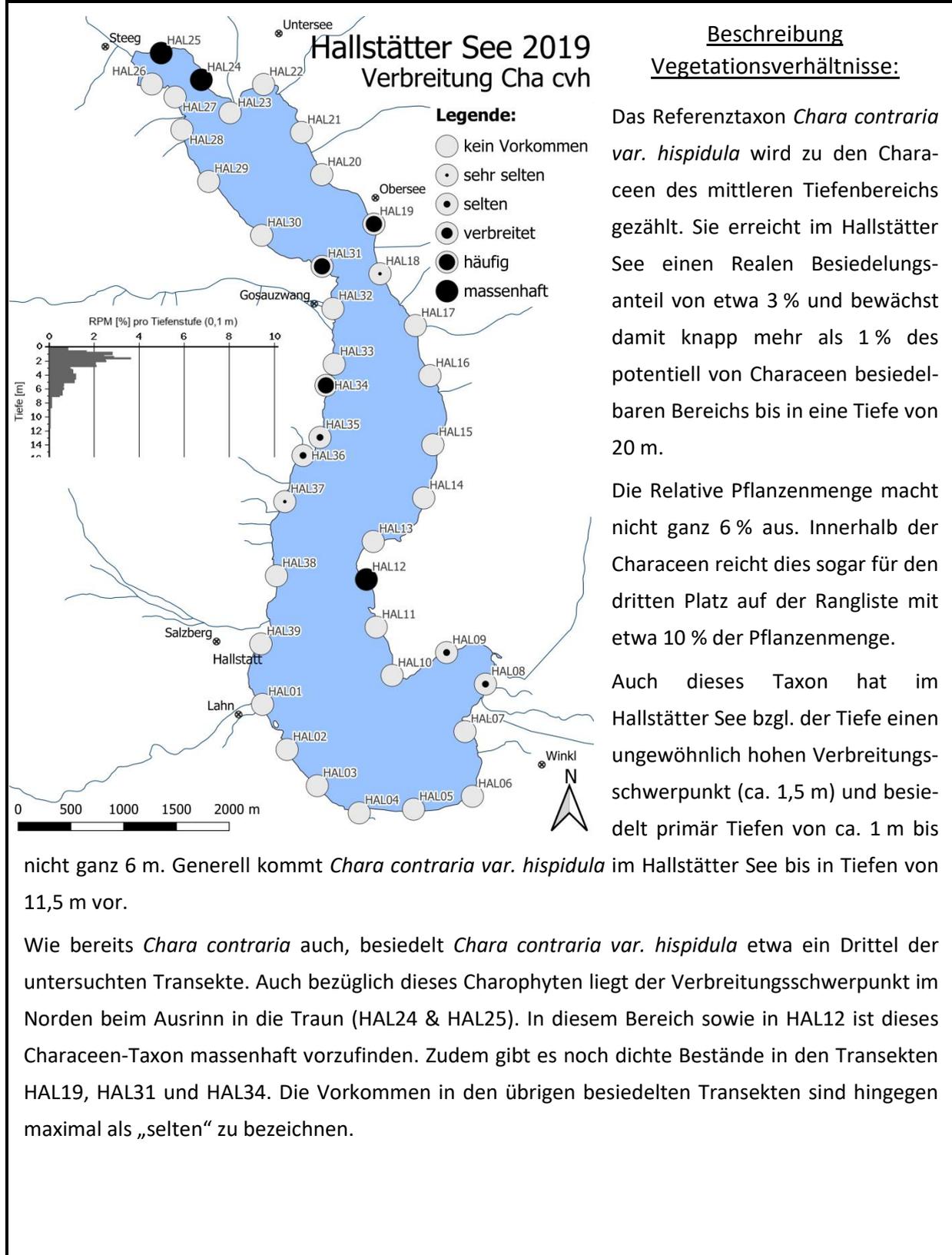
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

5,6 % (Rang 4 von 38)

Anteil an Characeen:

9,5 % (Rang 3 von 13)

***Chara contraria* var. *hispidula* (Gegensätzliche Armlauchteralge)
VERBREITUNG**



Chara delicatula (Feine Armleuchteralge)

FACTSHEET

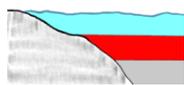
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Chara delicatula bevorzugt üblicherweise Weichwasserstandorte, kommt aber auch in kalkhaltigen Gewässern vor. Die Art reagiert sehr empfindlich gegenüber Nährstoffbelastungen.

Seentyp

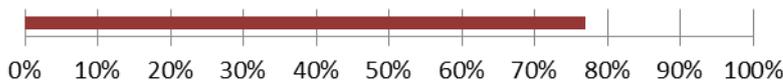


Flachwasser & Mittlerer
Tiefenbereich

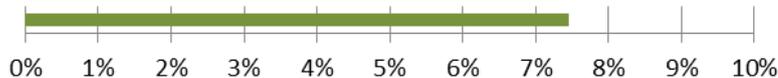
REFERENZART

See

Frequenz - Cha del



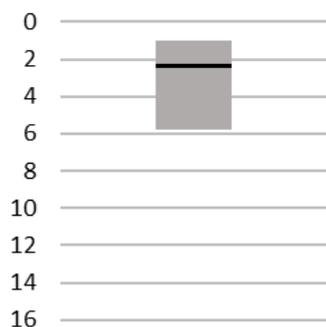
Realer Besiedelungsanteil - Cha del



Normierter Besiedelungsanteil - Cha del



Tiefenverbreitung [m] Cha del



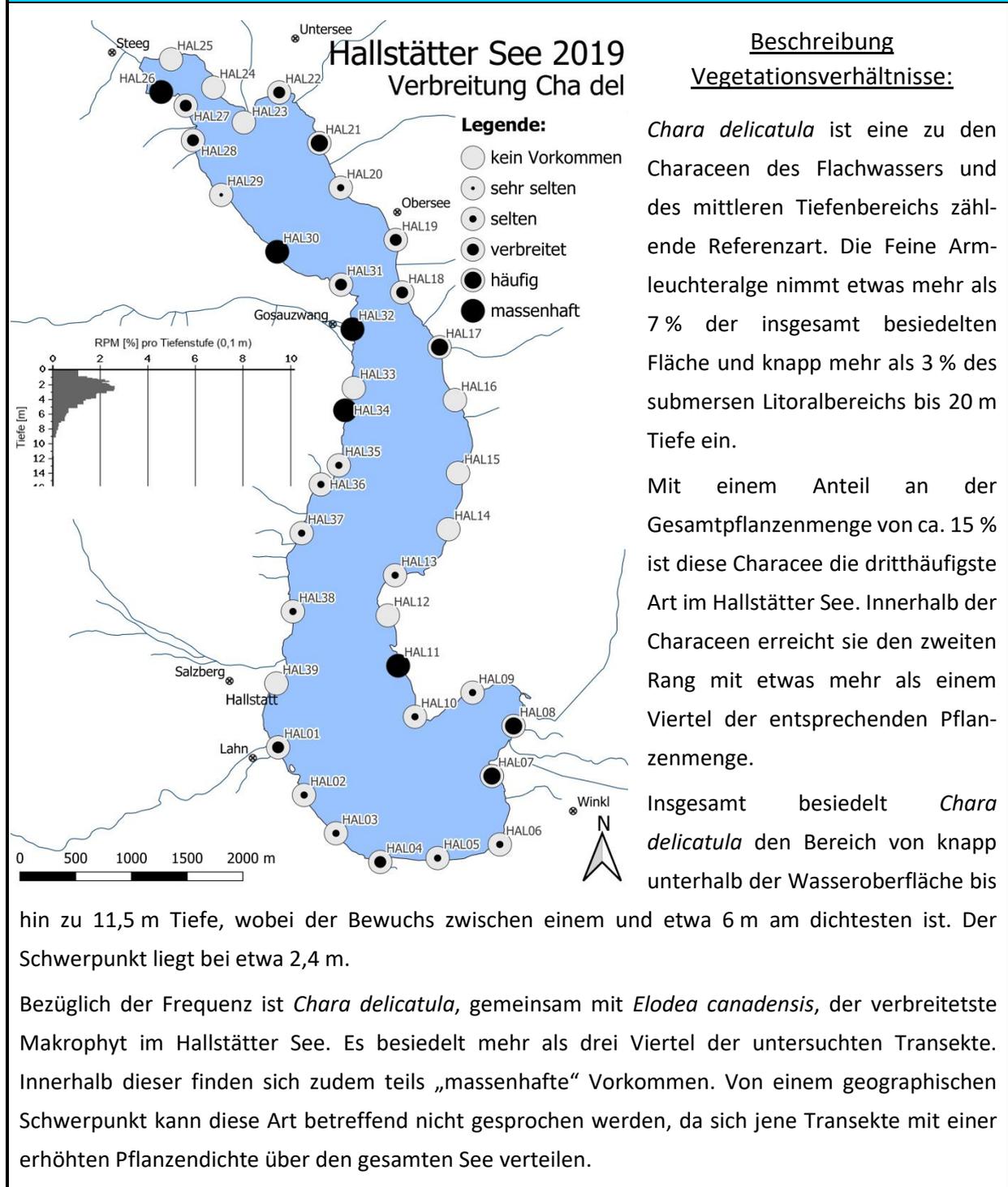
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

15,2 % (Rang 3 von 38)

Anteil an Characeen:

25,8 % (Rang 2 von 13)

Chara delicatula (Feine Armleuchteralge) VERBREITUNG



Chara globularis (Zerbrechliche Armleuchteralge)

FACTSHEET

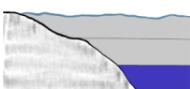
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Chara globularis weist eine vergleichsweise weite ökologische Amplitude auf und stellt an die Wasserqualität geringere Ansprüche als die meisten anderen Vertreter der Armleuchteralgen (vgl. z.B. MELZER et al., 1986; PALL, 1996). Sie ist eine typische Tiefenwasserart und bildet häufig die untere Grenze der Vegetation.

Seentyp

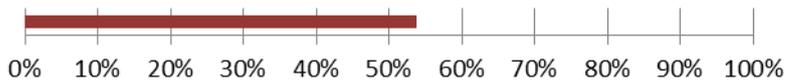


Tiefe

REFERENZART

See

Frequenz - Cha glo



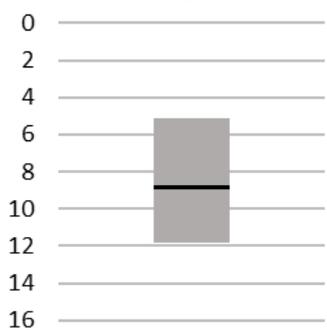
Realer Besiedelungsanteil - Cha glo



Normierter Besiedelungsanteil - Cha glo



Tiefenverbreitung [m] Cha glo



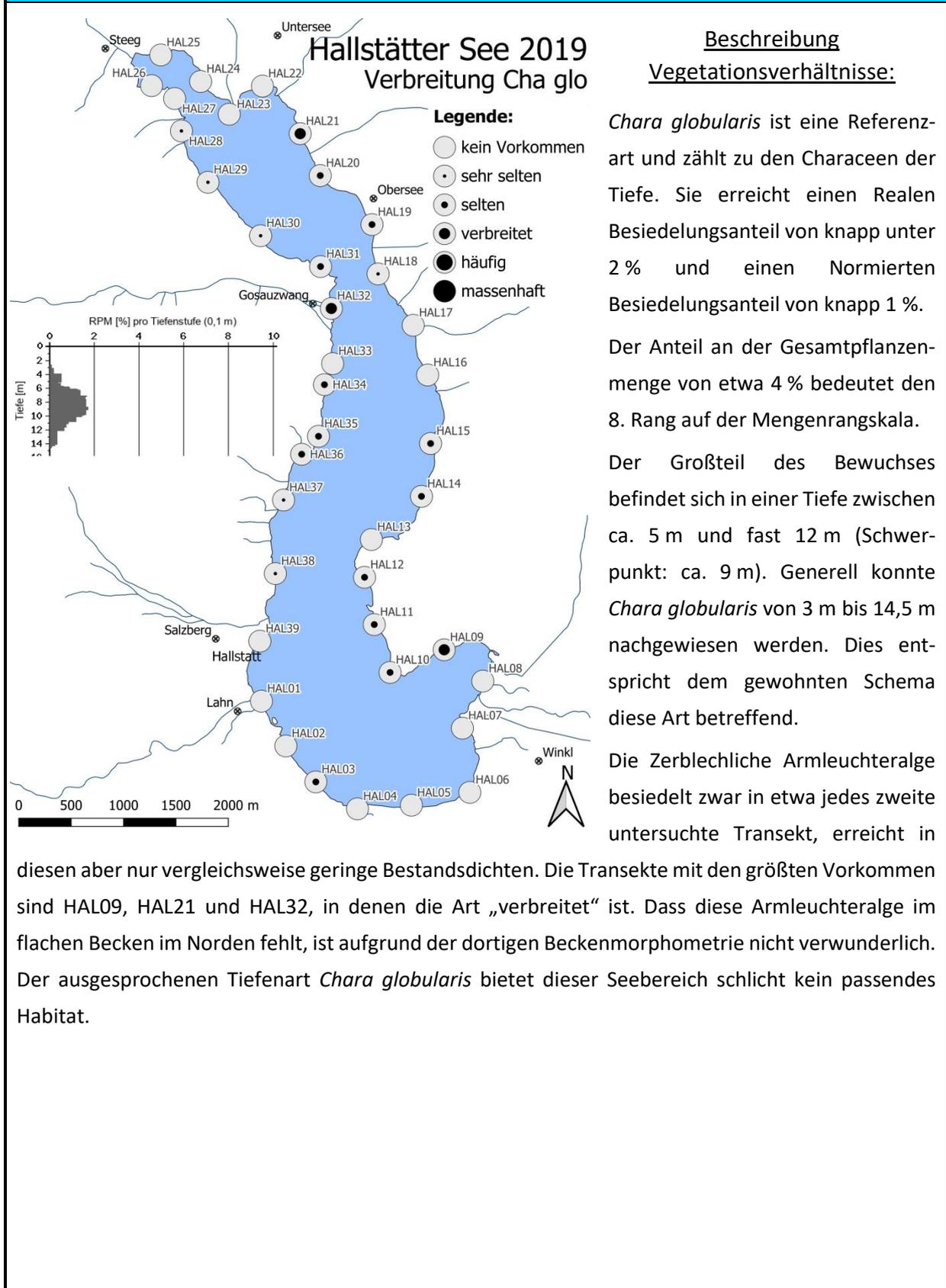
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

3,8 % (Rang 8 von 38)

Anteil an Characeen:

6,5 % (Rang 6 von 13)

Chara globularis (Zerbrechliche Armleuchteralge) VERBREITUNG



Chara hispida (Steifborstige Armleuchteralge)

FACTSHEET

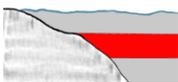
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Chara hispida besiedelt kalkreiche Gewässer. Die hochwüchsige Art zeigt dabei eine besonders starke Bindung an nährstoffarme Standorte. In der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts war besonders in den großen Voralpenseen daher ein massiver Rückgang der Art zu verzeichnen (vgl. z.B. LANG, 1973).

Seentyp

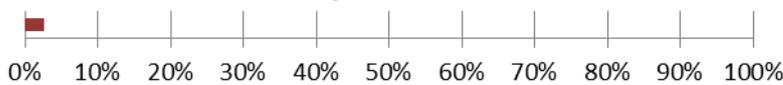


Mittlerer Tiefenbereich

REFERENZART

See

Frequenz - Cha his



Realer Besiedelungsanteil - Cha his



Normierter Besiedelungsanteil - Cha his

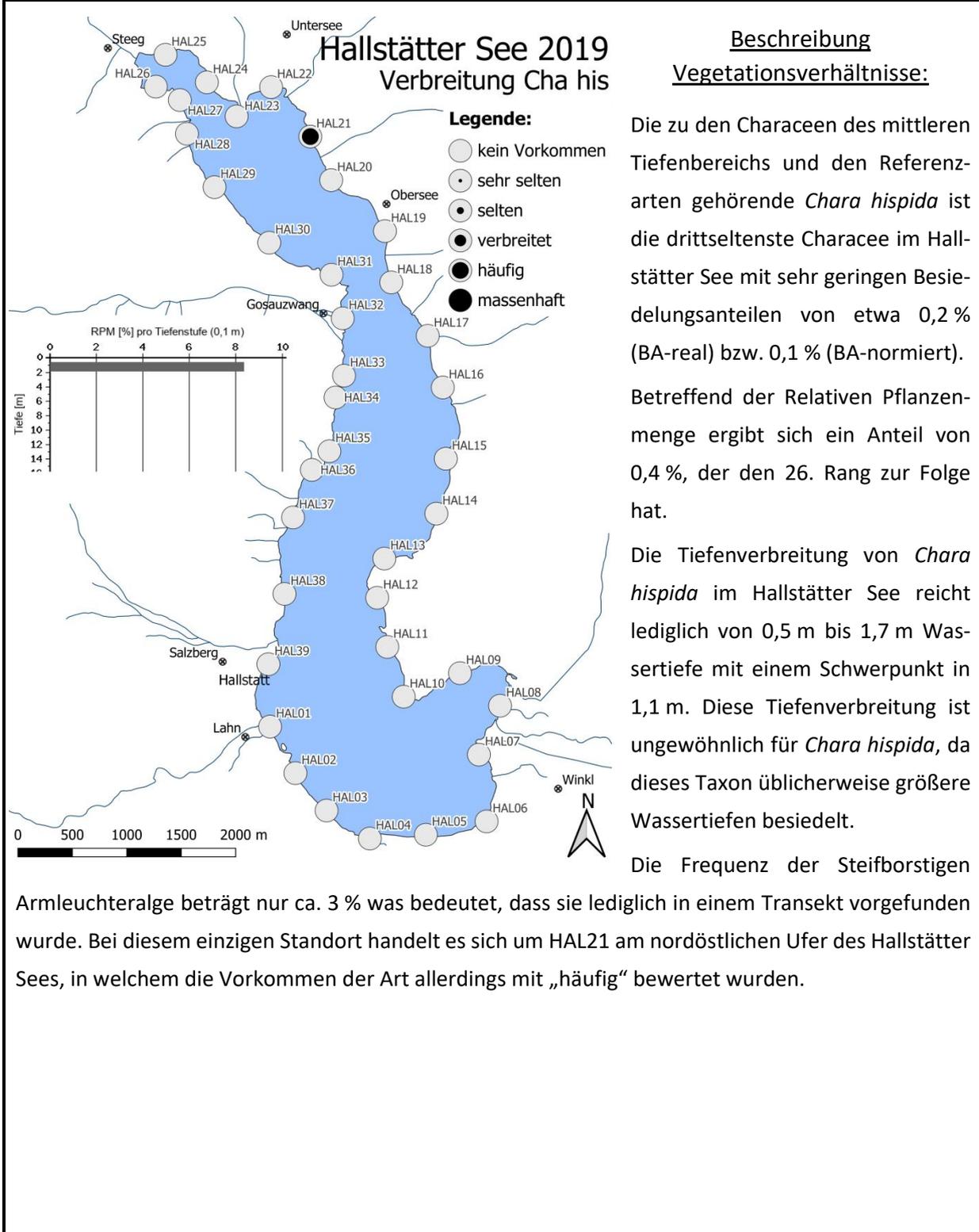


Tiefenverbreitung [m]

Cha his



***Chara hispida* (Steifborstige Armleuchteralge)
VERBREITUNG**



Chara polyacantha (Vielstachelige Armelechteralge)

FACTSHEET

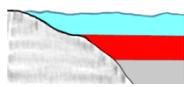
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Die Gräben, Torfstiche und Flachwasserbereiche von Seen vor allem in Kalkgebieten besiedelnde *Chara polyacantha* benötigt unverschmutztes Wasser (KRAUSE, 1997).

Seentyp

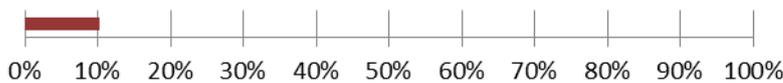


Flachwasser & Mittlerer
Tiefenbereich

REFERENZART

See

Frequenz - Cha pol



Realer Besiedelungsanteil - Cha pol

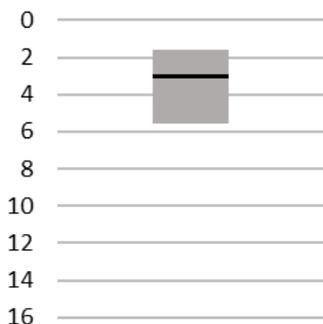


Normierter Besiedelungsanteil - Cha pol



Tiefenverbreitung [m]

Cha pol



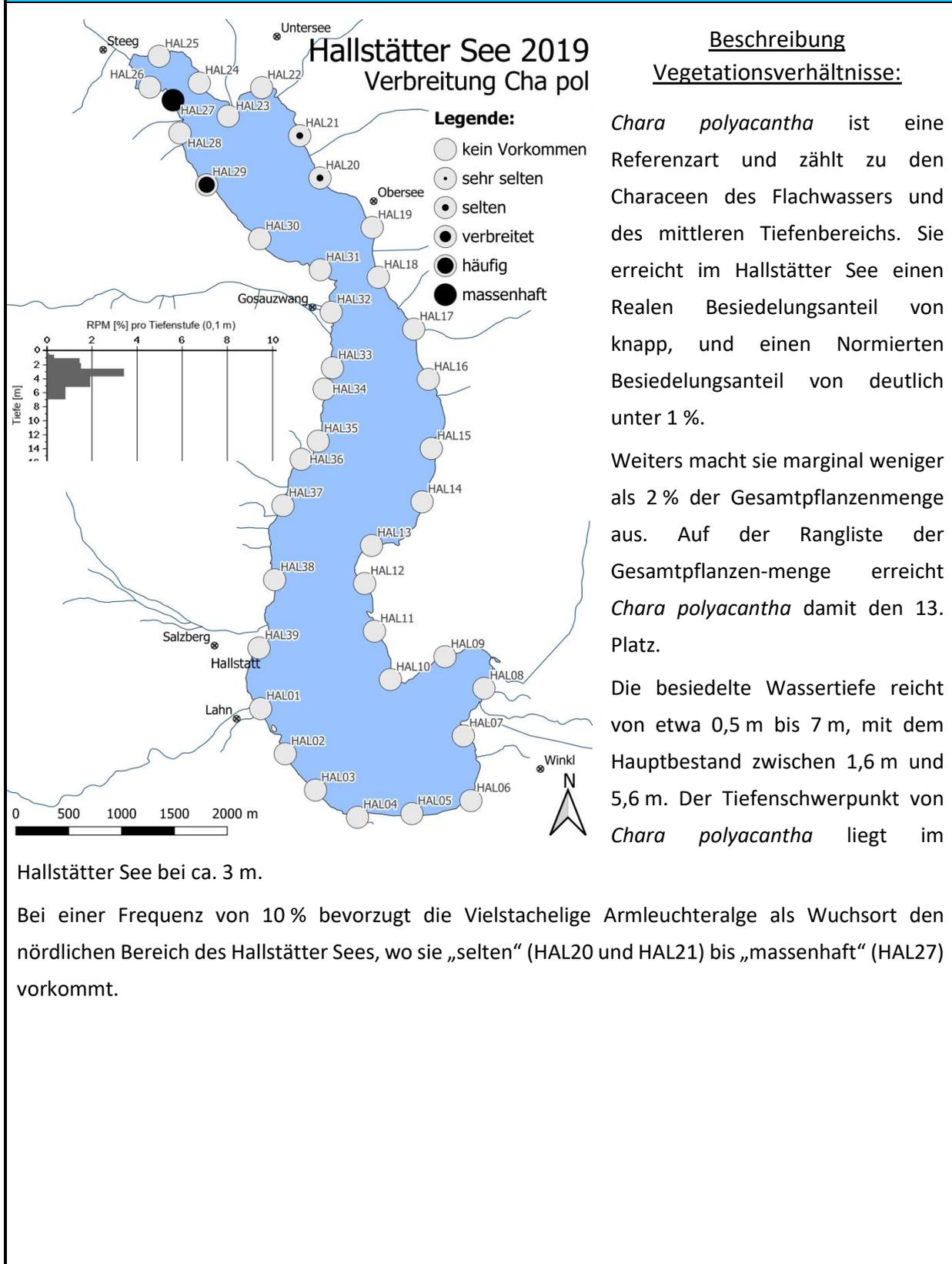
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

1,9 % (Rang 13 von 38)

Anteil an Characeen:

3,2 % (Rang 7 von 13)

Chara polyacantha (Vielstachelige Armleuchteralge) VERBREITUNG



Chara rudis (Furchenstachelige Armleuchteralge)

FACTSHEET

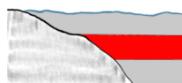
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Chara rudis ist sowohl habituell wie auch hinsichtlich ihrer ökologischen Ansprüche der *Chara hispida* sehr ähnlich. Die Art ist typisch für oligotrophe bis oligo-mesotrophe Seen in Kalkgebieten und sehr empfindlich gegenüber Nährstoffbelastungen, ist in Österreich aber weit weniger häufig anzutreffen als *Chara hispida*.

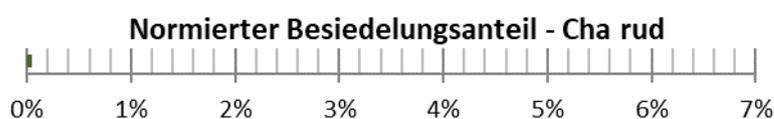
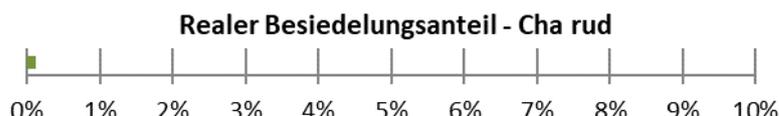
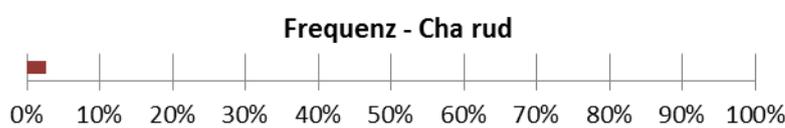
Seentyp



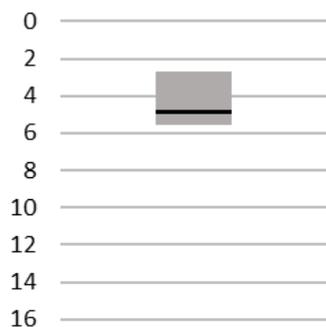
Mittlerer Tiefenbereich

REFERENZART

See



Tiefenverbreitung [m] *Cha rud*



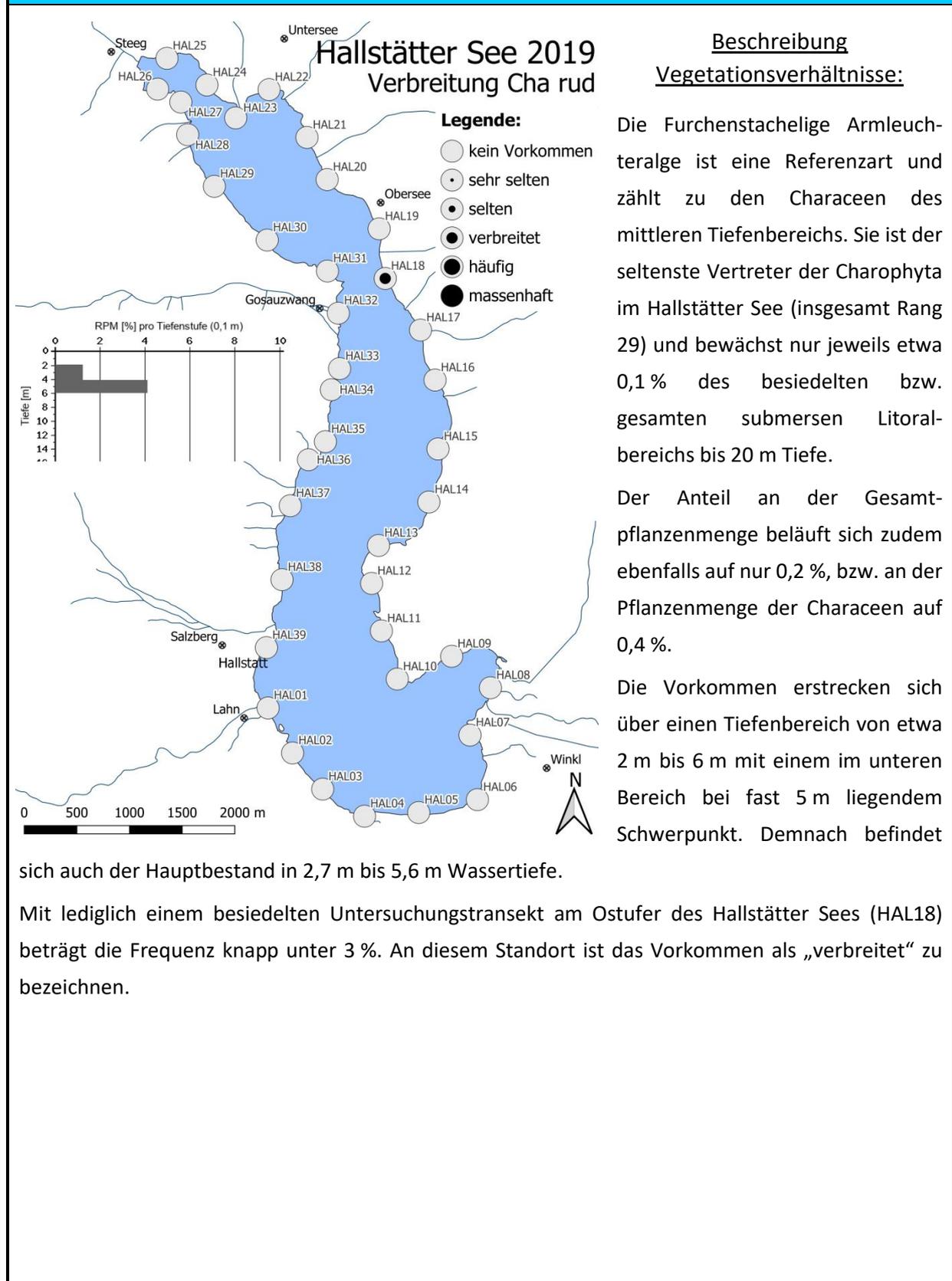
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,2 % (Rang 29 von 38)

Anteil an Characeen:

0,4 % (Rang 13 von 13)

Chara rudis (Furchenstachelige Armeleuchteralge) VERBREITUNG



Chara strigosa (Striemen-Armleuchteralge)

FACTSHEET

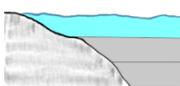
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Chara strigosa ist ein typischer Besiedler oligotropher Gebirgsseen, wobei üblicherweise Höhenlagen von mehr als 1.000 m ü.A. bevorzugt werden. Die Art benötigt kalkreiches und klares Wasser und besiedelt in Seen den Flachwasserbereich. Sie weist nur eine äußerst geringe Fruchtbarkeit auf und verschwindet mit zunehmender Verunreinigung des Wassers (KRAUSE, 1997).

Seentyp



Flachwasser

REFERENZART

See

Frequenz - Cha str



Realer Besiedelungsanteil - Cha str

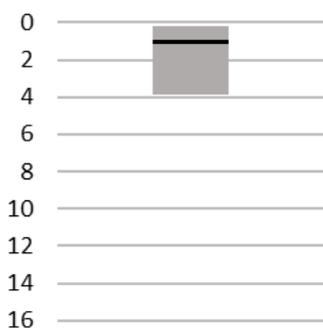


Normierter Besiedelungsanteil - Cha str



Tiefenverbreitung [m]

Cha str



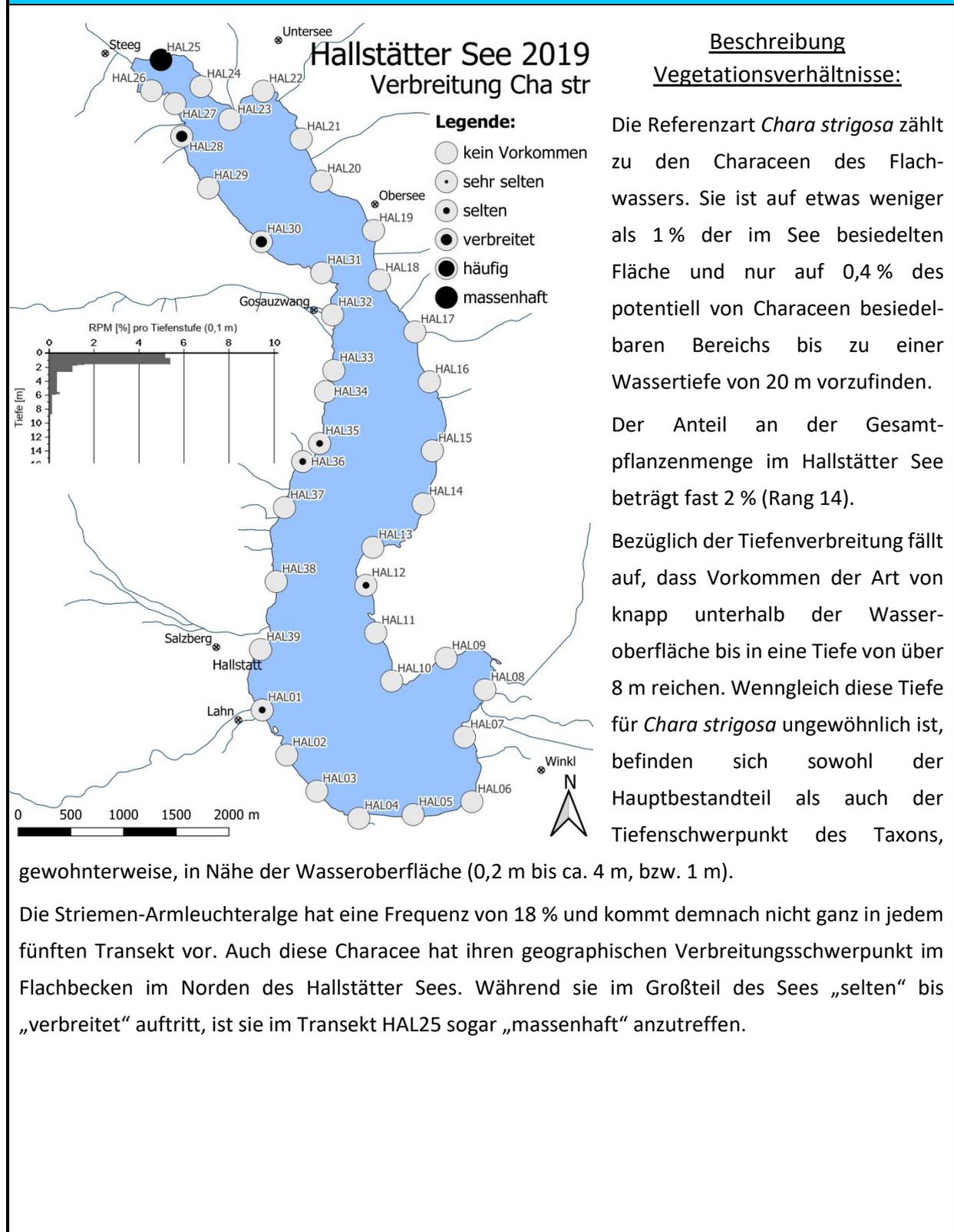
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

1,8 % (Rang 14 von 38)

Anteil an Characeen:

3,0 % (Rang 8 von 13)

Chara strigosa (Striemen-Armluchteralge) VERBREITUNG



Nitella flexilis (Biegsame Glanzleuchteralge)

FACTSHEET

Allgemein

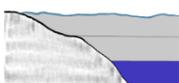


Foto aus anderem Gewässer.

Allgemeine Artbeschreibung:

Nitella flexilis weist je nach Habitat verschiedene Wuchsformen auf und besiedelt unterschiedlichste Standorte. So kommt die Biegsame Glanzleuchteralge sowohl in Bächen und Flüssen, als auch in Kalkhaltigen Seen, Weichwasser-Seen, künstennahen Braunwasserseen und Fischteichen vor. Sie weist zudem eine relativ hohe Unempfindlichkeit gegenüber Verschmutzung auf (KRAUSE, 1997).

Seentyp

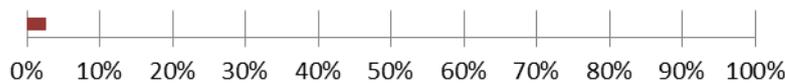


Tiefe

REFERENZART

See

Frequenz - Nit fle



Realer Besiedelungsanteil - Nit fle

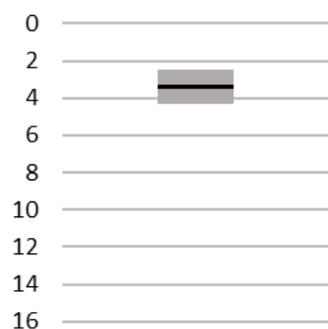


Normierter Besiedelungsanteil - Nit fle



Tiefenverbreitung [m]

Nit fle



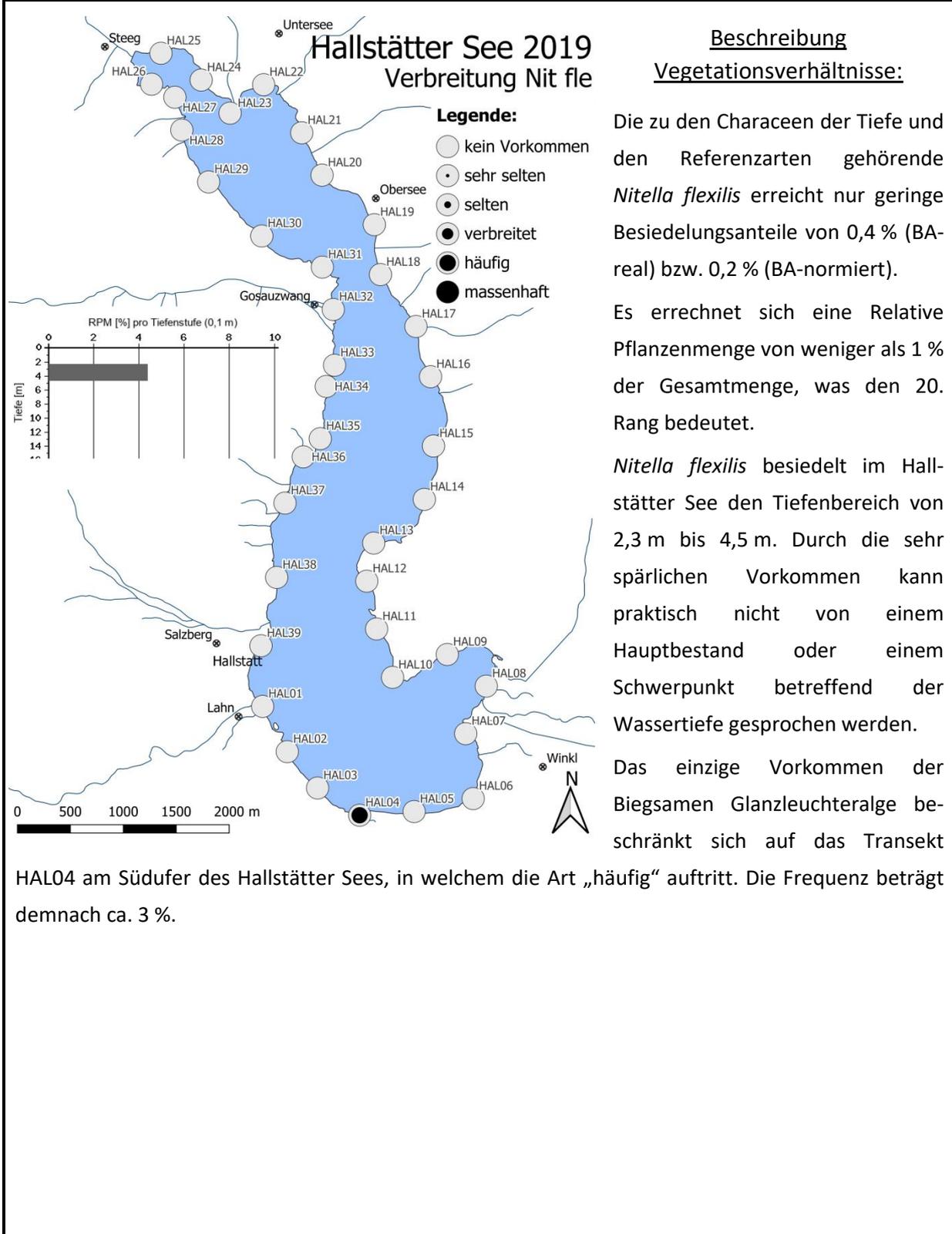
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,8 % (Rang 20 von 38)

Anteil an Characeen:

1,4 % (Rang 9 von 13)

Nitella flexilis (Biegsame Glanzleuchteralge)
VERBREITUNG



Nitella opaca (Dunkle Glanzleuchteralge)

FACTSHEET

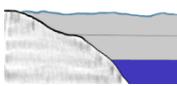
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Nitella opaca zählt zu den typischen Tiefenwasserarten, die zum Wachstum nur geringe Lichtintensitäten benötigen (CORILLION, 1957). Die Art bildet daher in den Alpen- und Voralpenseen zumeist die untere Begrenzung der Vegetation. Sie wurde bis in mehr als 30 m Wassertiefe nachgewiesen (KRAUSE, 1997).

Seentyp

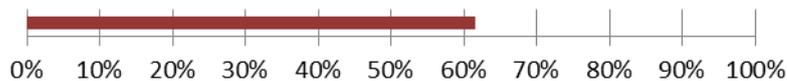


Tiefe

REFERENZART

See

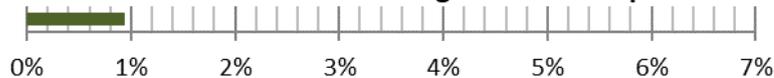
Frequenz - Nit opa



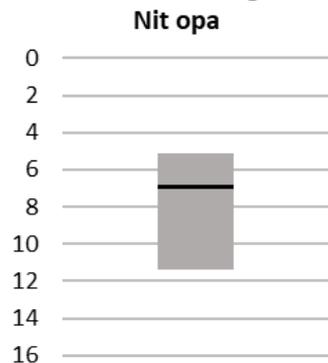
Realer Besiedelungsanteil - Nit opa



Normierter Besiedelungsanteil - Nit opa



Tiefenverbreitung [m] Nit opa



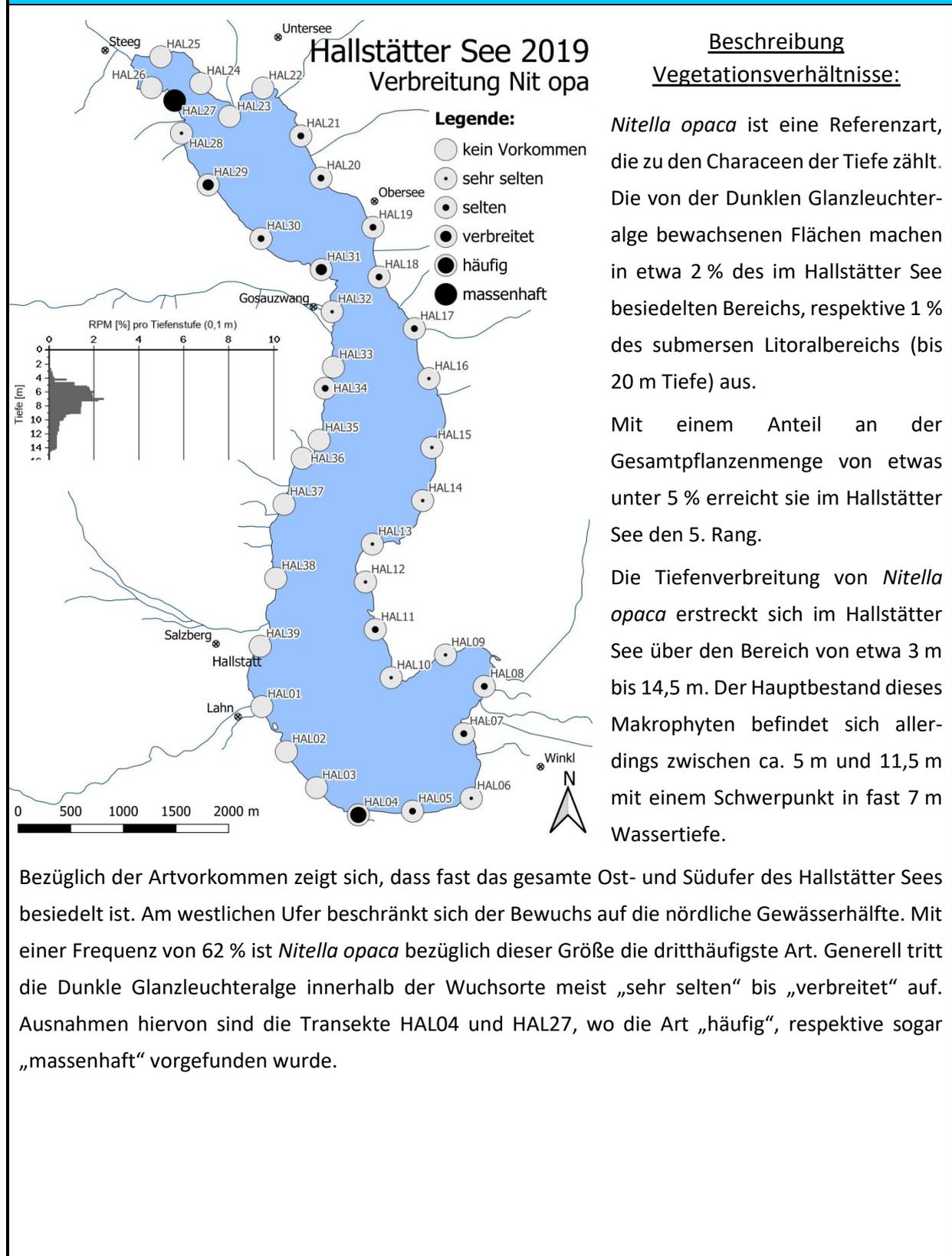
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

4,4 % (Rang 5 von 38)

Anteil an Characeen:

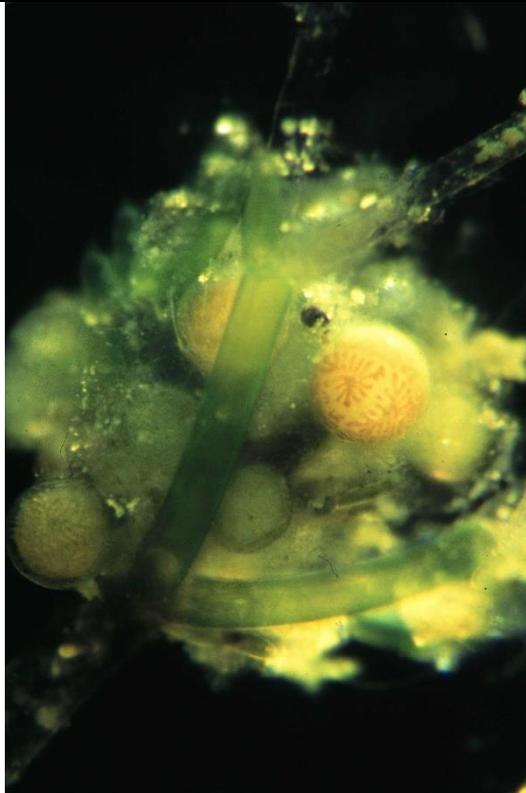
7,4 % (Rang 4 von 13)

Nitella opaca (Dunkle Glanzleuchteralge) VERBREITUNG



Nitella syncarpa (Verwachsenfrüchtige Glanzleuchteralge) FACTSHEET

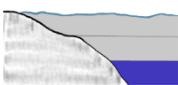
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Nitella syncarpa bevorzugt als Wuchsort Weichwasserstandorte mit vergleichsweise niedrigen pH-Werten und überwiegend schlammigem Untergrund oder auch Sand (KRAUSE, 1997). Weiters sind klares Wasser und wenig Beschattung durch konkurrierende Vegetation von Vorteil (MOORE, 1986).

Seentyp

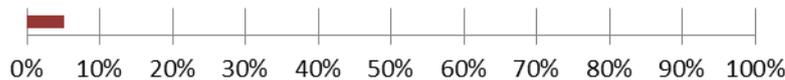


Tiefe

INDIFFERENTE ART

See

Frequenz - Nit syn



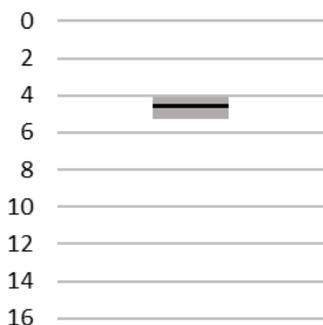
Realer Besiedelungsanteil - Nit syn



Normierter Besiedelungsanteil - Nit syn



Tiefenverbreitung [m] Nit syn

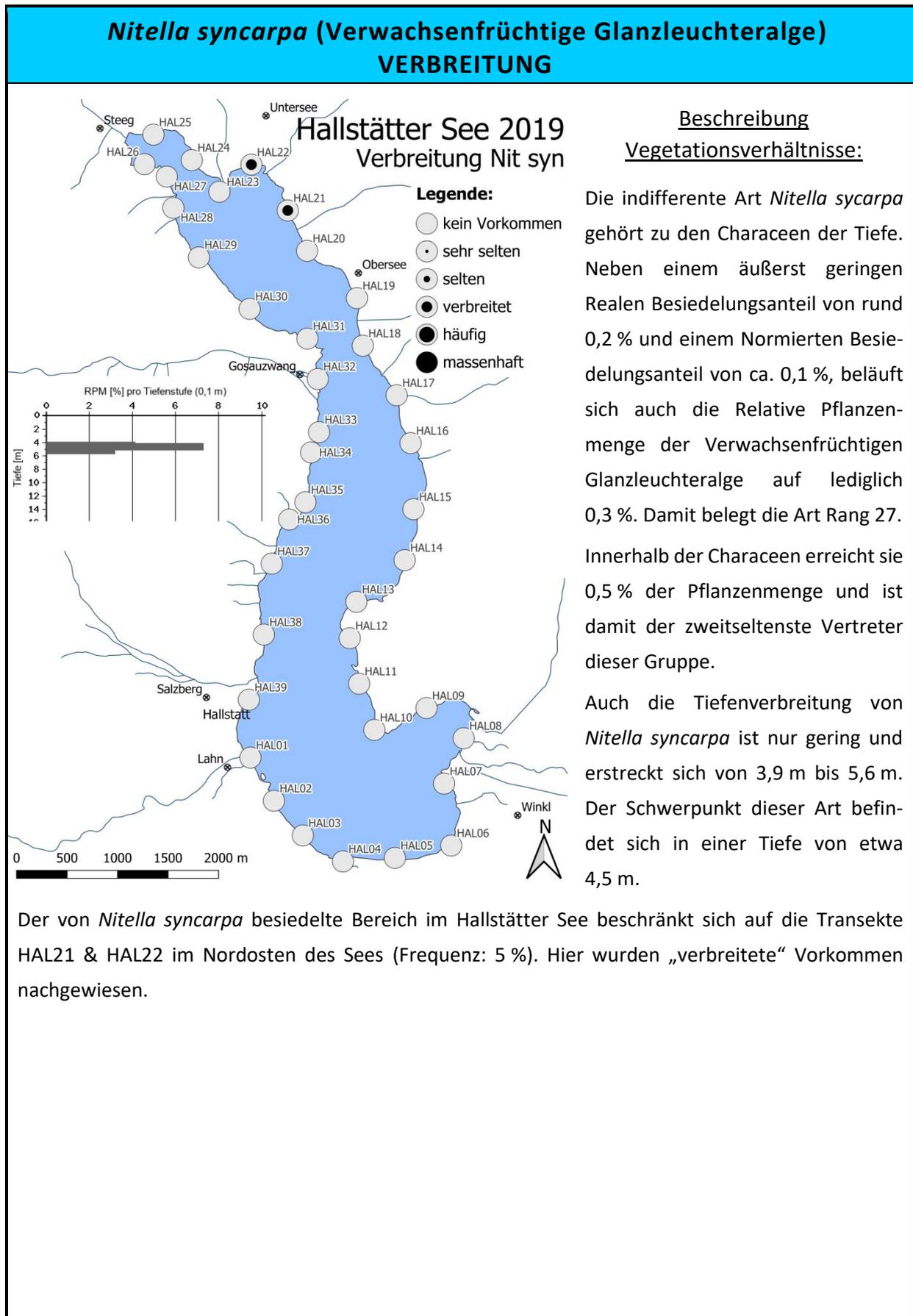


Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,3 % (Rang 27 von 38)

Anteil an Characeen:

0,5 % (Rang 12 von 13)



Tolypella glomerata (Knäuel-Armluchteralge)

FACTSHEET

Allgemein

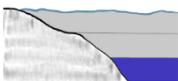


Foto aus anderem Gewässer.

Allgemeine Artbeschreibung:

Tolypella glomerata bevorzugt nach KRAUSE (1997) kalkreiche Umgebung. Gemäß eigenen Erfahrungen wächst die Art in den Seen der Alpen und des Voralpenlandes meist am unteren Ende der Vegetationszone der Tiefe. *Tolypella glomerata* ist somit eine ausgesprochene Tiefenwasserart.

Seentyp



Tiefe

REFERENZART

See

Frequenz - Tol glo



Realer Besiedelungsanteil - Tol glo



Normierter Besiedelungsanteil - Tol glo

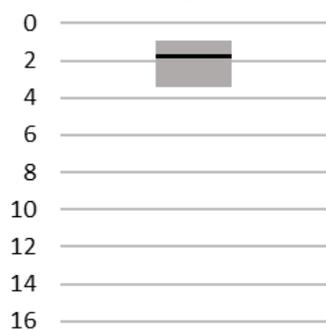


Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,4 % (Rang 25 von 38)

Tiefenverbreitung [m]

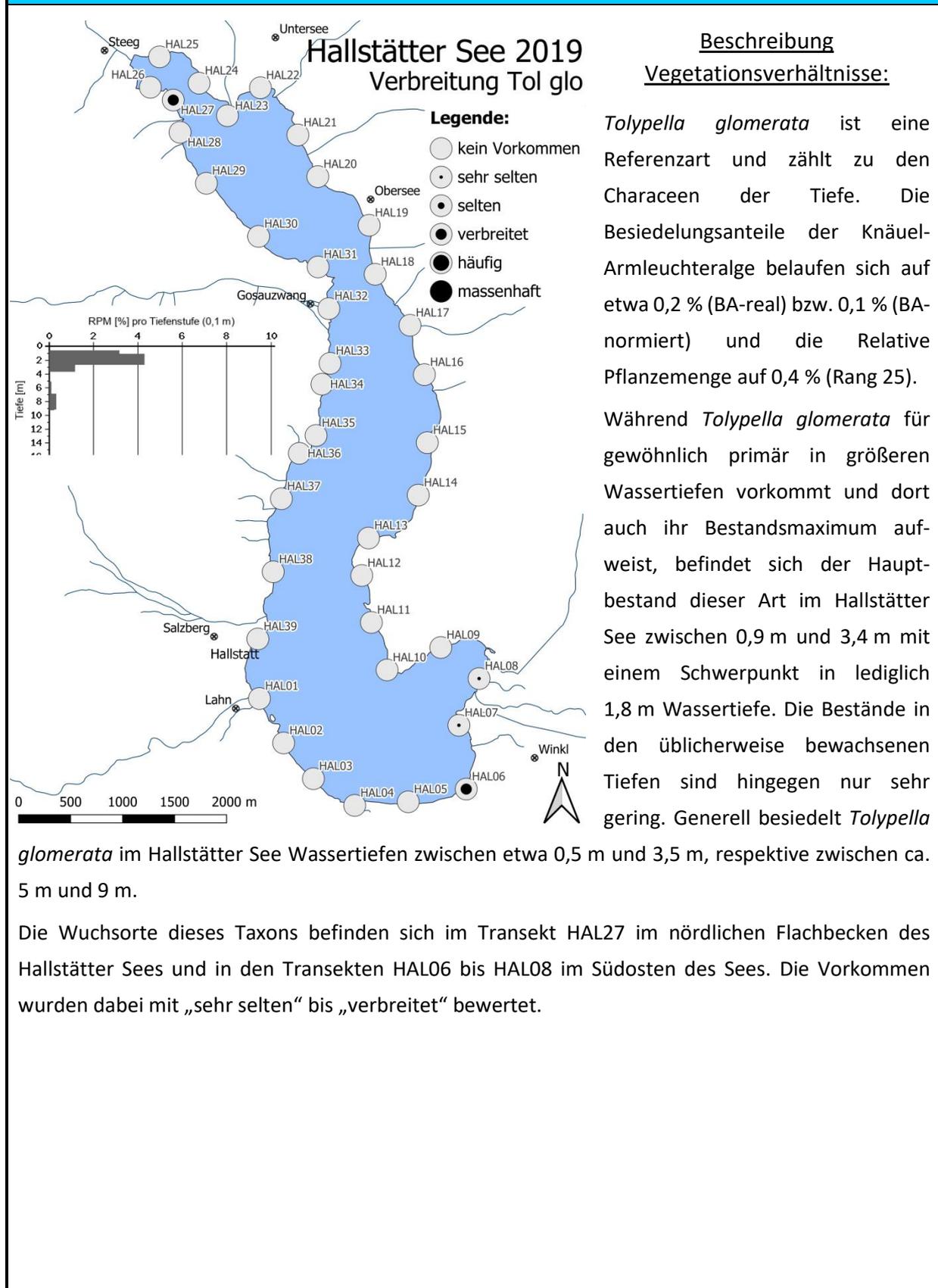
Tol glo



Anteil an Characeen:

0,7 % (Rang 10 von 13)

***Tolypella glomerata* (Knäuel-Armluchteralge)
VERBREITUNG**



4.4.1.2 Bryophyta (Moose)

Im Hallstätter See wurden im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung zwei Wassermoosarten nachgewiesen. Insgesamt beteiligen sich die submersen Moose lediglich mit etwa 0,02 % an der Gesamtpflanzenmenge. Sie sind aber nicht nur in Relation zu anderen Artengruppen selten, sondern generell nur vereinzelt im Hallstätter See anzutreffen.

Submerse Moose finden sich generell in stehenden Gewässern nur selten. Dies liegt daran, dass für die meisten Moosarten freies Kohlendioxyd (CO₂) die einzige verwertbare Kohlenstoffquelle darstellt, der Gehalt an freiem CO₂ in Stillgewässern aber üblicherweise nur gering und für die Bedürfnisse dieser Pflanzen nicht ausreichend ist. Aus diesem Grund, und weil es zusätzlich zur Einschwemmung von Moosen kommen kann, sind submerse Bryophyta in stehenden Gewässern meist im Bereich einmündender Fließgewässer anzutreffen.

Auf eine detaillierte Darstellung und Beschreibung der Moosarten wurde verzichtet. Im Folgenden ist neben der allgemeinen Beschreibung mit einem Foto und der mengenmäßigen Bedeutung lediglich die Verbreitungsgraphik wiedergegeben.

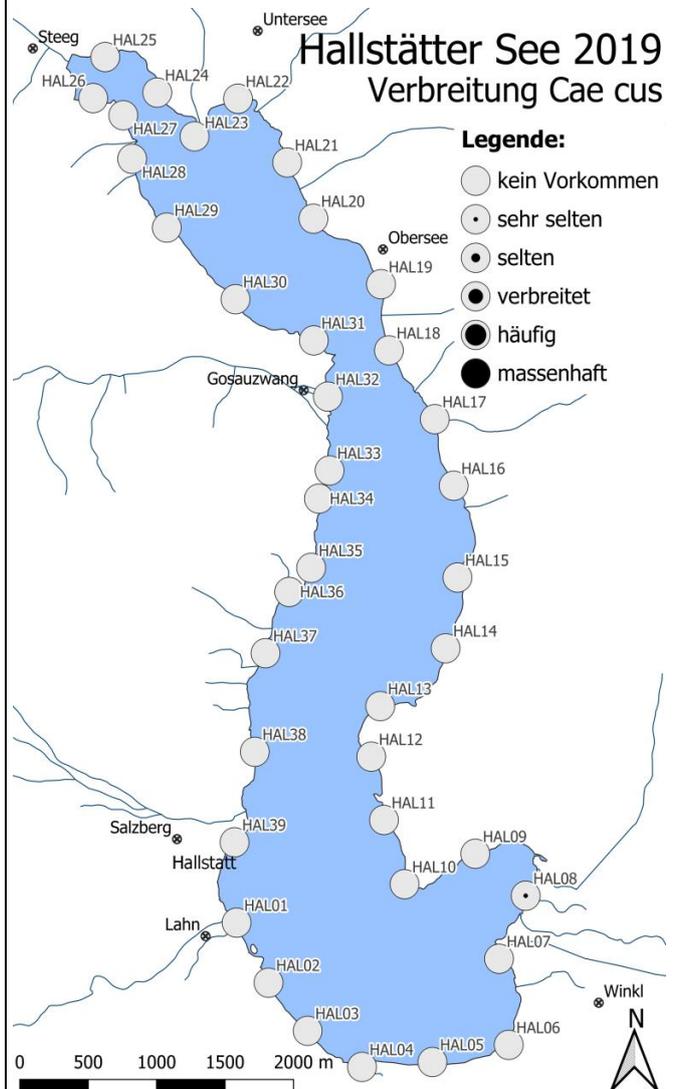
Moose besiedeln im Hallstätter See den Bereich zwischen etwa 0,8 m und 5 m Wassertiefe. Die beiden Vorkommen beschränken sich auf relativ kurze Abschnitte des südwestlichen Ufers (HAL01 & HAL08) des Sees. Grund für die dortigen Vorkommen von *Fontinalis antipyretica* (HAL01; 1,4 m bis 5 m), respektive *Calliergonella cuspidata* (HAL08; 0,8 m bis 3,7 m) sind wahrscheinlich in diesem Bereich einmündende Bäche und die damiteinhergehende erhöhte CO₂-Konzentration.

***Calliergonella cuspidata* (Spießmoos)
FACTSHEET & VERBREITUNG**



Allgemeine Artbeschreibung:

Das zu den Wassermoosen zählende *Calliergonella cuspidata* besiedelt in Seen vor allem Verlandungszonen und Uferbereiche. Das Spießmoos benötigt kalk- und nährstoffreiche bis eutrophierte Standorte mit viel Licht und kann zudem auch in nassen Wiesen, Mooren, Quellbereichen sowie Bruch- und Auenwäldern vorkommen (NEBEL & PHILIPPI, 2001).



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,027 % (Rang 34 von 38)

Anteil an Bryophyta:

64,6 % (Rang 1 von 2)

Fontinalis antipyretica (Gemeines Brunnenmoos)

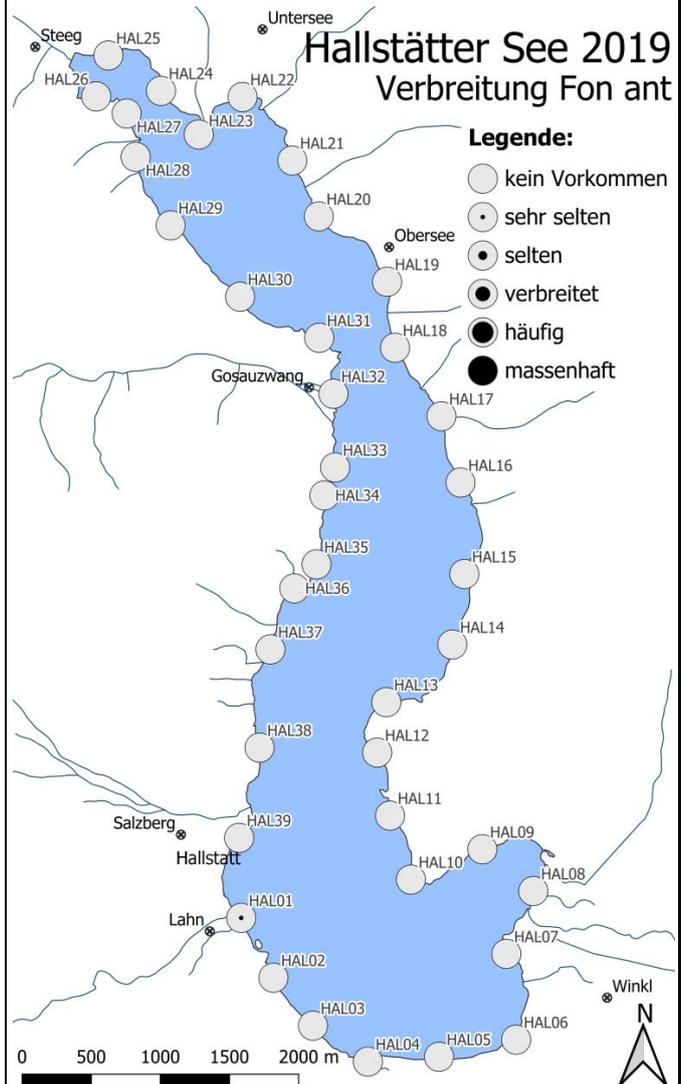
FACTSHEET & VERBREITUNG



Foto aus anderem Gewässer.

Allgemeine Artbeschreibung:

Fontinalis antipyretica ist ein Wassermoos, das sowohl in Fließgewässern wie auch in Stillgewässern vorkommt und zeitweiliges Trockenfallen verträgt. Es hat eine weite Amplitude betreffend Nährstoffverfügbarkeit, besiedelt aber vermehrt mesotrophe bis eutrophe Standorte. Während die Vorkommen in Fließgewässern (primär in strömungsberuhigten Bereichen) an das Substrat angeheftet sind (NEBEL & PHILIPPI, 2001), können sie in Seen auch lediglich lose Bestände bilden, die dem Sediment aufliegen.



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,015 % (Rang 36 von 38)

Anteil an Bryophyta:

35,4 % (Rang 2 von 2)



4.4.1.3 Spermatophyta (Höhere Pflanzen)

Die Höheren submersen Pflanzen stellen am Hallstätter See mit etwa 40 % der Gesamtmenge mehr als ein Drittel der aquatischen Vegetation. Drei Vertreter dieser Pflanzengruppe (*Potamogeton filiformis*, *Potamogeton x nitens* und *Ranunculus confervoides*) zählen zu den Referenzarten. Weiters kommen mit *Potamogeton lucens* und *Potamogeton pectinatus* zwei Belastungszeiger und mit *Ranunculus circinatus*, *Ranunculus trichophyllus* und *Zannichellia palustris* auch drei Störzeiger vor. Mit *Elodea canadensis* und *Elodea nuttallii* sind darüber hinaus auch zwei Neophyta vertreten.

Elodea canadensis (Kanada-Wasserpest)

FACTSHEET

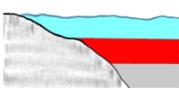
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Der Neophyt *Elodea canadensis* besiedelt stehende und fließende Gewässer mit sandigem oder schlammigem Grund (KRAUSCH, 1996). Die Kanada-Wasserpest kann gemäß CASPER & KRAUSCH, 1980 Verschmutzung relativ gut vertragen und wird daher von einigen Autoren (z.B. MELZER et al., 1986, 1988) als zuverlässiger Belastungsindikator eingestuft. Unterstützt wird diese Zuweisung durch Ergebnisse von MÜNCH (1989), die nachweisen konnte, dass die Art als Stickstoffquelle ausschließlich Ammonium nutzen kann. Nach eigenen Erfahrungen kann die Art allerdings auch unter nährstoffarmen Bedingungen, insbesondere auch in nährstoffarmen Seen, größere Bestände ausbilden.

Seentyp

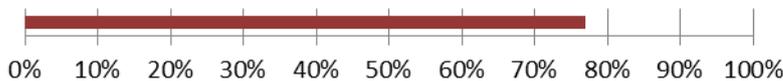


Flachwasser & Mittlerer
Tiefenbereich

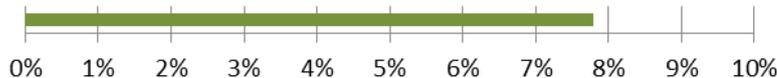
INVASIVER NEOPHYT

See

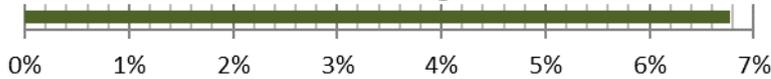
Frequenz - Elo can



Realer Besiedelungsanteil - Elo can

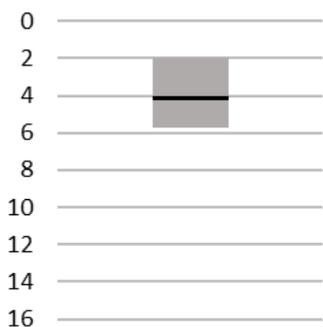


Normierter Besiedelungsanteil - Elo can



Tiefenverbreitung [m]

Elo can



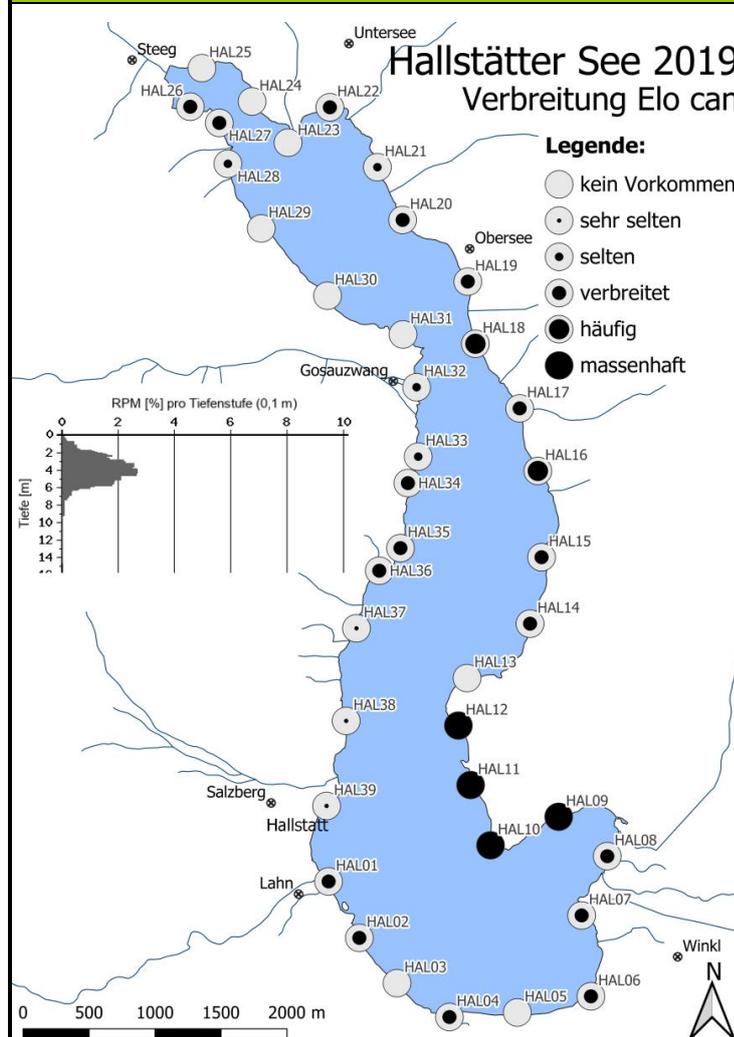
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

15,9 % (Rang 2 von 38)

Anteil an submersen Spermatophyta:

40,0 % (Rang 1 von 15)

***Elodea canadensis* (Kanada-Wasserpest)
VERBREITUNG**



Beschreibung
Vegetationsverhältnisse:

Der als invasiv geltende Neophyt *Elodea canadensis* besiedelt sowohl das Flachwasser als auch den mittleren Tiefenbereich und erreicht im Hallstätter See Besiedelungsanteile an der insgesamt von Makrophyten bewachsenen Fläche von knapp unter 8 % und am potentiell für Höhere Pflanzen besiedelbaren Bereich bis in 10 m Tiefe von etwas weniger als 7 %.

Mit einer Relativen Pflanzenmenge von etwa 16 % ist die Kanada-Wasserpest der insgesamt zweithäufigste Makrophyt und innerhalb der submersen Spermatophyta sogar die häufigste Art (RPM: 40 %).

Elodea canadensis besiedelt den Tiefenbereich von knapp unter der Wasseroberfläche bis 14,5 m Tiefe,

also den gesamten von Makrophyten bewachsenen Bereich im Hallstätter See. Der Hauptbestand liegt allerdings zwischen 2 m und etwa 6 m mit dem Schwerpunkt in ca. 4 m Tiefe.

Betreffend der Frequenz gilt die Kanada-Wasserpest, gemeinsam mit *Chara delicatula*, als häufigstes Taxon. Sie besiedelt etwa drei Viertel aller untersuchten Transekte, wobei der geographische Verbreitungsschwerpunkt im Bereich von HAL09 bis HAL12 liegt. Hier tritt die Art „massenhaft“ auf. Doch auch im Großteil der übrigen besiedelten Transekte sind zumindest „verbreitete“ Vorkommen vorhanden.

Das in diesem Ausmaß überraschende, vermehrte und großflächige Aufkommen von *Elodea canadensis* dürfte im Hallstätter See wohl kaum eine Gewässerverunreinigung indizieren, auch wenn in den letzten Jahren ein Ansteigen der Ammonium-Werte (allerdings auf sehr niedrigem Niveau) beobachtet werden konnte (vgl. Kapitel 2.2.4). Es ist eher anzunehmen, dass sich der Neophyt aufgrund der naturgemäß geringen Vegetationsdichte im Hallstätter See und der hierdurch fehlenden Konkurrenz ungestört auf ausgedehnten Flächen etablieren konnte.

Elodea nuttallii (Nuttall-Wasserpest)

FACTSHEET

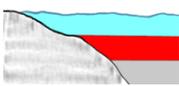
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Über die ökologischen Ansprüche des aus Amerika stammenden Neophyten *Elodea nuttallii* ist wenig bekannt. Nach eigenen Erfahrungen vermag die Art offensichtlich das gesamte Spektrum von ultra-oligotrophen bis zu eutrophen Standorten zu besiedeln (PALL & JANAUER, 1999). Am häufigsten scheint die Art allerdings in eutrophen Gewässern vorzukommen (JÄGER, 2013).

Seentyp

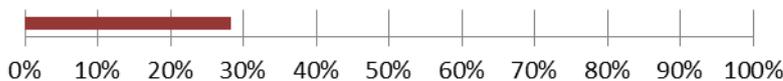


Flachwasser & Mittlerer Tiefenbereich

POTENZIELL INVASIVER NEOPHYT

See

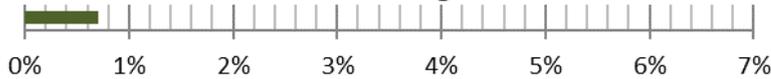
Frequenz - Elo nut



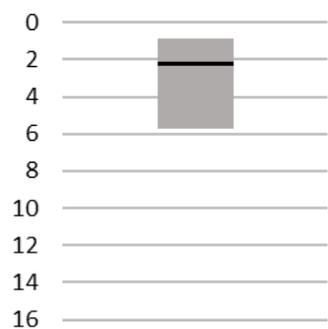
Realer Besiedelungsanteil - Elo nut



Normierter Besiedelungsanteil - Elo nut



Tiefenverbreitung [m] Elo nut



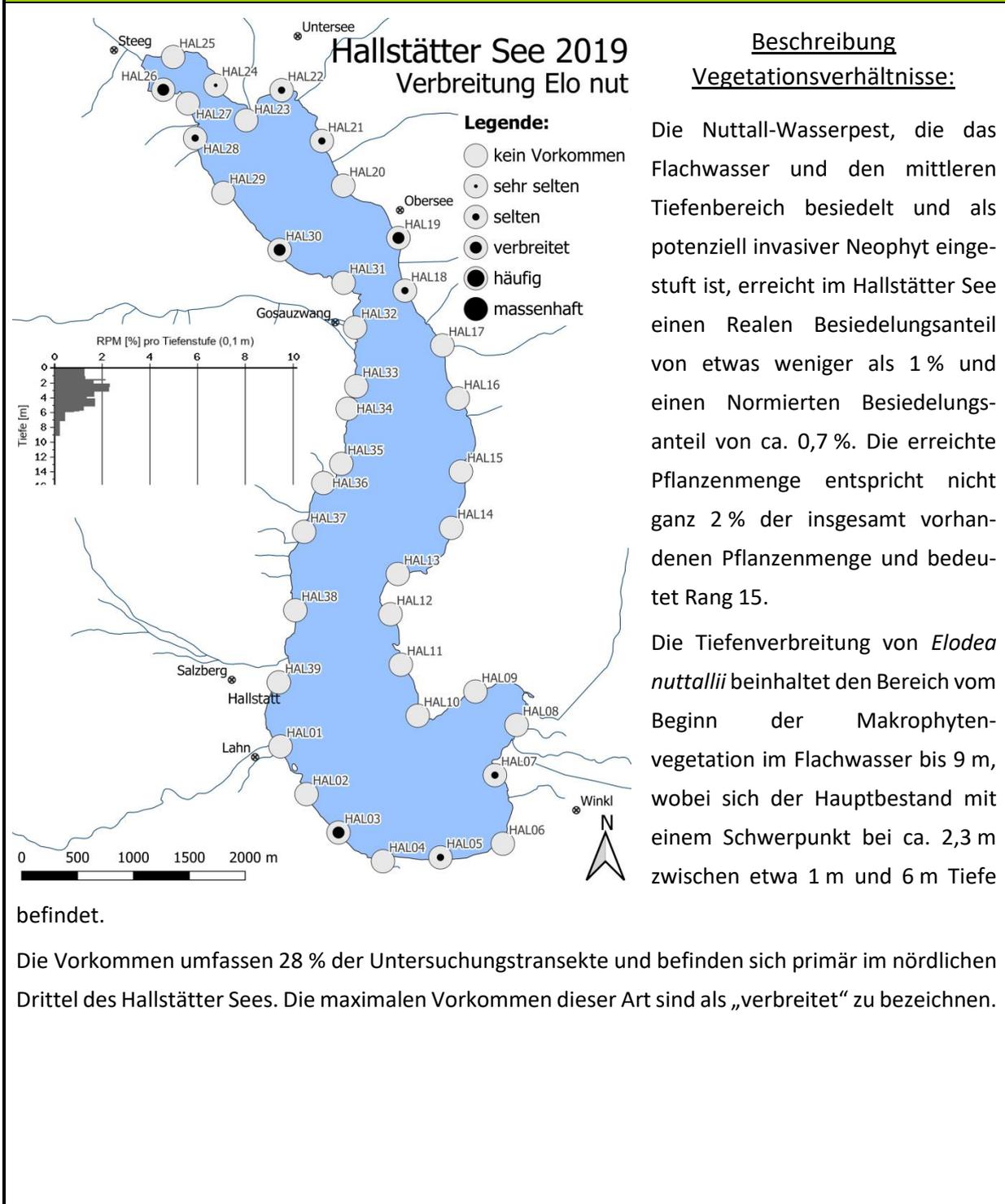
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

1,6 % (Rang 15 von 38)

Anteil an submersen Spermatophyta:

4,2 % (Rang 7 von 15)

***Elodea nuttallii* (Nuttall-Wasserpest)
VERBREITUNG**



Myriophyllum spicatum (Ähren-Tausendblatt)

FACTSHEET

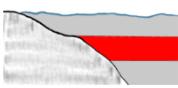
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Das Ähren-Tausendblatt gehört zu den häufigsten Wasserpflanzenarten Mitteleuropas und besiedelt stehende und langsam fließende Gewässer. Bezüglich ihrer Nährstoffansprüche ist die Art trotz ihrer relativ weiten ökologischen Amplitude als mesotraphent einzustufen (MELZER et al., 1986).

Seentyp

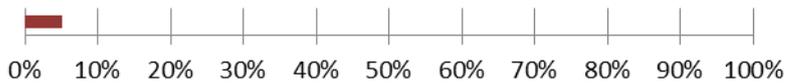


Mittlerer Tiefenbereich

INDIFFERENTE ART

See

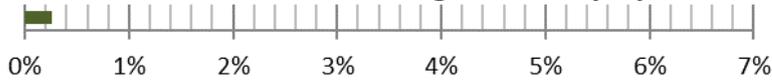
Frequenz - Myr spi



Realer Besiedelungsanteil - Myr spi

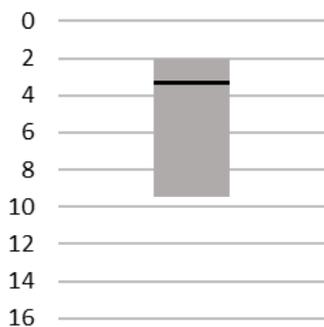


Normierter Besiedelungsanteil - Myr spi



Tiefenverbreitung [m]

Myr spi



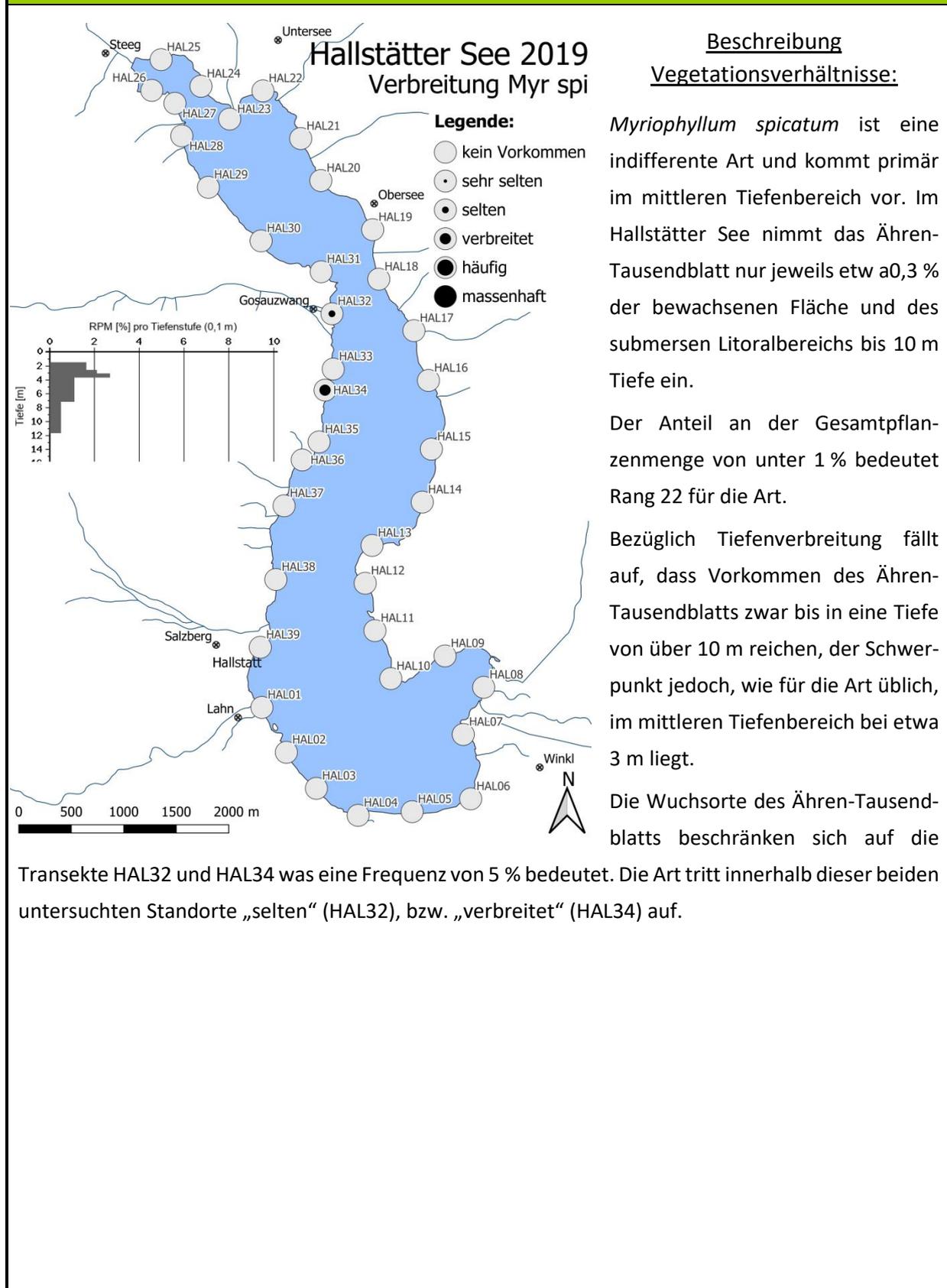
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,6 % (Rang 22 von 38)

Anteil an submersen Spermatophyta:

1,5 % (Rang 12 von 15)

**Myriophyllum spicatum (Ähren-Tausendblatt)
VERBREITUNG**



Potamogeton berchtoldii (Berchtold-Zwerg-Laichkraut)

FACTSHEET

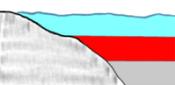
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Die Nährstoffansprüche der Art werden sehr unterschiedlich beurteilt. Während KOHLER et al. (1974) reinste, abwasserfreie Standorte als typisch bezeichnen, beschreiben CASPER & KRAUSCH (1981) eine Vorliebe der Art für basenreiche, eutrophe, oft verschmutzte Gewässer. Für Vorarlberg beschreibt JÄGER (2013) eine breitere ökologische Amplitude, jedoch einen Schwerpunkt in mesotrophen Gewässern. *Potamogeton berchtoldii* kommt dort sowohl in kalkgeprägten als auch in kalkarmen Gewässern vor. Außer in Kleinlaichkraut-Gesellschaften kommt das Zwerg-Laichkraut auch zwischen hochwüchsigen Laichkräutern vor (KRAUSCH, 1996).

Seentyp

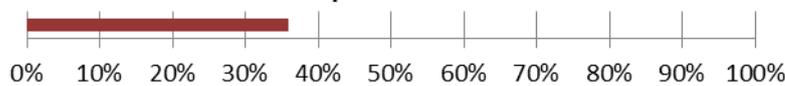


Flachwasser & Mittlerer Tiefenbereich

INDIFFERENTE ART

See

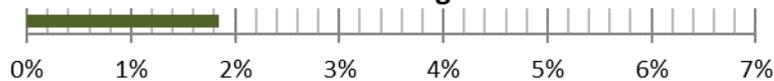
Frequenz - Pot ber



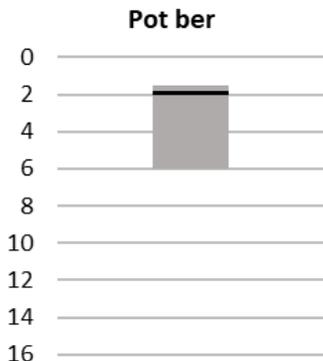
Realer Besiedelungsanteil - Pot ber



Normierter Besiedelungsanteil - Pot ber



Tiefenverbreitung [m] Pot ber



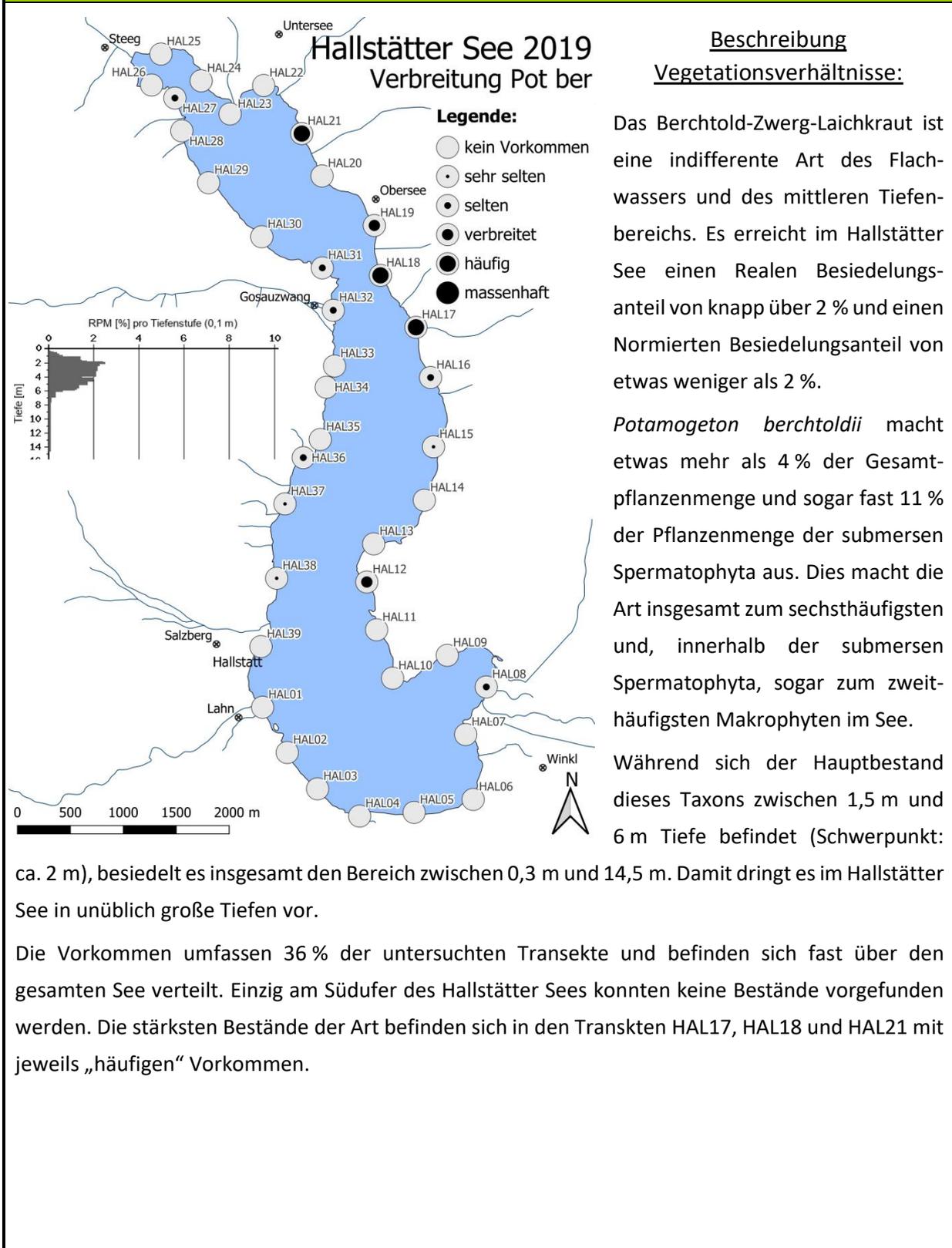
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

4,3 % (Rang 6 von 38)

Anteil an submersen Spermatophyta:

10,9 % (Rang 2 von 15)

**Potamogeton berchtoldii (Berchtold-Zwerg-Laichkraut)
VERBREITUNG**



Beschreibung

Vegetationsverhältnisse:

Das Berchtold-Zwerg-Laichkraut ist eine indifferente Art des Flachwassers und des mittleren Tiefenbereichs. Es erreicht im Hallstätter See einen Realen Besiedelungsanteil von knapp über 2 % und einen Normierten Besiedelungsanteil von etwas weniger als 2 %.

Potamogeton berchtoldii macht etwas mehr als 4 % der Gesamtpflanzenmenge und sogar fast 11 % der Pflanzenmenge der submersen Spermatophyta aus. Dies macht die Art insgesamt zum sechsthäufigsten und, innerhalb der submersen Spermatophyta, sogar zum zweithäufigsten Makrophyten im See.

Während sich der Hauptbestand dieses Taxons zwischen 1,5 m und 6 m Tiefe befindet (Schwerpunkt: ca. 2 m), besiedelt es insgesamt den Bereich zwischen 0,3 m und 14,5 m. Damit dringt es im Hallstätter See in unüblich große Tiefen vor.

Die Vorkommen umfassen 36 % der untersuchten Transekte und befinden sich fast über den gesamten See verteilt. Einzig am Südufer des Hallstätter Sees konnten keine Bestände vorgefunden werden. Die stärksten Bestände der Art befinden sich in den Transekten HAL17, HAL18 und HAL21 mit jeweils „häufigen“ Vorkommen.

Potamogeton filiformis (Faden-Laichkraut)

FACTSHEET

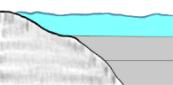
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Die in Österreich „stark gefährdete“ Art *Potamogeton filiformis* (NIKL FELD, 1999) ist eine der wenigen oligotraphenten Laichkrautarten (KRAUSE, 1969; HUTCHINSON, 1975; CASPER & KRAUSCH, 1980; PALL & HARLACHER, 1992). Sie kommt hauptsächlich in flacheren Bereichen kalkgeprägter, kühler Still- oder auch Fließgewässer vor. Tiefere Stellen werden gemieden (JÄGER, 2013). Diese Art erträgt nur sehr geringe Verschmutzung und bevorzugt Sand- oder Torfschlamm Böden (KRAUSCH, 1996).

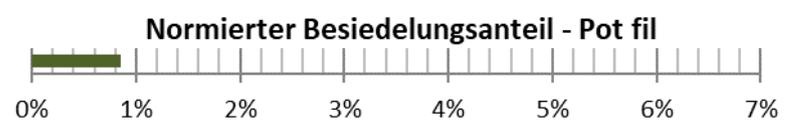
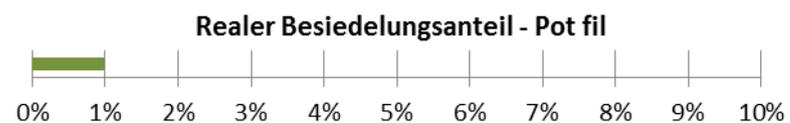
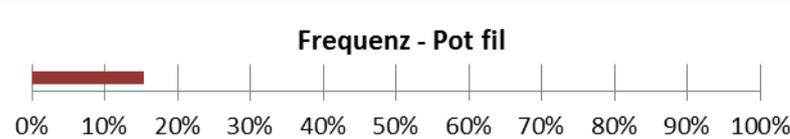
Seentyp



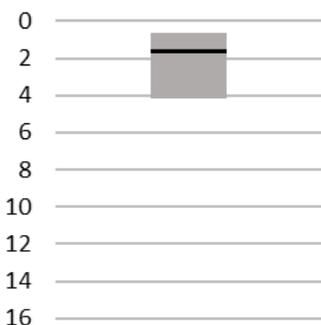
Flachwasser

REFERENZART

See



Tiefenverbreitung [m] Pot fil



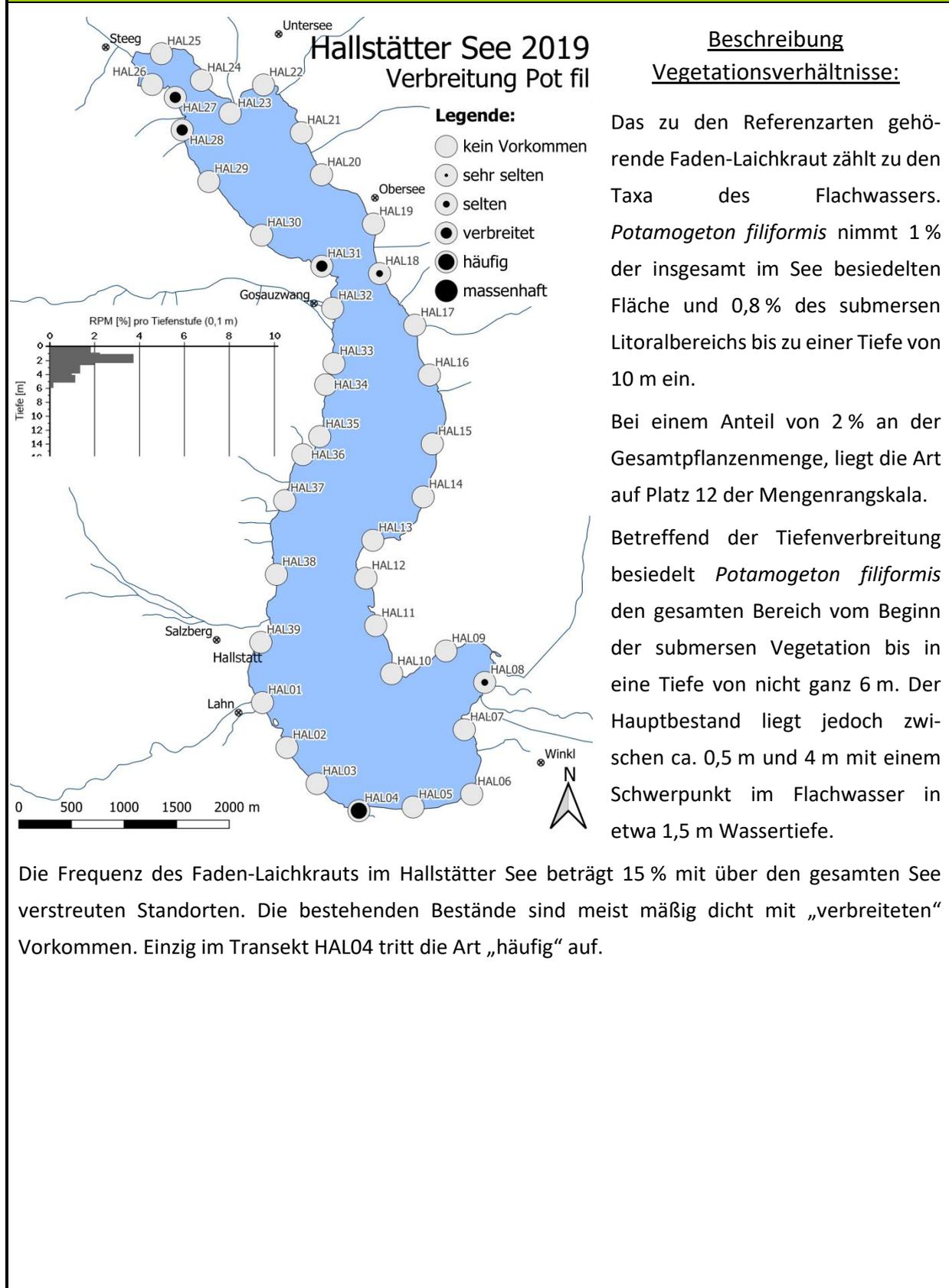
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

2,0 % (Rang 12 von 38)

Anteil an submersen Spermatophyta:

5,0 % (Rang 6 von 15)

**Potamogeton filiformis (Faden-Laichkraut)
VERBREITUNG**



Potamogeton lucens (Glanz-Laichkraut)

FACTSHEET

Allgemein

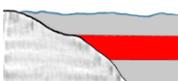


Foto aus anderem Gewässer.

Allgemeine Artbeschreibung:

Über die Standortansprüche des gemäß NIKLFELD (1999) in Österreich „gefährdeten“ *Potamogeton lucens* wird in der Literatur wenig und z.T. Widersprüchliches berichtet. Hervorgehoben wird meist die Vorliebe dieser Laichkrautart für eher nährstoffreiche Gewässer (vgl. z.B.: LACHAVANNE & WATTENHOFER, 1975; MELZER et al., 1986; WILMANN, 1973). Nach eigenen Erfahrungen kann die Art aber durchaus auch in den meso- und oligotrophen Bereich vordringen. Wichtig am Standort ist dann lediglich tiefgründiges und weiches Sediment. Laut JÄGER (2013) bevorzugt die Art kalkreiche Gewässer.

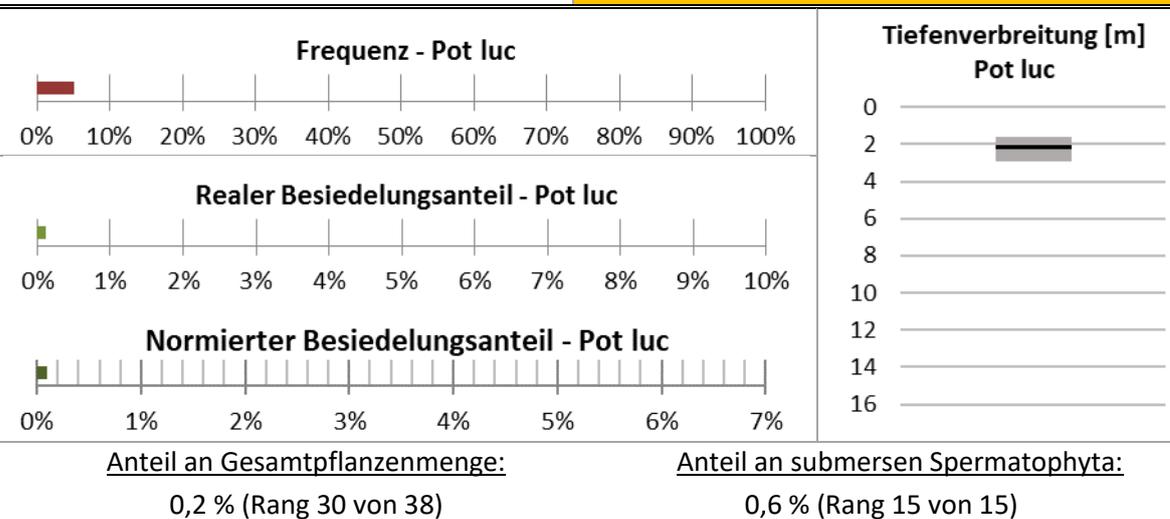
Seentyp



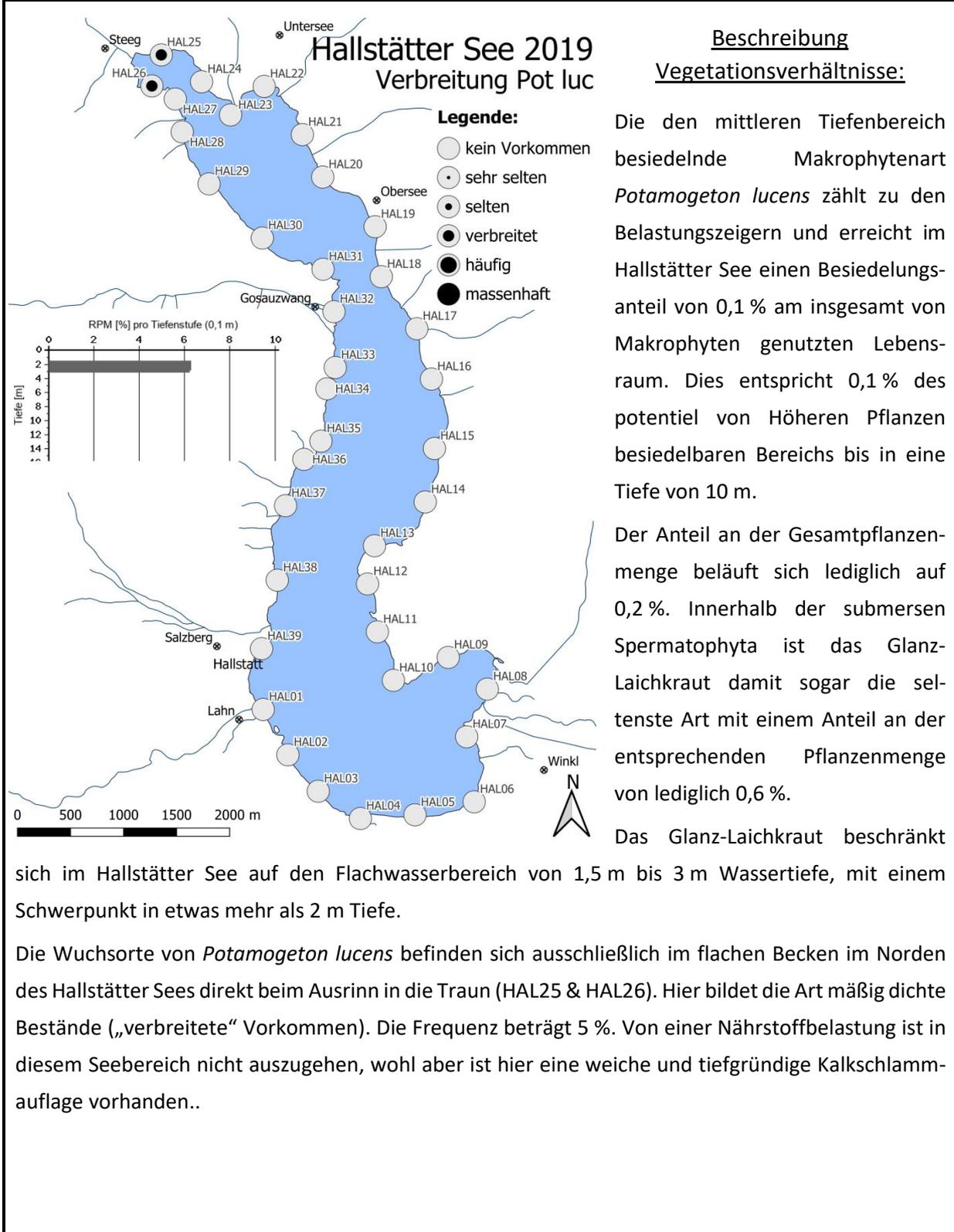
Mittlerer Tiefenbereich

BELASTUNGSZEIGER

See



**Potamogeton lucens (Glanz-Laichkraut)
VERBREITUNG**



Potamogeton x nitens (Schimmer-Laichkraut)

FACTSHEET

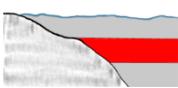
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Potamogeton x nitens ist ein Hybrid aus *P. gramineus* und *P. perfoliatus* und tritt häufig in Abwesenheit seiner „Elternarten“ auf. Die Art wächst in klaren, unverschmutzten, meso- bis schwach eutrophen Gewässern (CASPER & KRAUSCH, 1980), wobei Orte in der Umgebung von Seeausrinnen bevorzugt werden (PRESTON, 1996). Das Schimmer-Laichkraut wächst vermehrt in den Uferzonen, wobei es sandigen oder schlammigen Grund bevorzugt und Landformen ausbilden kann. Die Art ist konkurrenzschwach und bildet oft eigene Gesellschaften, kommt jedoch auch in anderen Vergesellschaftungen vor (KRAUSCH, 1996).

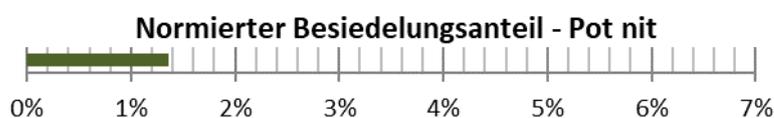
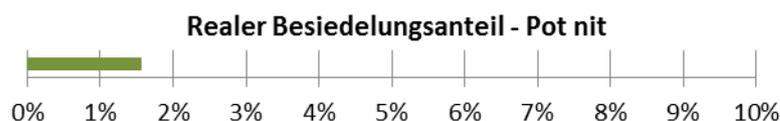
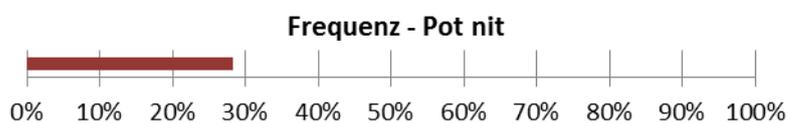
Seentyp



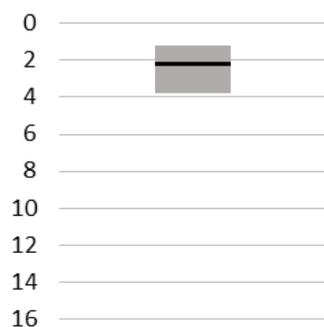
Mittlerer Tiefenbereich

REFERENZART

See



**Tiefenverbreitung [m]
Pot nit**



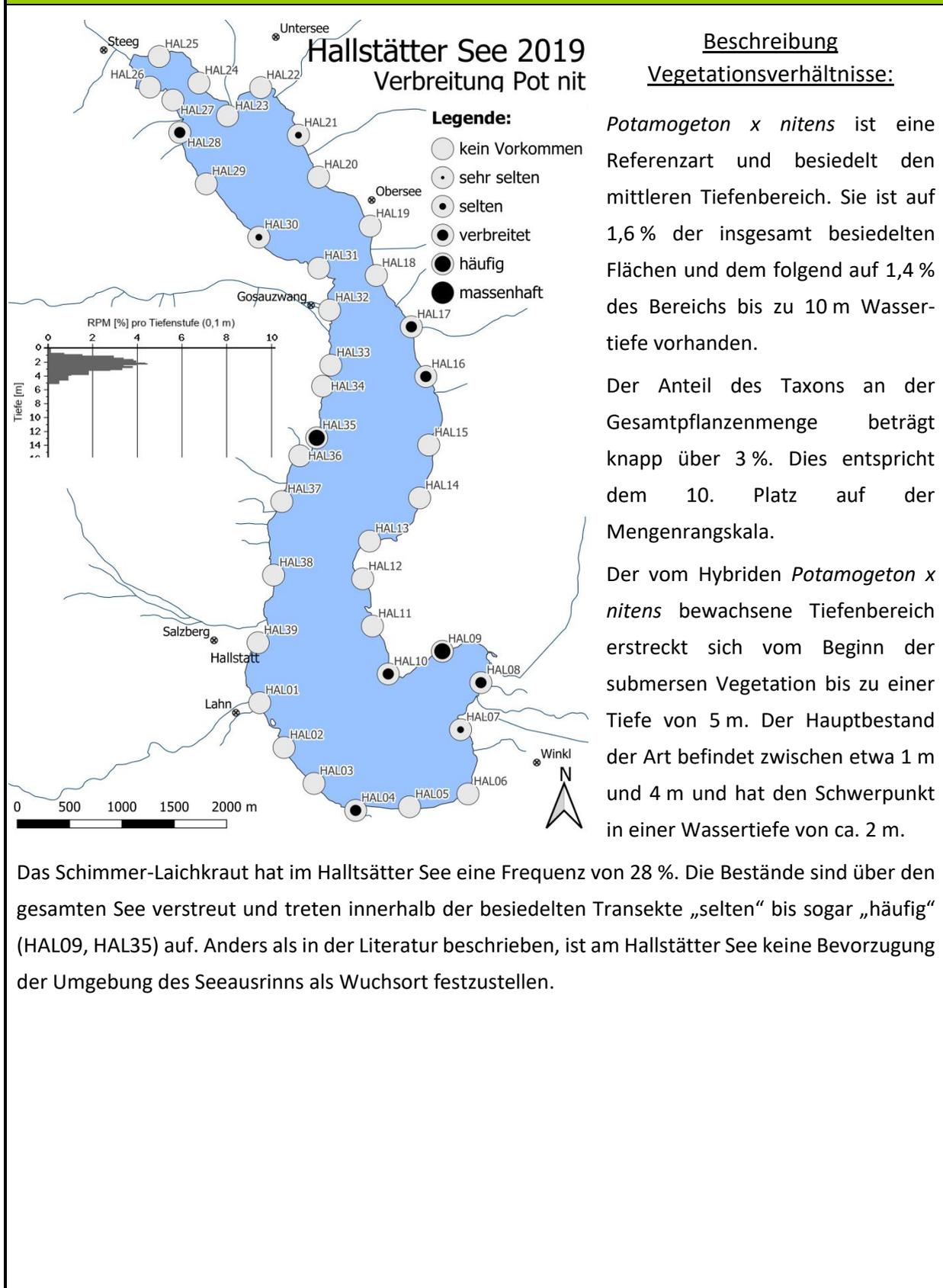
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

3,2 % (Rang 10 von 38)

Anteil an submersen Spermatophyta:

8,0 % (Rang 4 von 15)

**Potamogeton x nitens (Schimmer-Laichkraut)
VERBREITUNG**



Potamogeton pectinatus (Kamm-Laichkraut)

FACTSHEET

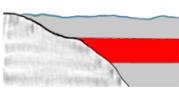
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Potamogeton pectinatus besitzt eine weite ökologische Amplitude. Die herausragende Eigenschaft der Art ist jedoch, dass sie sich hervorragend an Nährstoffbelastungen adaptieren kann (KRAUSE, 1971, 1972). Das Kamm-Laichkraut ist daher bevorzugt an eutrophierten Standorten zu finden. Es kann Salzwasser tolerieren, meidet jedoch Fließgewässer mit niedrigem pH-Wert (GUTOWSKI et al., 2011). Ein Grund dafür, dass das Kamm-Laichkraut auch in stärker belasteten Gewässern vorkommt, liegt in seiner Fähigkeit, bei Trübung die assimilierende Biomasse an der Oberfläche konzentrieren zu können (SCHÜTZ, 2017).

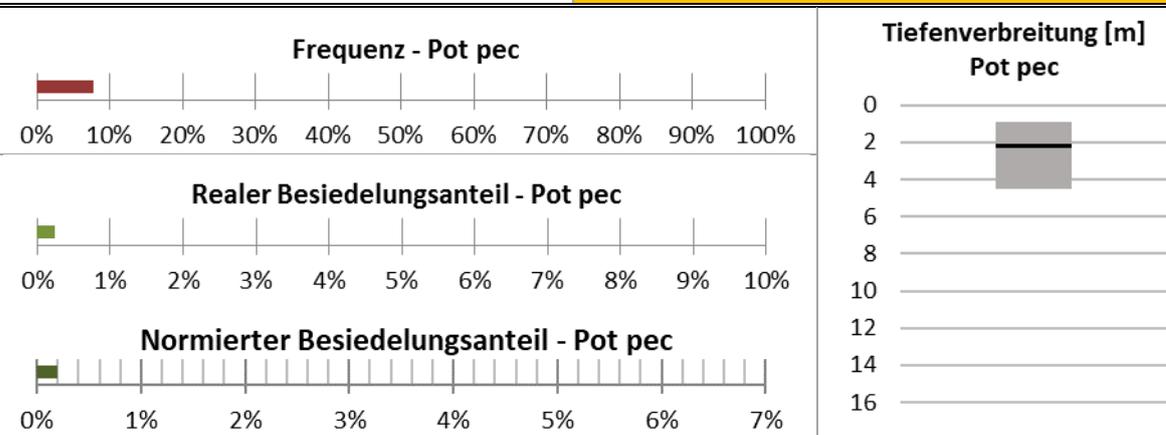
Seentyp



Mittlerer Tiefenbereich

BELASTUNGSZEIGER

See



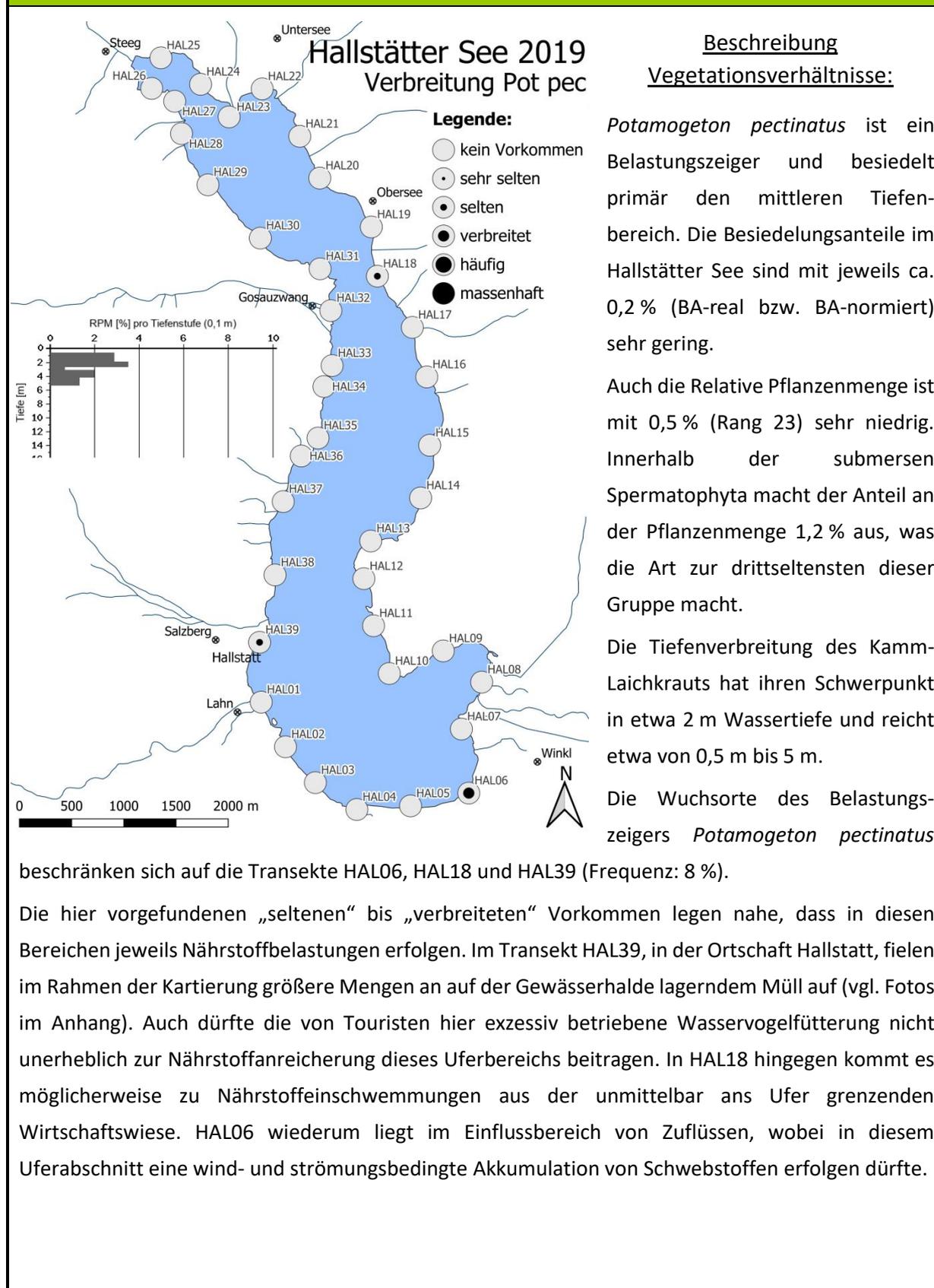
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,5 % (Rang 23 von 38)

Anteil an submersen Spermatophyta:

1,2 % (Rang 13 von 15)

**Potamogeton pectinatus (Kamm-Laichkraut)
VERBREITUNG**



Potamogeton perfoliatus (Durchwachs-Laichkraut)

FACTSHEET

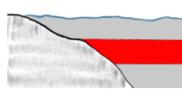
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Bezüglich der Nährstoffansprüche ist *Potamogeton perfoliatus* im mesotraphenten Bereich anzusiedeln (MELZER et al., 1986). Nach PIETSCH (1982) sind gegenüber den Phosphat- und Nitrat-Konzentrationen weite Toleranzbereiche gegeben, lediglich betreffend Ammonium scheint eine gewisse Empfindlichkeit zu bestehen. Außerdem reagiert die Art empfindlich auf Wasserstandsschwankungen und bevorzugt kalkgeprägte Gewässer (JÄGER, 2013). Die bevorzugten Substrate sind Schlamm und Sand. Das Durchwachs-Laichkraut bildet teilweise solitäre Großlaichkraut-Bestände, kommt aber auch in Schwimmblattbeständen vor (KRAUSCH, 1996). Die Art ist in den Roten Listen für Österreich (NIKL FELD, 1999) als „gefährdet“ eingestuft.

Seentyp

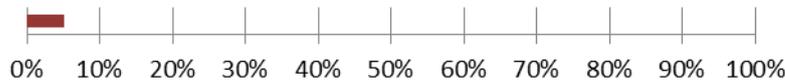


Mittlerer Tiefenbereich

INDIFFERENTE ART

See

Frequenz - Pot per



Realer Besiedelungsanteil - Pot per



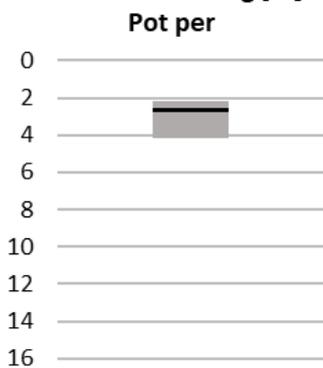
Normierter Besiedelungsanteil - Pot per



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,4 % (Rang 24 von 38)

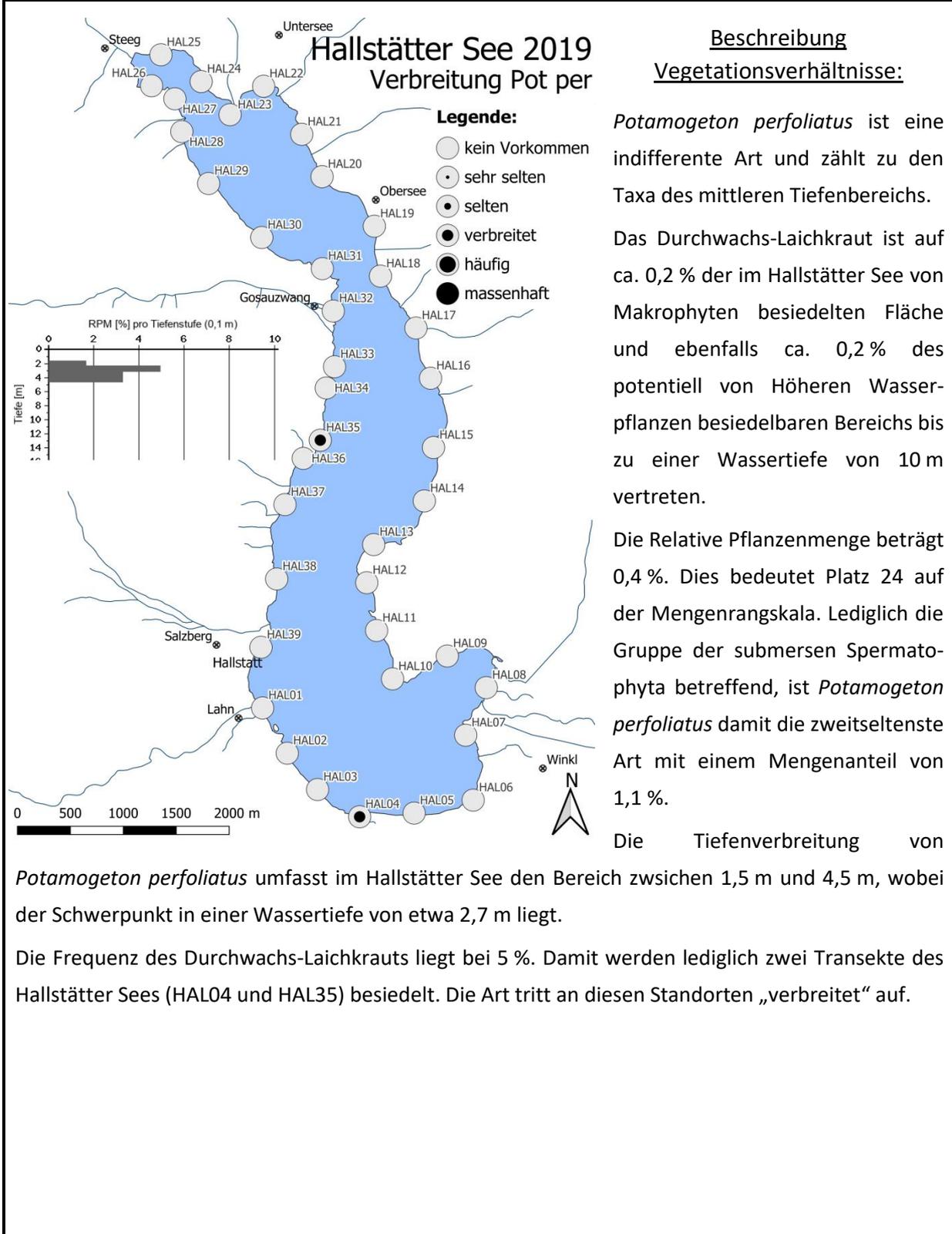
Tiefenverbreitung [m]



Anteil an submersen Spermatophyta:

1,1 % (Rang 14 von 15)

**Potamogeton perfoliatus (Durchwachs-Laichkraut)
VERBREITUNG**



Potamogeton pusillus (Gewöhnliches Zwerg-Laichkraut)

FACTSHEET

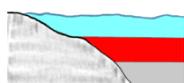
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Potamogeton pusillus kommt bevorzugt in klaren, basenreichen, mesotrophen Gewässern vor (CASPER & KRAUSCH, 1980). Nach eigenen Beobachtungen besiedelt die Art oligotrophe (niederwüchsig in die Characeenrasen eingestreut) bis eutrophe (Wuchshöhe hier mehrere Meter) Gewässer. Aussagen zum Belastungsgrad bestimmter Uferbereiche lassen sich aufgrund der relativ weiten ökologischen Amplitude der Art nicht ableiten. In Österreich gilt das Gewöhnliche Zwerg-Laichkraut gemäß NIKLFELD (1999) als "gefährdet".

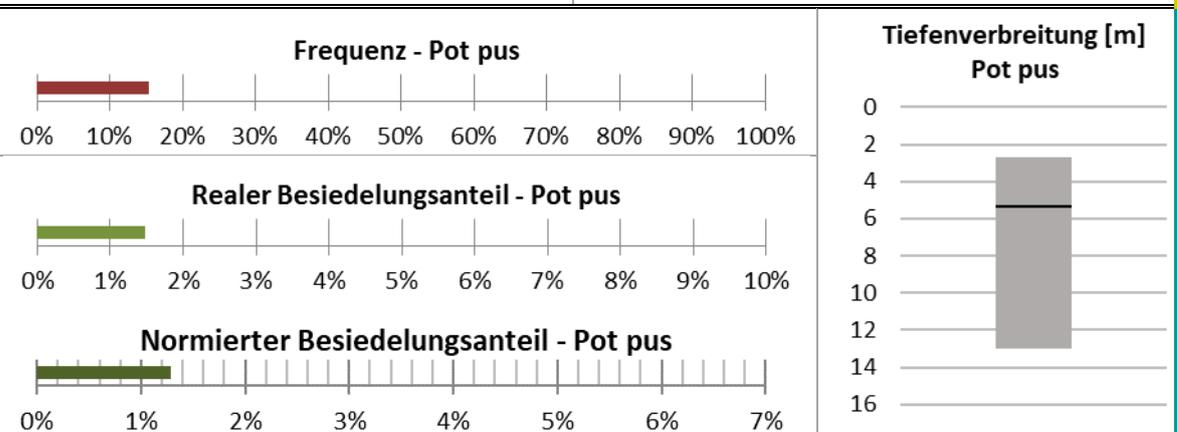
Seentyp



Flachwasser & Mittlerer
Tiefenbereich

INDIFFERENTE ART

See



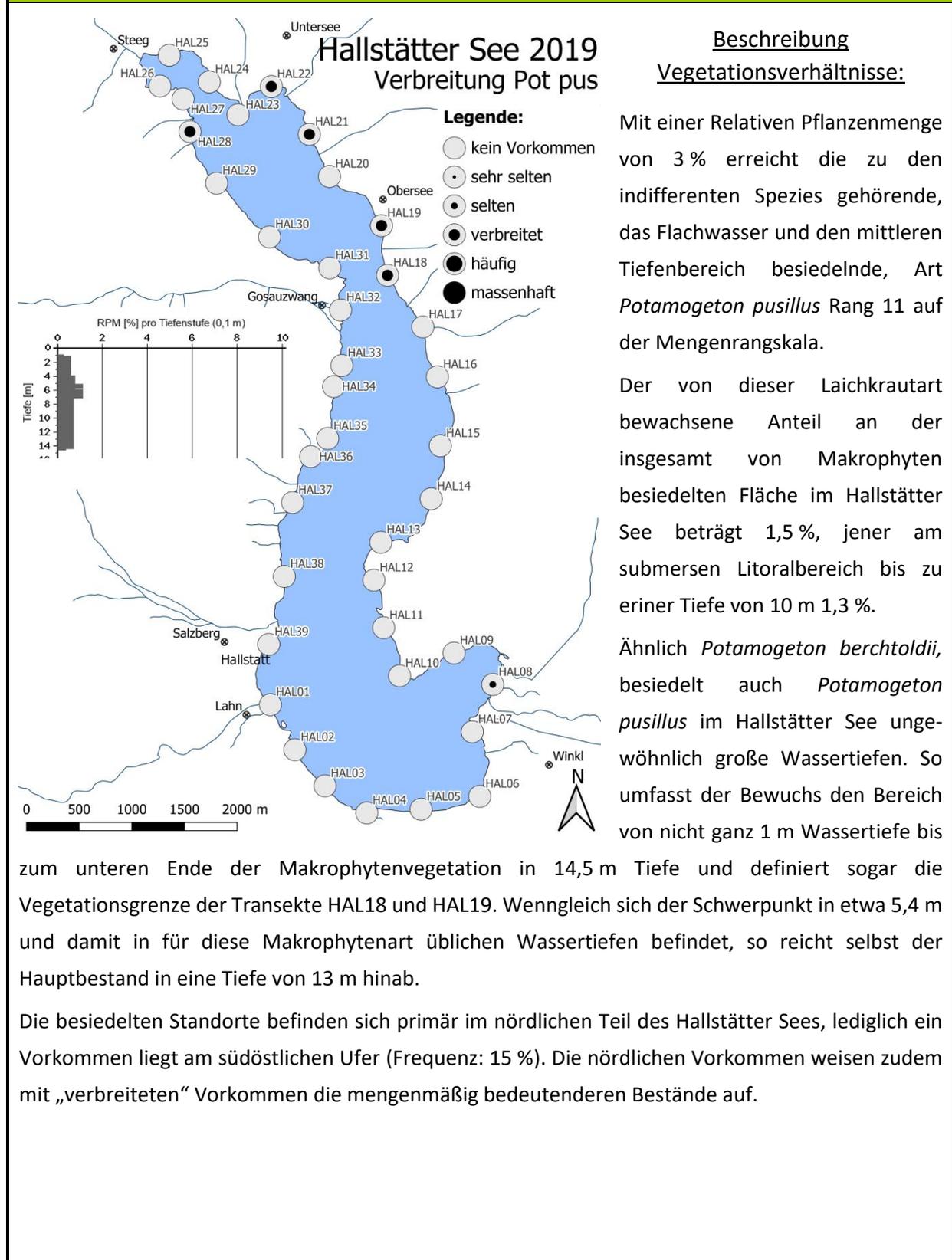
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

3,0 % (Rang 11 von 38)

Anteil an submersen Spermatophyta:

7,6 % (Rang 5 von 15)

Potamogeton pusillus (Gewöhnliches Zwerg-Laichkraut) VERBREITUNG



Potamogeton x sparganiifolius

FACTSHEET

Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Potamogeton x sparganiifolius ist ein Hybrid der Arten *Potamogeton gramineus* und *Potamogeton natans*. Die Art ist morphologisch gut an eine gewisse Strömung angepasst und kommt daher auch primär in Fließgewässern vor. Sie besiedelt allerdings auch Seen (PRESTON, 1995). Gemäß diesem Autor entsprechen die ökologischen Ansprüche des Hybriden eher jenen der Elternart *Potamogeton gramineus*, die oligotrophe Gebirgsseen als Wuchsorte bevorzugt.

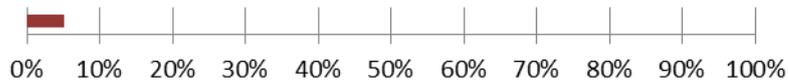
Seentyp

Nicht bekannt

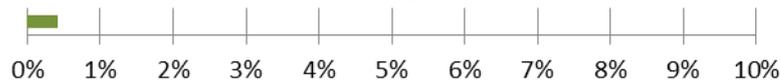
INDIFFERENTE ART

See

Frequenz - Pot spa



Realer Besiedelungsanteil - Pot spa



Normierter Besiedelungsanteil - Pot spa

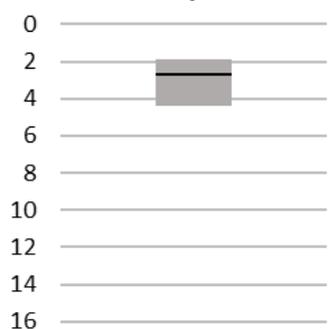


Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,9 % (Rang 19 von 38)

Tiefenverbreitung [m]

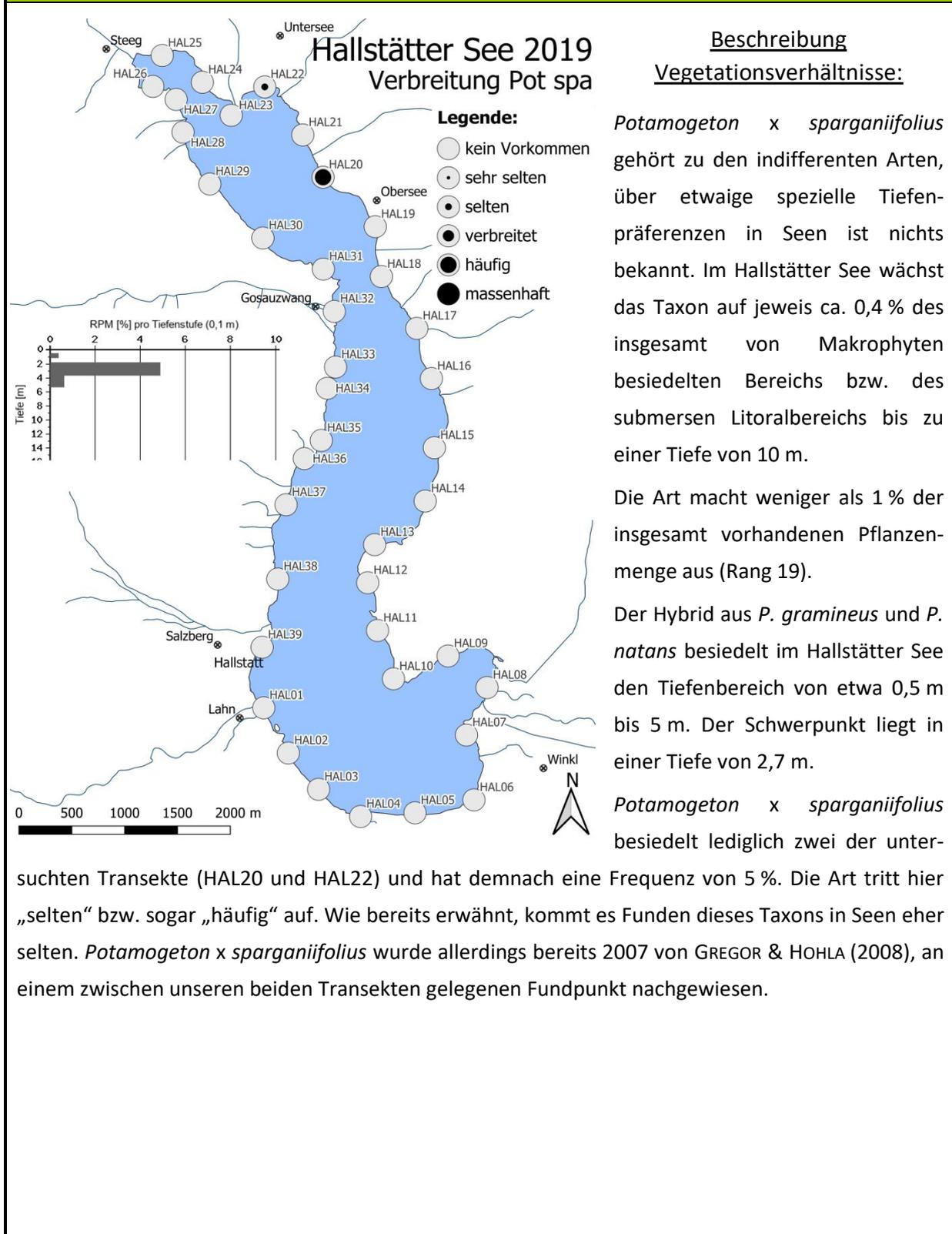
Pot spa



Anteil an submersen Spermatophyta:

2,2 % (Rang 10 von 15)

**Potamogeton x sparganiifolius
VERBREITUNG**



Ranunculus circinatus (Spreiz-Wasserhahnenfuß)

FACTSHEET

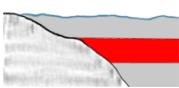
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Die Vorkommen beschränken sich auf Gewässer mit pH-Werten zwischen 7 und 9 (IVERSEN, 1929). Daneben wird die Verbreitung der Art durch ein hohes Nährstoffangebot gefördert (MELZER et al., 1986). In nährstoffärmeren Seen gilt *Ranunculus circinatus* daher als zuverlässige Zeigerpflanze für lokale Nährstoffbelastungen. Die Art bevorzugt humosen Schlamm als Substrat, ist sommerwärmeliebend und kommt in Laichkraut- und Seerosengesellschaften vor. Manchmal kann die Art auch eigene Bestände bilden (KRAUSCH, 1996). Der Spreiz-Wasserhahnenfuß gilt in Österreich gemäß NIKLFELD (1999) als „gefährdet“.

Seentyp

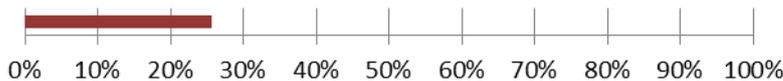


Mittlerer Tiefenbereich

STÖRZEIGER

See

Frequenz - Ran cir



Realer Besiedelungsanteil - Ran cir

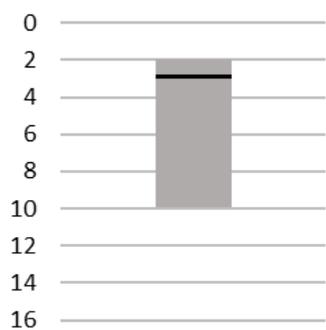


Normierter Besiedelungsanteil - Ran cir



Tiefenverbreitung [m]

Ran cir



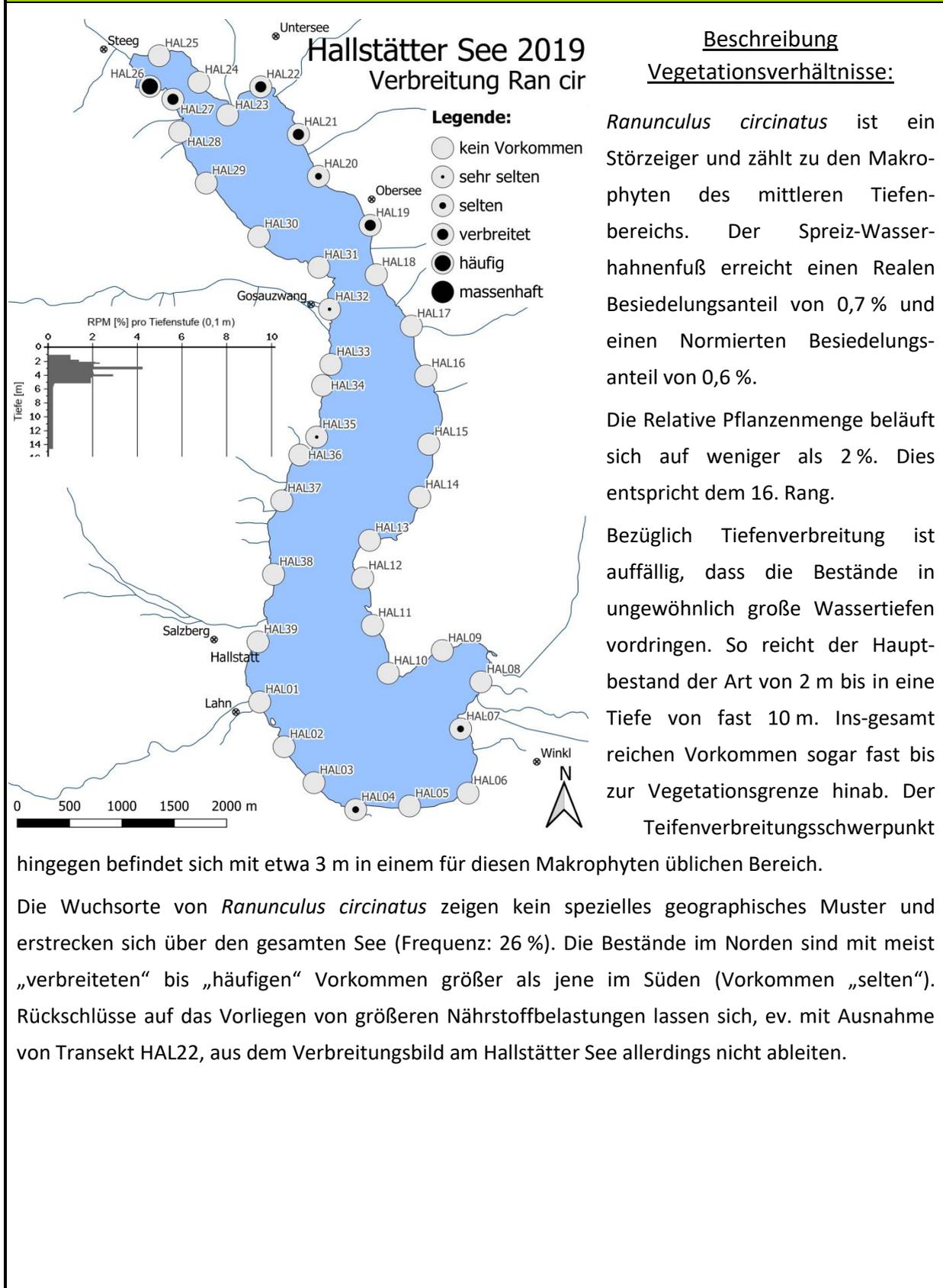
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

1,5 % (Rang 16 von 38)

Anteil an submersen Spermatophyta:

3,8 % (Rang 8 von 15)

Ranunculus circinatus (Spreiz-Wasserhahnenfuß)
VERBREITUNG



Ranunculus confervoides (Gebirgs-Haarblatt-Wasserhahnenfuß) FACTSHEET

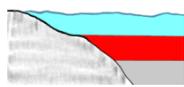
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Ranunculus confervoides besiedelt oligotrophe Gebirgsseen mit kalkreichem Wasser, wobei eine gewisse Salzverträglichkeit gegeben ist (FISCHER et al., 2008; CASPER & KRAUSCH, 1981).

Seentyp

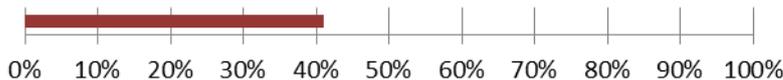


Flachwasser & Mittlerer
Tiefenbereich

REFERENZART

See

Frequenz - Ran con



Realer Besiedelungsanteil - Ran con



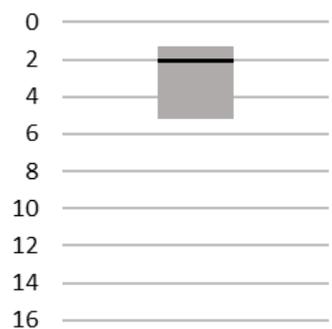
Normierter Besiedelungsanteil - Ran con



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

3,6 % (Rang 9 von 38)

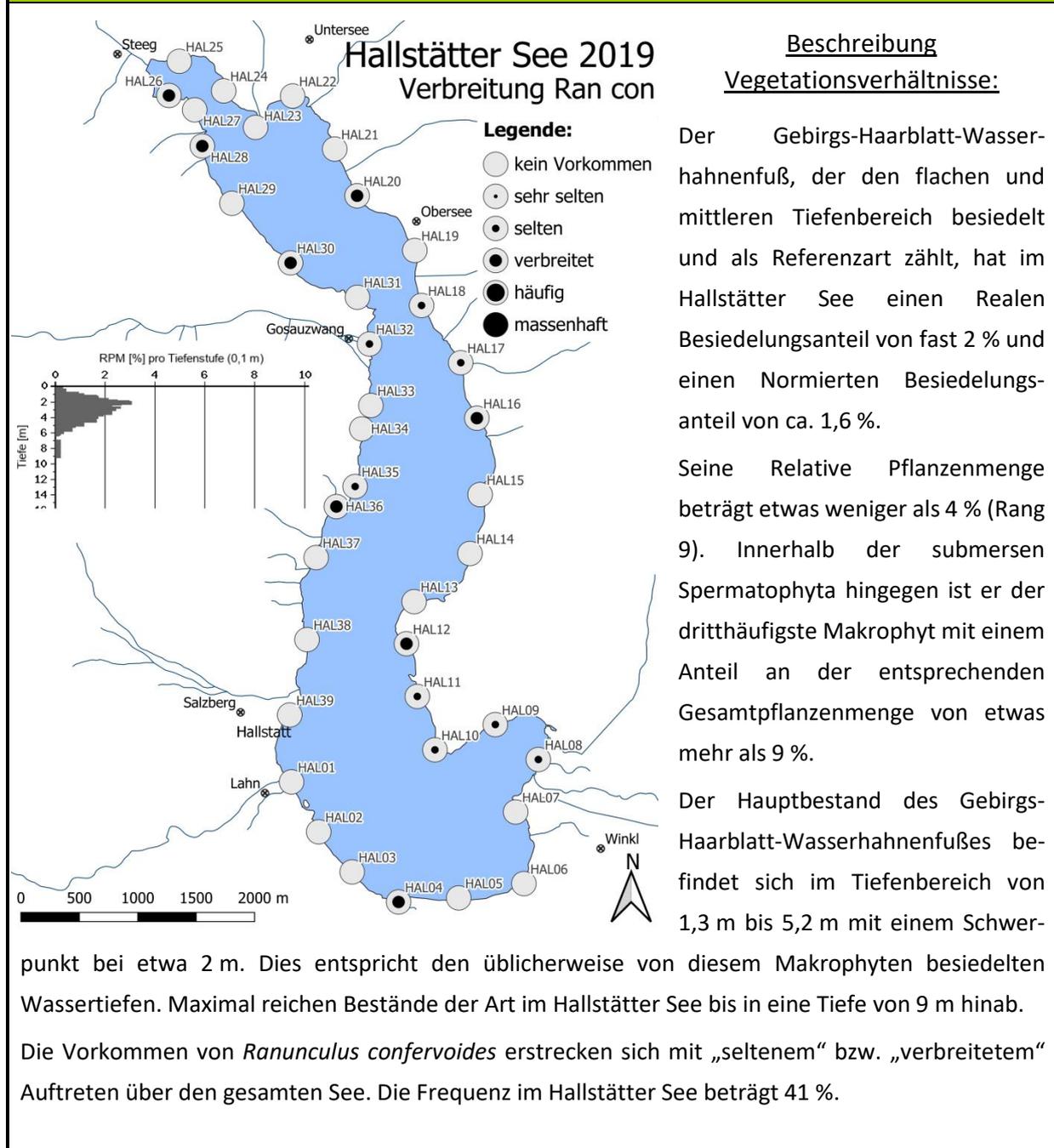
Tiefenverbreitung [m] Ran con



Anteil an submersen Spermatophyta:

9,2 % (Rang 3 von 15)

Ranunculus confervoides (Gebirgs-Haarblatt-Wasserhahnenfuß)
VERBREITUNG



Ranunculus trichophyllus (Gewöhnlicher Haarblatt-Wasserhahnenfuß) FACTSHEET

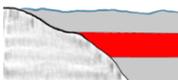
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Ranunculus trichophyllus besiedelt langsam fließende und stehende, karbonatreiche, meist bis eutrophe Gewässer (FISCHER et al., 2008; IUCN).

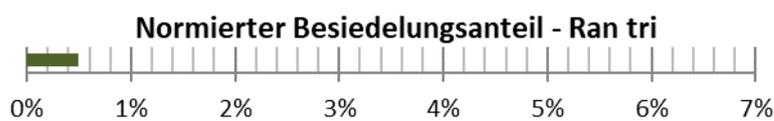
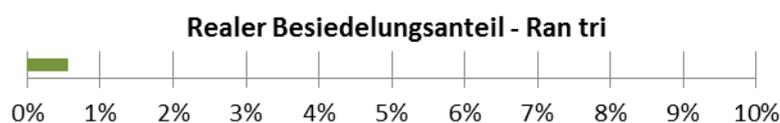
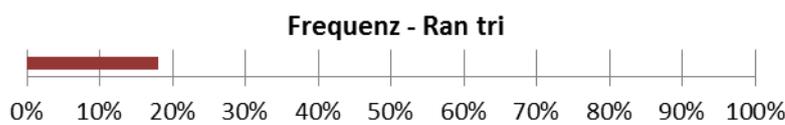
Seentyp



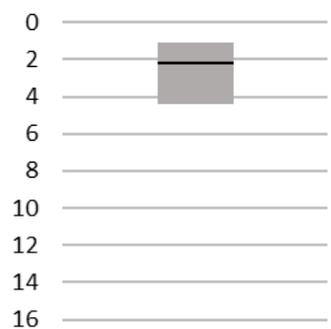
Mittlerer Tiefenbereich

STÖRZEIGER

See



Tiefenverbreitung [m] Ran tri



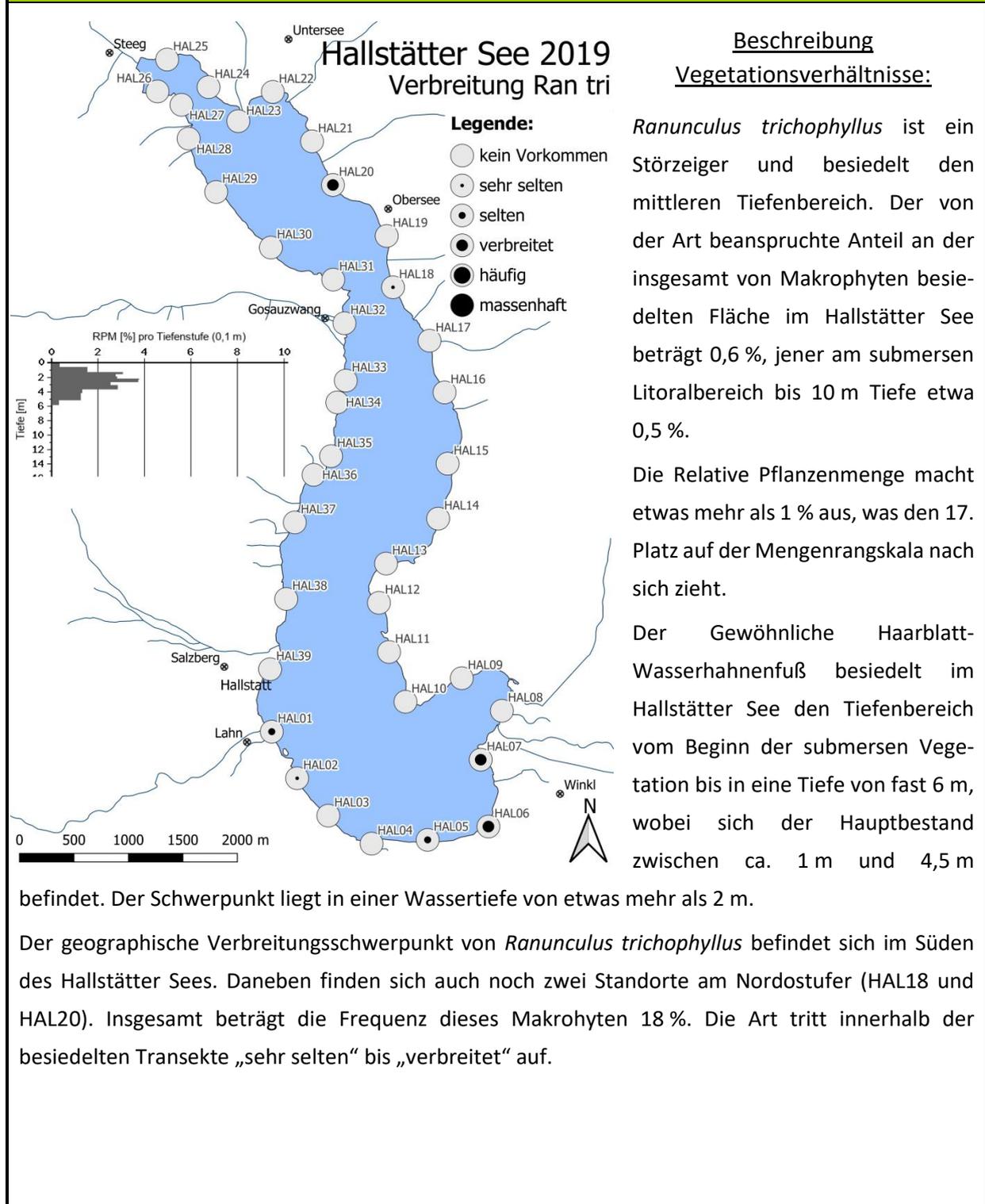
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

1,1 % (Rang 17 von 38)

Anteil an submersen Spermatophyta:

2,9 % (Rang 9 von 15)

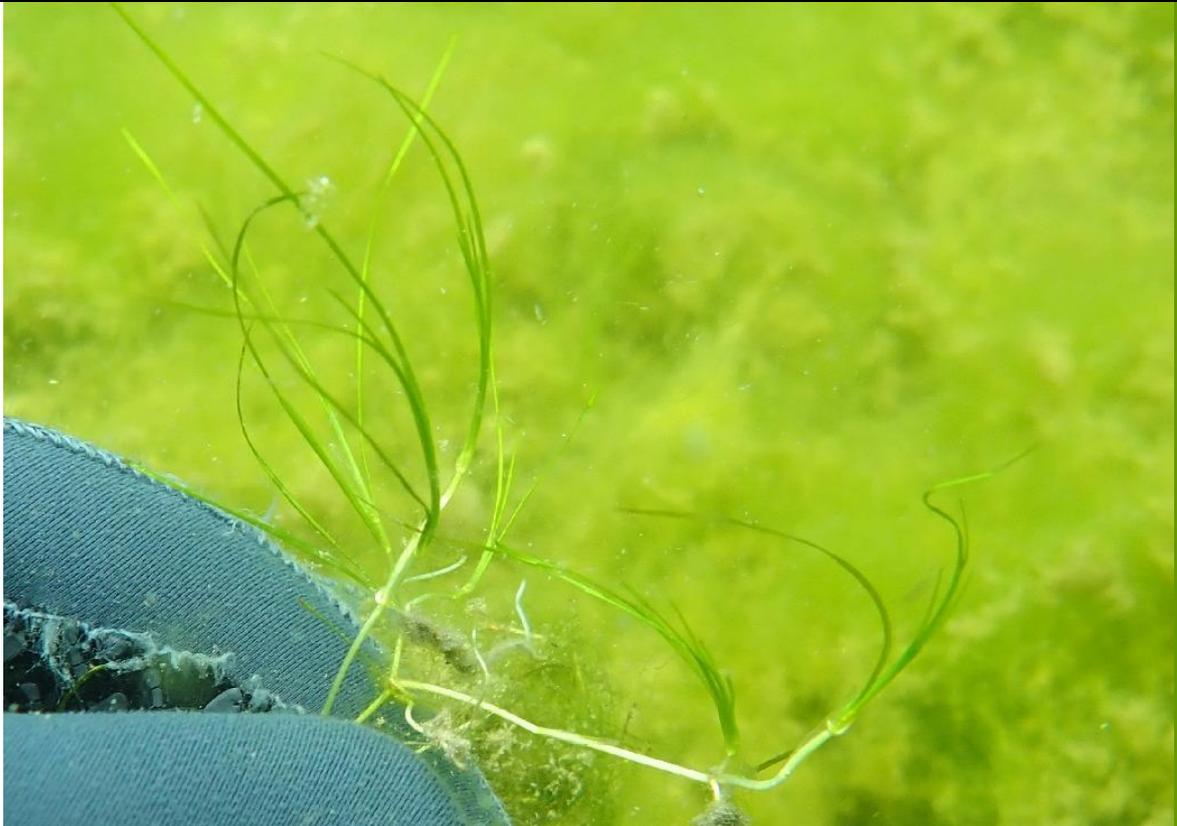
**Ranunculus trichophyllus (Gewöhnlicher Haarblatt-Wasserhahnenfuß)
VERBREITUNG**



Zannichellia palustris (Sumpf-Teichfaden)

FACTSHEET

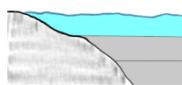
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Zannichellia palustris gilt in den Alpen als „regional gefährdet“ (NIKLFIELD, 1999) und wird als sehr guter Indikator einer starken Nährstoffbelastung eingestuft (LANG, 1973). Typische Standorte sind extrem nährstoffreiche Flachwasserzonen.

Seentyp

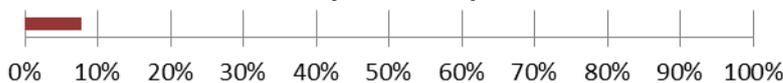


Flachwasser

STÖRZEIGER

See

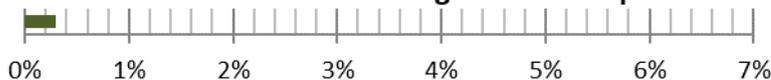
Frequenz - Zan pal



Realer Besiedelungsanteil - Zan pal



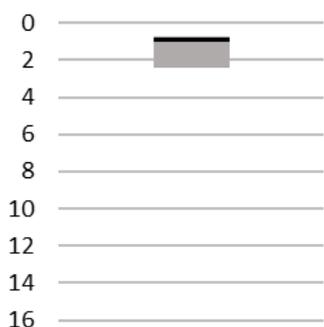
Normierter Besiedelungsanteil - Zan pal



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,7 % (Rang 21 von 38)

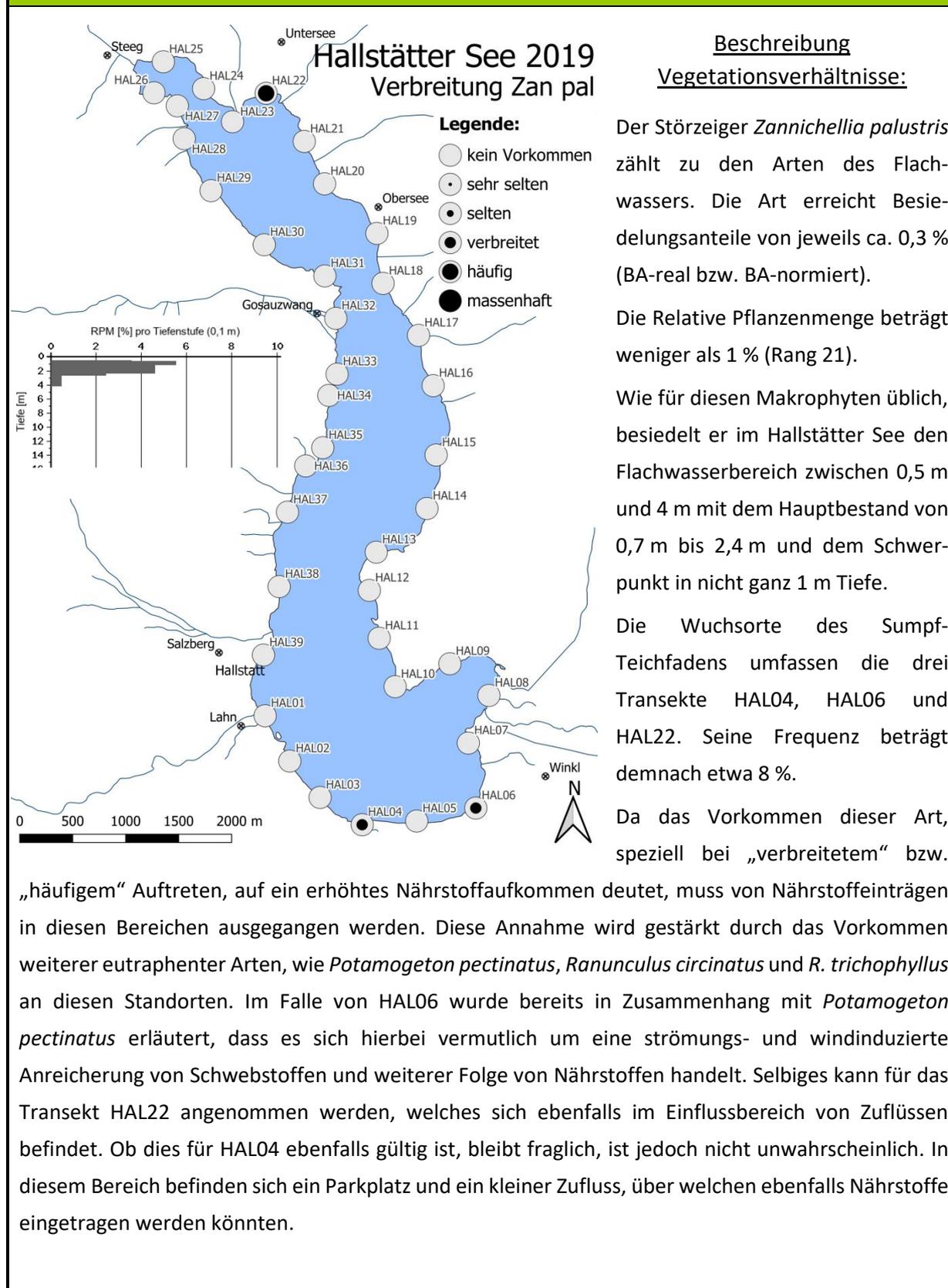
Tiefenverbreitung [m] Zan pal



Anteil an submersen Spermatophyta:

1,7 % (Rang 11 von 15)

**Zannichellia palustris (Sumpf-Teichfaden)
VERBREITUNG**





SEEN – MAKROPHYTEN

Ergebnisse

Oberösterreich
2019
Hallstätter See



4.4.2 RÖHRICHTVEGETATION

Als Röhricht bezeichnet man die Vegetationseinheit in der Übergangszone zwischen Gewässer und Land. Unter günstigen Bedingungen bildet diese, in Mitteleuropa meist vom Schilf (*Phragmites australis*) dominierte Pflanzengesellschaft einen geschlossenen Gürtel um den See. Ein intakter Röhrichtgürtel erfüllt vielfältige biotische und abiotische Funktionen. So bietet er Lebensraum, Nahrung, Schutz und Nistplatz für viele, z.T. stark spezialisierte Lebewesen (PRIES, 1985; KRUMSCHEID et al., 1989). Daneben schützt das Röhricht durch sein dichtes Rhizomnetz vor Ufererosion (BINZ, 1980; SUKOPP & MARKSTEIN, 1989; DITTRICH & WESTRICH, 1990). Aus zufließendem Oberflächenwasser filtert es als Sedimentationsfalle Feststoffe und nimmt einen großen Anteil der mitgeführten Nährstoffe auf (KSENOFONTOVA, 1989; DYKYJOVA, 1990; KRAMBECK, 1990). Weiters werden im Wurzelraum Schwermetalle ausgefällt sowie Öle und Kolloide gebunden (SCHÄFER, 1984). Das Röhricht stellt somit einen sehr wichtigen und schützenswerten Bestandteil im Ökosystem See dar (vgl. auch MORET, 1979; BURNAND, 1980; MOSS, 1983; ISELI & IMHOF, 1987; KRUMSCHEID-PLANKERT, 1990).

Vor allem das Nord-, Nordost- und Südostufer des Hallstätter Sees stellen aufgrund der flach verlaufenden Gewässerhalde ideale Röhrichtstandorte dar. Die überwiegenden Uferstrecken sind allerdings durch eine meist sehr steil abfallende Uferhalde und felsig-steiniges Substrat geprägt, welche keinen Lebensraum für größere Röhrichtbestände bieten. Insgesamt trägt daher die Röhrichtvegetation am Hallstätter See lediglich etwa 1,5 % zur Gesamtpflanzenmenge bei.

Carex spp. (Seggen)

FACTSHEET

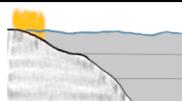
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Die Gattung *Carex* ist sehr artenreich und weit verbreitet. Eine eindeutige Bestimmung der jeweiligen Art ist nur anhand der Blüten möglich und demnach nicht immer durchführbar. Die am Hallstätter See vorgefundenen Seggen werden hier daher zusammengefasst. Die meisten Seggen-Arten benötigen feuchte bis nasse Böden. In Sümpfen und an Seeufnern sind einige der heimischen Taxa charakteristische Bestandsbildner und Verlandungspioniere (CASPER & KRAUSCH, 1980).

Seentyp

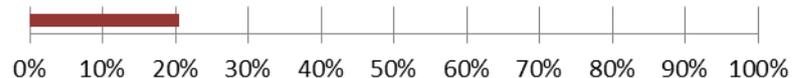


Röhrichtzone

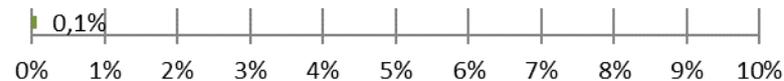
INDIFFERENTE ART

See

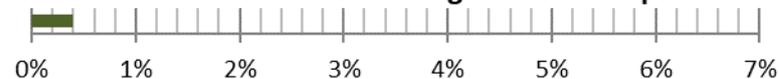
Frequenz - Car sp



Realer Besiedelungsanteil - Car sp



Normierter Besiedelungsanteil - Car sp



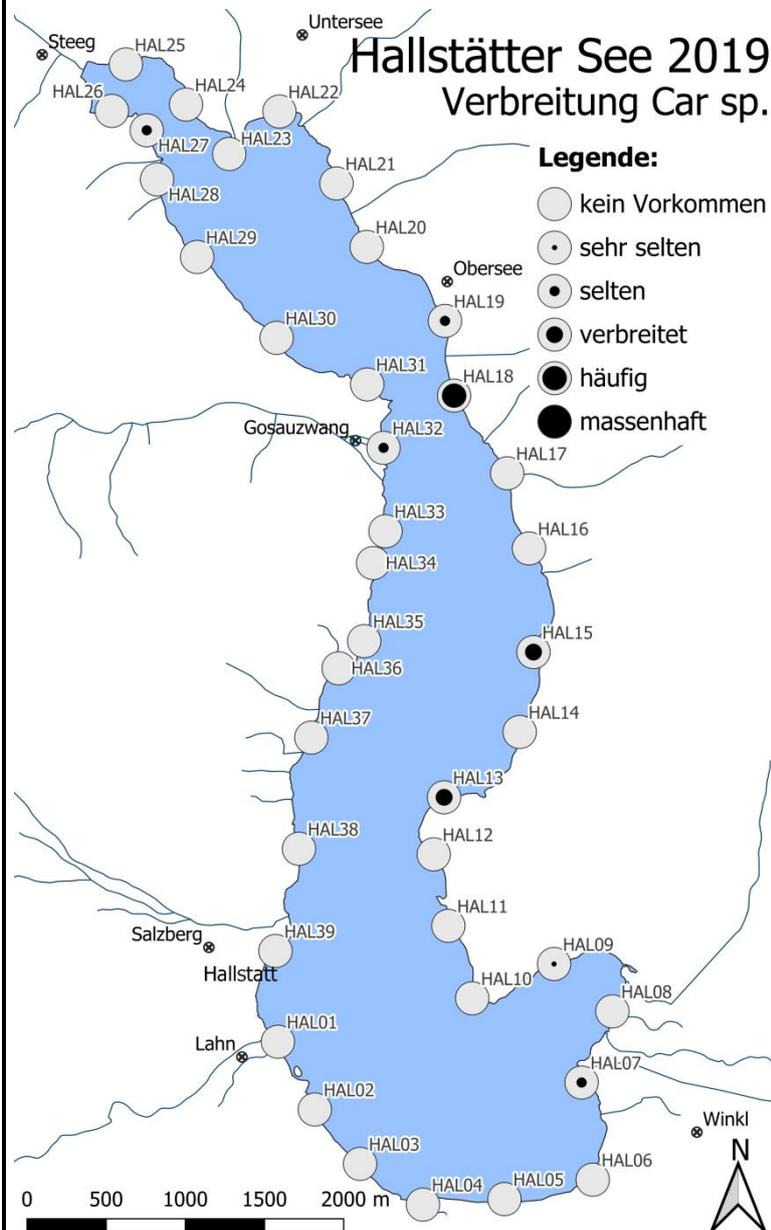
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,1 % (Rang 31 von 38)

Anteil an Röhricht:

9,4 % (Rang 3 von 8)

**Carex spp. (Seggen)
VERBREITUNG**



Beschreibung

Vegetationsverhältnisse:

Die am Ufer des Hallstätter Sees vorkommenden Seggen, welche die Röhrichtzone besiedeln, konnten überwiegend aufgrund fehlender Blütenstände zum Zeitpunkt der Kartierung nicht näher bestimmt werden. Da die einzelnen Arten innerhalb der Gattung *Carex* recht verschiedene ökologische Ansprüche an ihr Habitat stellen, wird *Carex spp.* hier als indifferent geführt.

Die Seggen erreichen einen Anteil des gesamten von Makrophyten besiedelten Bereichs im See von etwas weniger als 0,1 % und des potentiell von Röhricht besiedelbaren Uferbereichs, bis zu einer Tiefe von 1,5 m, von 0,4 %.

Weiters erreichen Seggen eine Relative Pflanzenmenge von 0,1 % (Rang 31). Mit fast 10 % Anteil an der Pflanzenmenge der Röhrichtvegetation sind die Seggen das

dritthäufigste Taxon innerhalb dieser Gruppe.

Seggen treten am Hallstätter See „sehr selten“ bis „häufig“ in einzelnen, über den gesamten See verstreuten, Transekten auf. Die Frequenz hierbei beträgt fast 21 %.

Deschampsia cespitosa (Horst-Rasenschmiele)

FACTSHEET

Allgemein

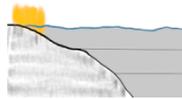


Foto aus anderem Gewässer.

Allgemeine Artbeschreibung:

Die horstbildende *Deschampsia cespitosa* ist etwas kalkmeidend und besiedelt frische bis feuchte Fettweiden, Niedermoore und Ufer (FISCHER et al., 2008).

Seentyp

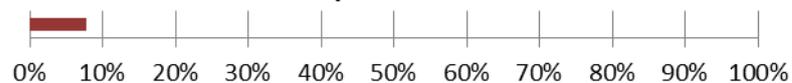


Röhrichtzone

INDIFFERENTE ART

See

Frequenz - Des ces



Realer Besiedelungsanteil - Des ces



Normierter Besiedelungsanteil - Des ces



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

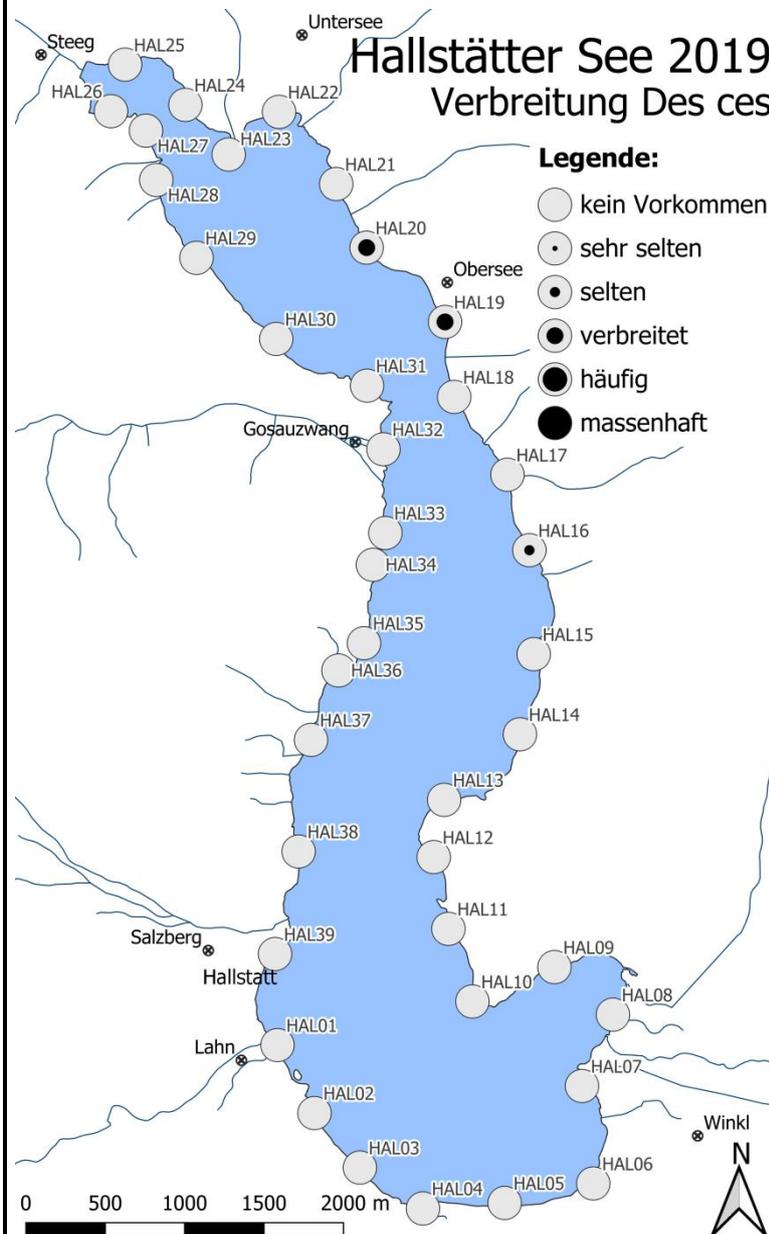
0,1 % (Rang 32 von 38)

Anteil an Röhricht:

6,9 % (Rang 4 von 8)



***Deschampsia cespitosa* (Horst-Rasenschmiele)
VERBREITUNG**



Beschreibung

Vegetationsverhältnisse:

Die indifferente Art *Deschampsia cespitosa* besiedelt die Röhrichtzone und erreicht einen Realen Besiedelungsanteil von 0,1 % sowie einen Normierten Besiedelungsanteil von 0,3 %.

Mit 0,1 % Anteil an der Gesamtpflanzenmenge erzielt die Horst-Rasenschmiele den 32. Rang auf der Mengenrangskala.

Die Wuchsorte von *Deschampsia cespitosa* befinden sich am Hallstätter See im Bereich der Transekte HAL16, HAL19 & HAL20, was zu einer Frequenz von ca. 8 % führt. Hier tritt die Art „selten“ bzw. „verbreitet“ auf.

Lycopus europaeus (Gewöhnlich-Wolfsfuß)

FACTSHEET

Allgemein

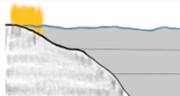


Foto aus anderem Gewässer.

Allgemeine Artbeschreibung:

Als Habitate von *Lycopus europaeus* dienen nasse, zeitweise überschwemmte, nährstoff- und basenreiche, modrig-humose Sand-, Ton- und Torfböden in Gräben, an Ufern und in Bruchwäldern, in Röhricht- und Großseggen- gesellschaften. Der Gewöhnliche Wolfsfuß verträgt auch Salz und kommt dementsprechend auch an Standorten mit brackischem Wasser vor (FISCHER et al. 2008; CASPER & KRAUSCH, 1981).

Seentyp

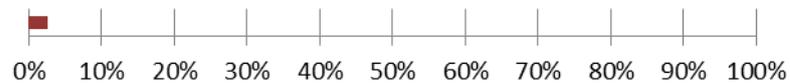


Röhrichtzone

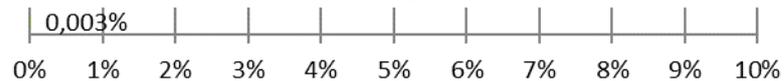
INDIFFERENTE ART

See

Frequenz - *Lyc eur*



Realer Besiedelungsanteil - *Lyc eur*



Normierter Besiedelungsanteil - *Lyc eur*



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

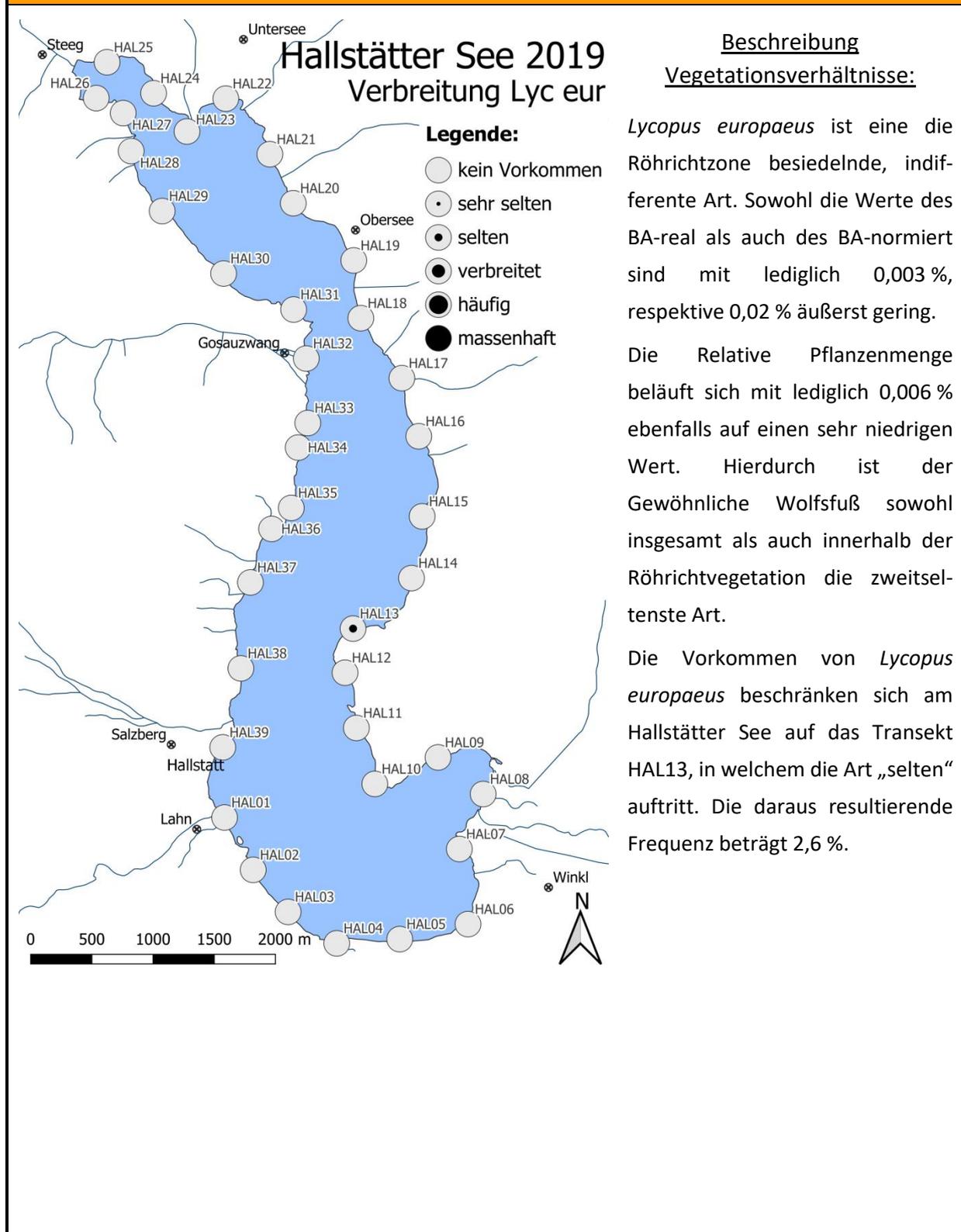
0,006 % (Rang 36 von 38)

Anteil an Röhricht:

0,4 % (Rang 7 von 8)



***Lycopus europaeus* (Gewöhnlich-Wolfsfuß)
VERBREITUNG**



Lythrum salicaria (Gewöhnlich-Blutweiderich)

FACTSHEET

Allgemein

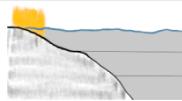


Foto aus anderem Gewässer.

Allgemeine Artbeschreibung:

Der Blutweiderich besiedelt im Schilfröhricht und in Großseggen-Rieden, wo er in Großbeständen vorkommen kann, vor allem trockenere Standorte, verträgt aber auch zeitweise Überstauungen gut. Typische Standortansprüche sind ein nasser, schwerer, etwas stickstoffhaltiger Torf-, Lehm- oder Tonboden und genügend Licht. Empfindlich ist die Art hingegen gegenüber Betritt. Sie kann auch als Pionierpflanze in lichten Zwergbinsen- oder Strandlings-Beständen und in Auwäldern vorkommen (KRAUSCH, 1996).

Seentyp

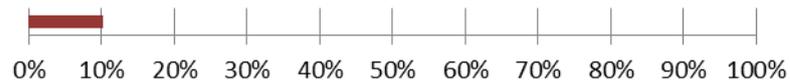


Röhrichtzone

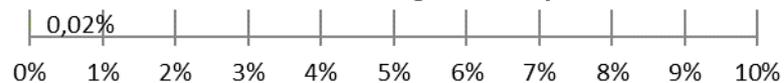
INDIFFERENTE ART

See

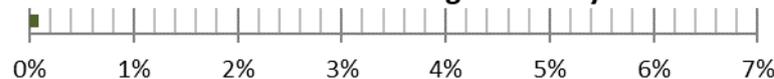
Frequenz - Lyt sal



Realer Besiedelungsanteil - Lyt sal



Normierter Besiedelungsanteil - Lyt sal



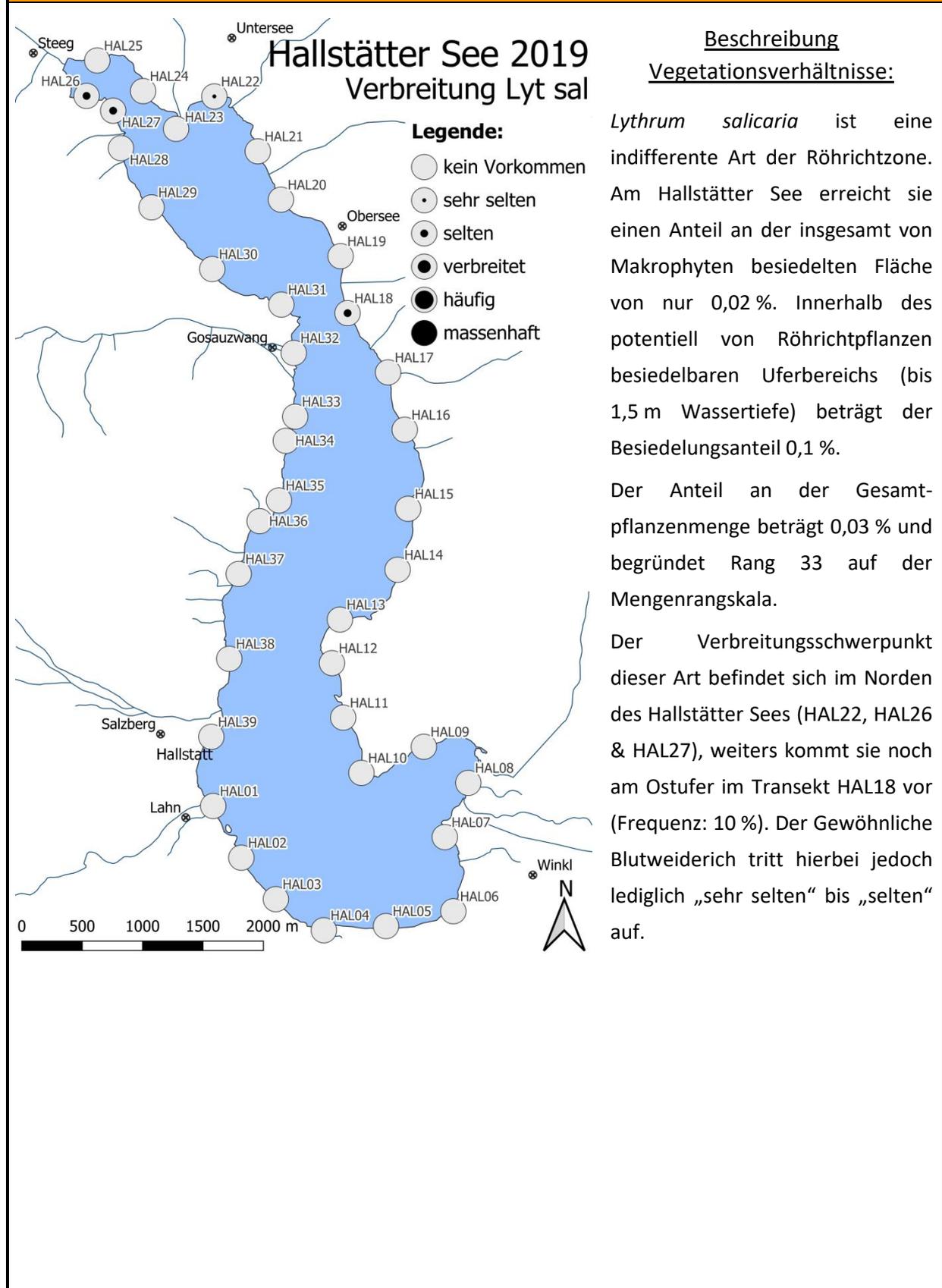
Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

0,03 % (Rang 33 von 38)

Anteil an Röhricht:

2,1 % (Rang 5 von 8)

***Lythrum salicaria* (Gewöhnlich-Blutweiderich)
VERBREITUNG**



Phalaris arundinacea (Rohr-Glanzgras)

FACTSHEET



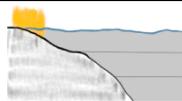
Foto aus anderem Gewässer.

Allgemein

Allgemeine Artbeschreibung:

Das Rohr-Glanzgras kommt in Uferfröhrichten vor allem fließender, aber auch stehender Gewässer, an Quellen und in Auwäldern vor (KRAUSCH, 1996). Eine Besiedelung der permanent überfluteten Uferbank ist allerdings nicht möglich. Die Art verträgt dafür aber starke Wasserstandsschwankungen sowie mechanische Belastungen und steigt bis in den subalpinen Bereich hinauf. Das Rohr-Glanzgras braucht basen- und stickstoffreichen Boden, vorzugsweise aus humosem Schlick, der jedoch an Sauerstoff nicht verarmen sollte. Es reagiert unempfindlich gegenüber Wasserverschmutzungen und kann daher auch an stark verschmutzten Gewässern vorkommen. Vor allem findet man es in Fließgewässer-Röhrichten an Ufern und Überschwemmungsstandorten, teilweise auch im Schilfröhricht und in Großseggen-Rieden oder im Erlen-Eschen- und Eichen-Ulmen-Auwald (KRAUSCH, 1996).

Seentyp



Röhrichtzone

INDIFFERENTE ART

See

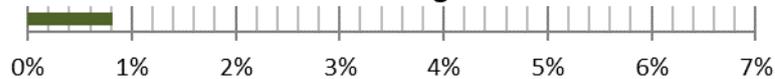
Frequenz - *Pha aru*



Realer Besiedelungsanteil - *Pha aru*



Normierter Besiedelungsanteil - *Pha aru*



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

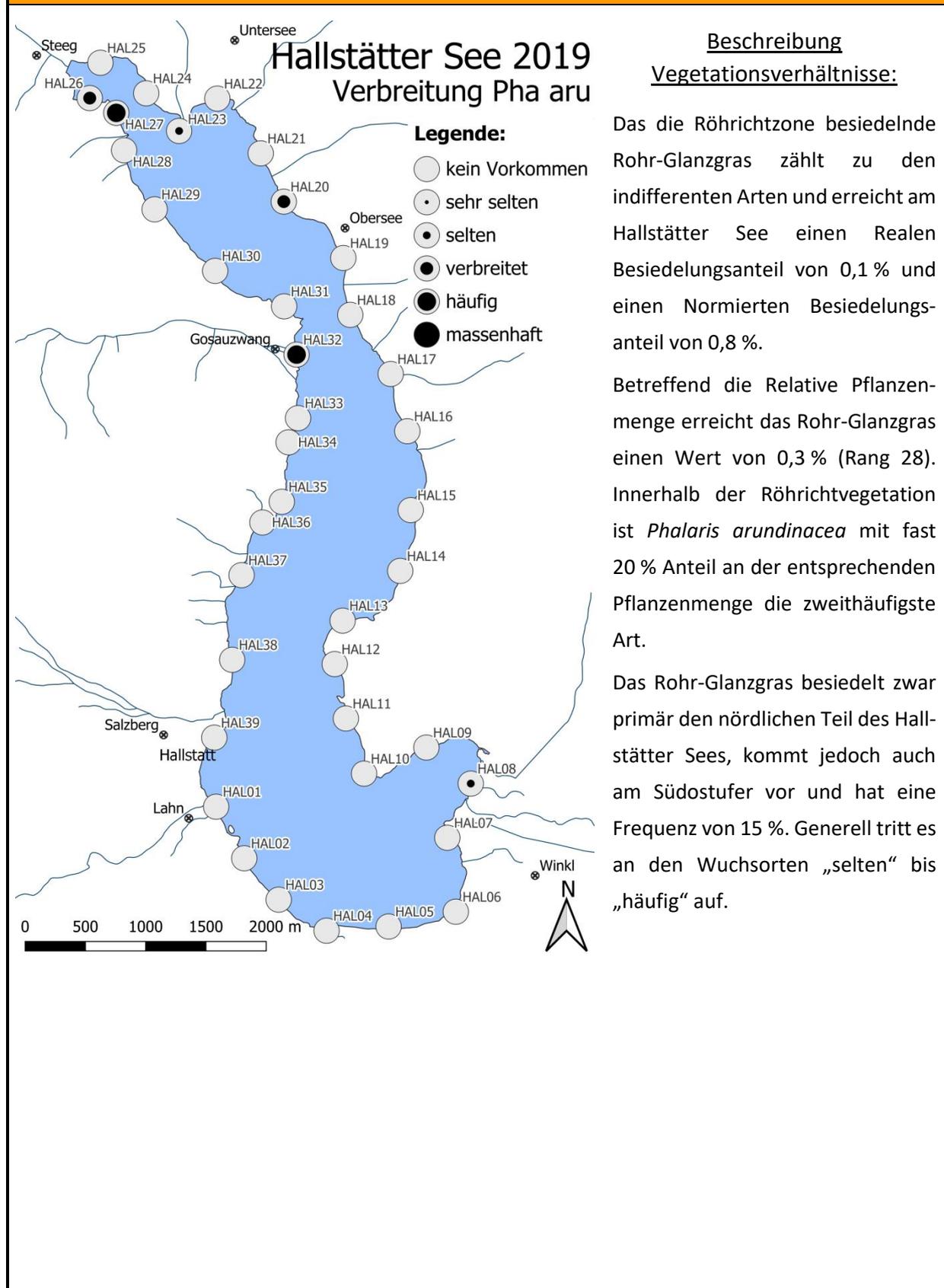
0,3 % (Rang 28 von 38)

Anteil an Röhricht:

19,1 % (Rang 2 von 8)



***Phalaris arundinacea* (Rohr-Glanzgras)
VERBREITUNG**



Phragmites australis (Europa-Schilf)

FACTSHEET

Allgemein

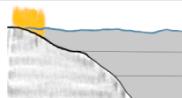


Foto aus anderem Gewässer.

Allgemeine Artbeschreibung:

Phragmites australis kann einen breiten Uferbereich besiedeln. Als Landschilf dringt es weit an Land vor und bildet den Anschluss zur Landvegetation. Als Wasserschilf kann die Art bis zu ca. 1,5 m tief ins Wasser vordringen. Die Wüchsigkeit ist eng mit der Nährstoffsituation des Gewässers verbunden. Generell zeichnet sich das Schilf durch eine hohe Konkurrenzkraft aus und bildet bei geeigneten Bedingungen einen geschlossenen Gürtel um den See. Es ist allerdings äußerst empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen (CASPER & KRAUSCH, 1980). Außer an Gewässern kommt das Schilf auch auf nassen Wiesen oder Äckern, zum Teil in Mooren und nassen Bruch- oder Auwäldern vor, bevorzugt auf weichem Substrat wie Schlamm- und Torfboden. Die Art hat auch eine gewisse Salztoleranz und kann dementsprechend auch im Brackwasser vorkommen (KRAUSCH, 1996).

Seentyp

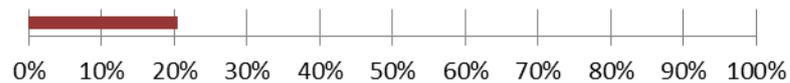


Röhrichtzone

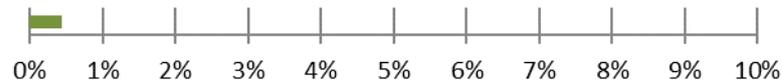
INDIFFERENTE ART

See

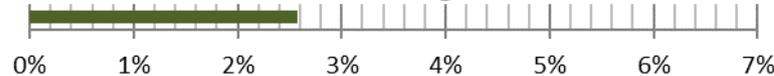
Frequenz - Phr aus



Realer Besiedelungsanteil - Phr aus



Normierter Besiedelungsanteil - Phr aus



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

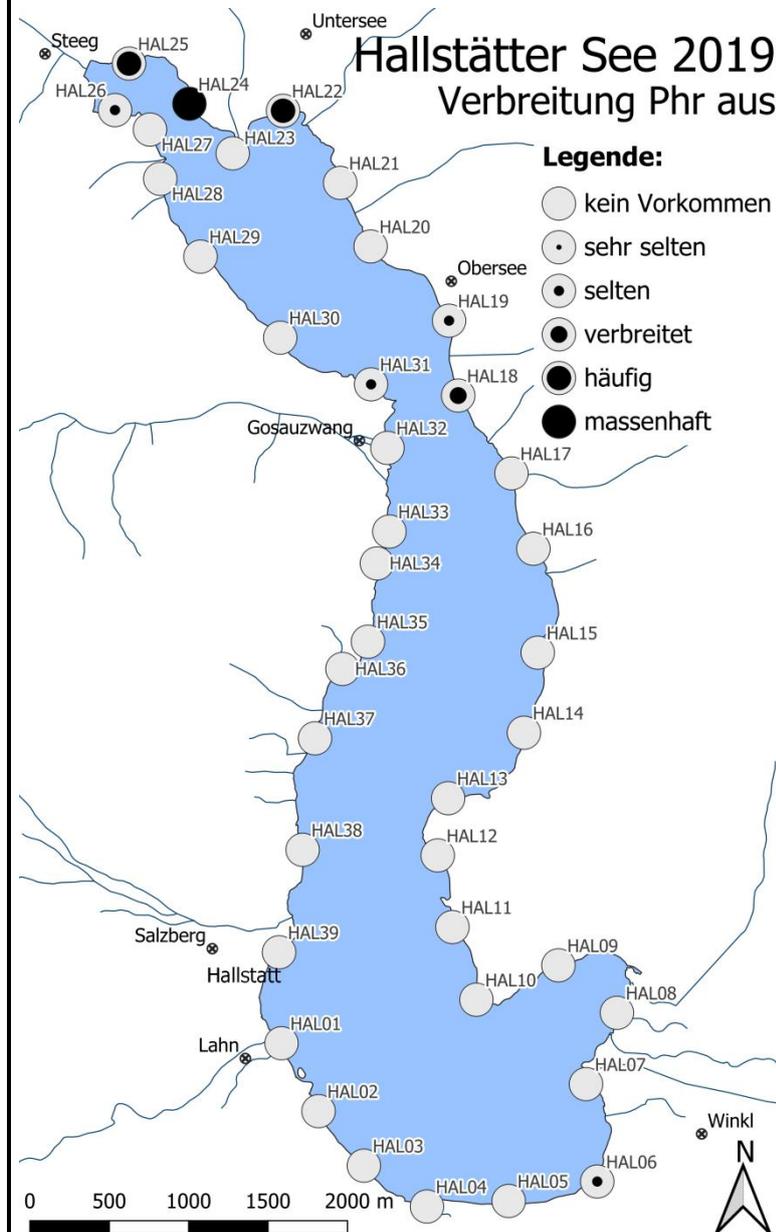
0,9 % (Rang 18 von 38)

Anteil an Röhricht:

60,7 % (Rang 1 von 8)



**Phragmites australis (Europa-Schilf)
VERBREITUNG**



Beschreibung
Vegetationsverhältnisse:

Phragmites australis zählt zu den indifferenten Arten und besiedelt die Röhrichtzone. Am Hallstätter See erreicht die Art innerhalb der insgesamt von Makrophyten besiedelten Fläche einen Anteil von 0,4 %. Lediglich bezogen auf den potentiell von Röhricht besiedelbaren Uferbereich (bis 1,5 m Tiefe) steigt dieser Anteil auf ca. 2,6 % an. Die Relative Pflanzenmenge beträgt 0,9 %. Während das Schilf damit insgesamt nur Rang 18 belegt, ist es innerhalb der Röhrichtvegetation mit einem Anteil an der entsprechenden Pflanzenmenge von knapp über 60 % aber die häufigste Röhrichtart.

Die Wuchsorte des Europa-Schilfs konzentrieren sich auf die flachen Bereiche im Norden des Hallstätter Sees (HAL22, HAL24 bis HAL26) wo die Art „selten“ bis „massenhaft“ auftritt. Weiters finden sich auch

noch weiter südlich und am Südufer des Sees Vorkommen. In diesen tritt sie jedoch lediglich „selten“ bzw. „verbreitet“ auf. Die Frequenz beträgt 21 %.

Schoenoplectus lacustris (Grün-Teichbinse)

FACTSHEET

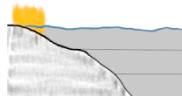
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Die Grüne Teichbinse zählt zu den Verlandungspionieren. Bei Überflutung assimilieren die grünen Sprosssteile weiter, so dass die Art auch größere Wassertiefen besiedeln kann. Sie ist jene Röhrlichtart, die am weitesten ins offene Wasser vordringen kann und tritt daher häufig als lockerer Gürtel, wasserseitig vor dem Schilfröhrlicht auf. Bevorzugt werden ruhige Bereiche, da die Art aufgrund des hohen Markgehaltes ihres Stängels knickempfindlich ist. Die Art hat eine breite ökologische Amplitude. Sie kommt in oligo- bis eutrophen, kalkgeprägten Gewässern vor und kann bis in den subalpinen Bereich vordringen. Neben einer emersen (aufrechten, sich über den Wasserspiegel erhebenden) Wuchsform kann die Pflanze auch eine rein submerse (untergetauchte) Wuchsform mit schlaffen, bandförmigen Blättern ausbilden. Letztere ist v.a. in größeren Seen mit stärkerem Wellenaufkommen häufig anzutreffen.

Seentyp

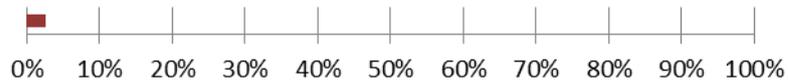


Röhrlichtzone

INDIFFERENTE ART

See

Frequenz - Sch lac



Realer Besiedelungsanteil - Sch lac



Normierter Besiedelungsanteil - Sch lac



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

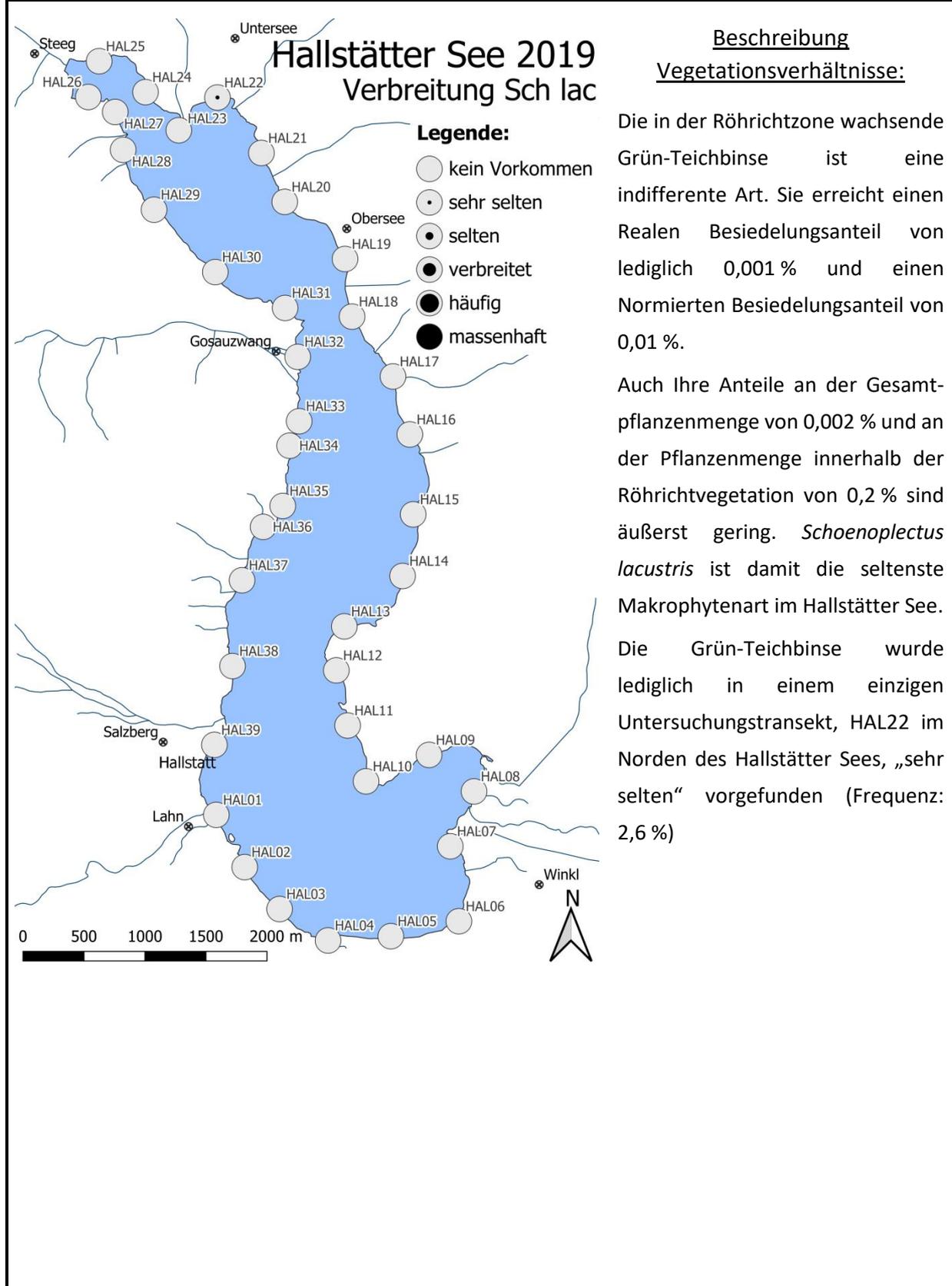
0,002 % (Rang 37 von 38)

Anteil an Röhrlicht:

0,2 % (Rang 8 von 8)



Schoenoplectus lacustris (Grün-Teichbinse)
VERBREITUNG



Veronica beccabunga (Bach-Ehrenpreis)

FACTSHEET

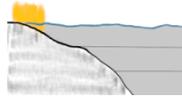
Allgemein



Allgemeine Artbeschreibung:

Der Bach-Ehrenpreis besiedelt mehr oder weniger nährstoffreiche (meso- bis eutrophe), nasse Habitate wie Quellfluren oder die flach überschwemmten oder sickernassen Randbereiche fließender, klarer Gewässer. Als untergetauchte Form kann er auch in relativ rasch fließenden Fließgewässern in bis zu 50 cm Tiefe vorkommen (FISCHER et al., 2008; CASPER & KRAUSCH, 1981). Rein submerse Vorkommen in Seen sind hingegen sehr selten

Seentyp

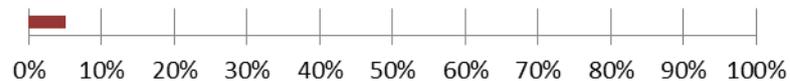


Röhrichtzone

INDIFFERENTE ART

See

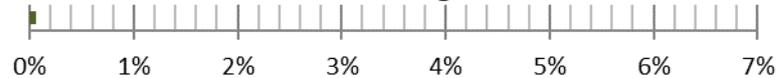
Frequenz - Ver bec



Realer Besiedelungsanteil - Ver bec



Normierter Besiedelungsanteil - Ver bec



Anteil an Gesamtpflanzenmenge:

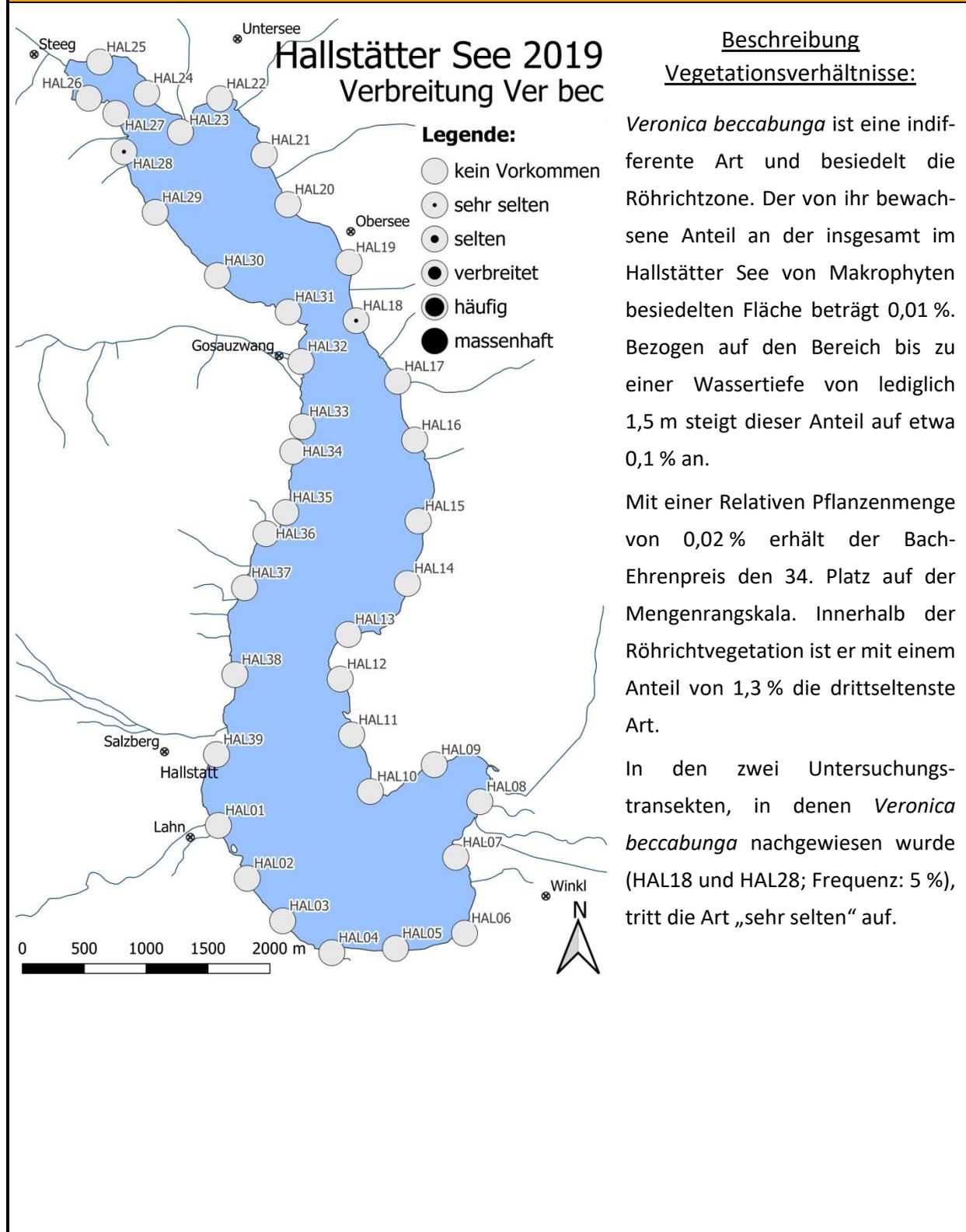
0,02 % (Rang 34 von 38)

Anteil an Röhricht:

1,3 % (Rang 6 von 8)

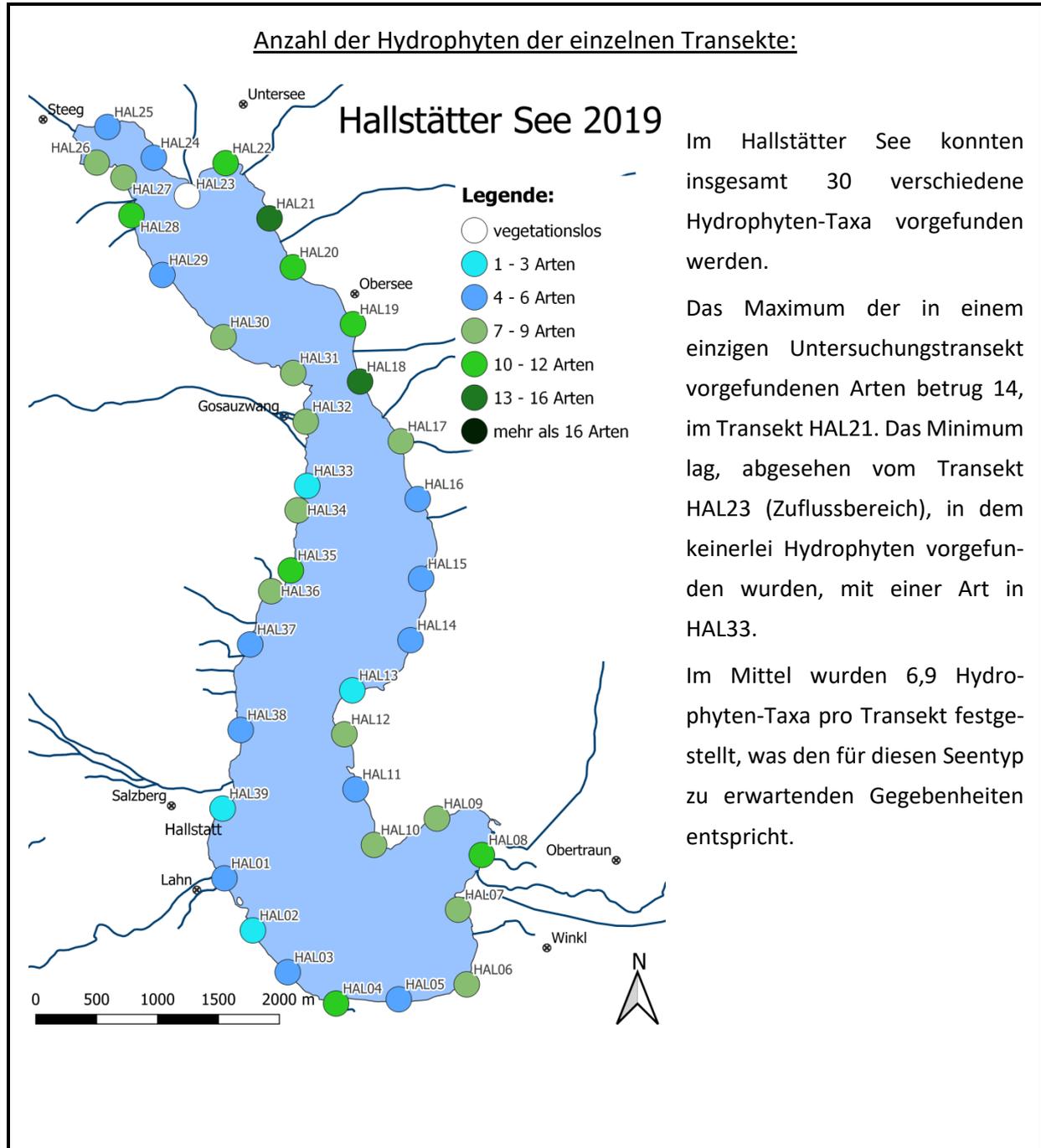


**Veronica beccabunga (Bach-Ehrenpreis)
VERBREITUNG**



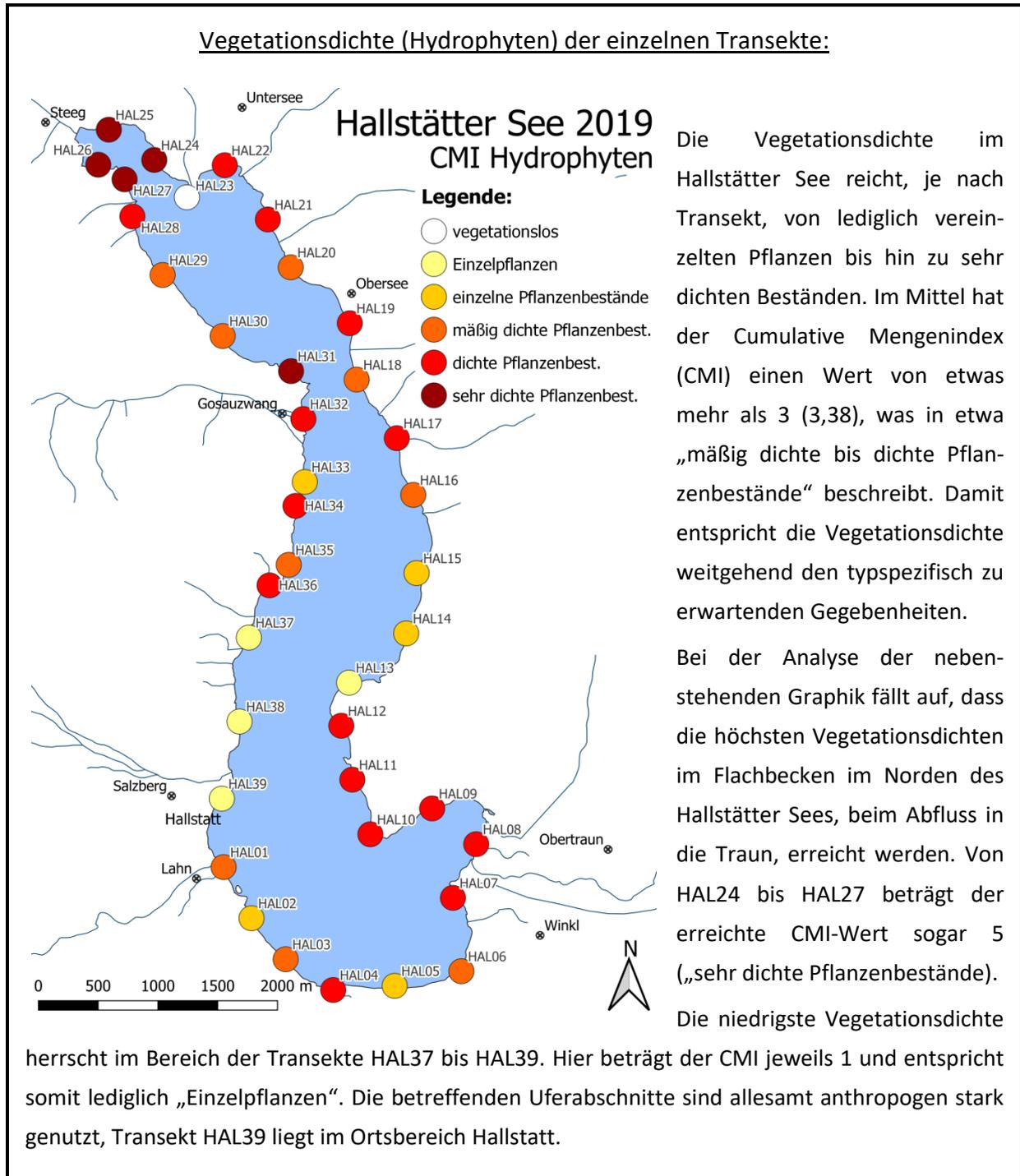
4.5 Vegetationsausstattung der einzelnen Transekte

4.5.1 ARTENANZAHL



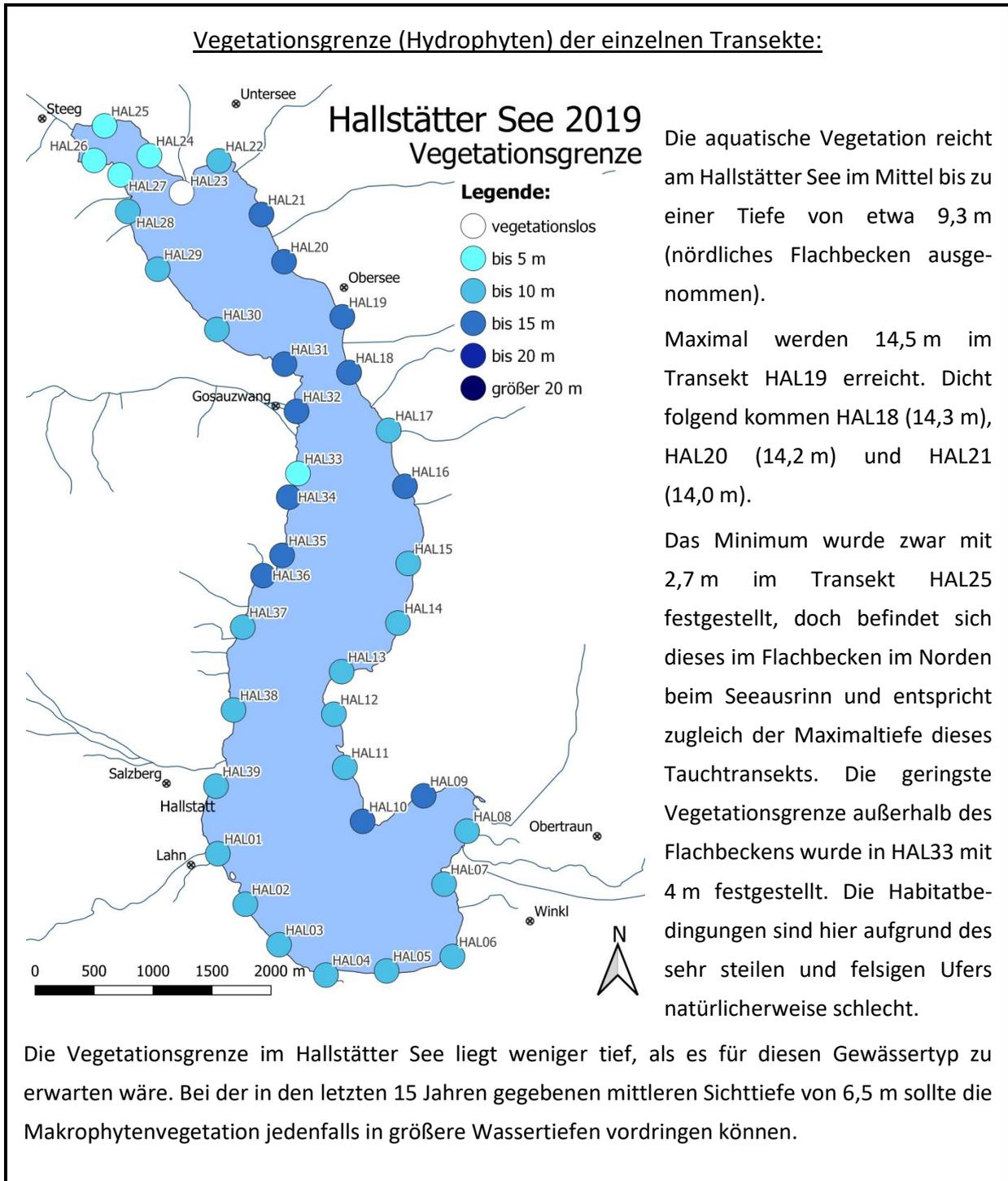
4.5.2 VEGETATIONSDICHTE

Vegetationsdichte (Hydrophyten) der einzelnen Transekte:

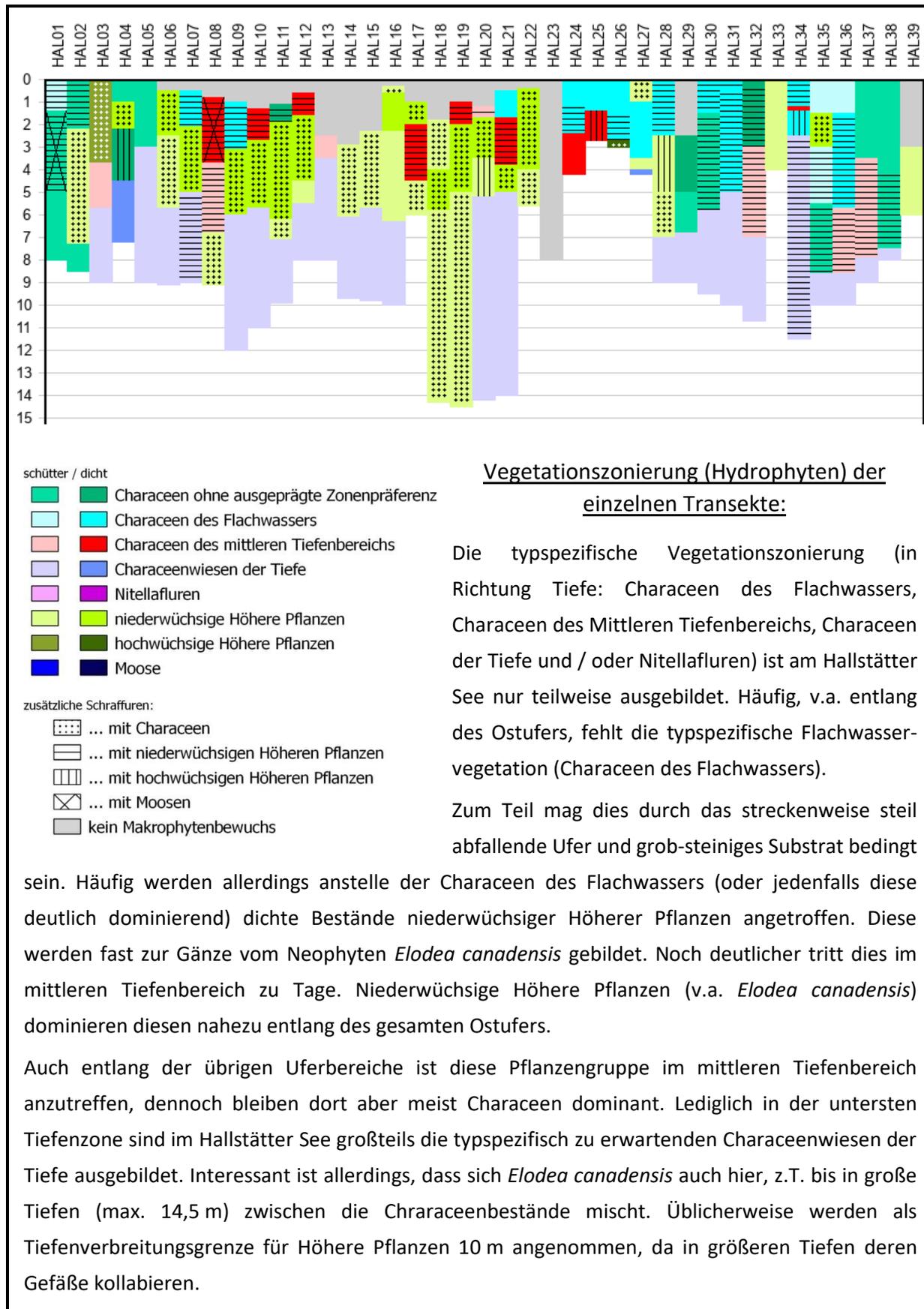


4.5.3 VEGETATIONSGRENZE

Vegetationsgrenze (Hydrophyten) der einzelnen Transekte:

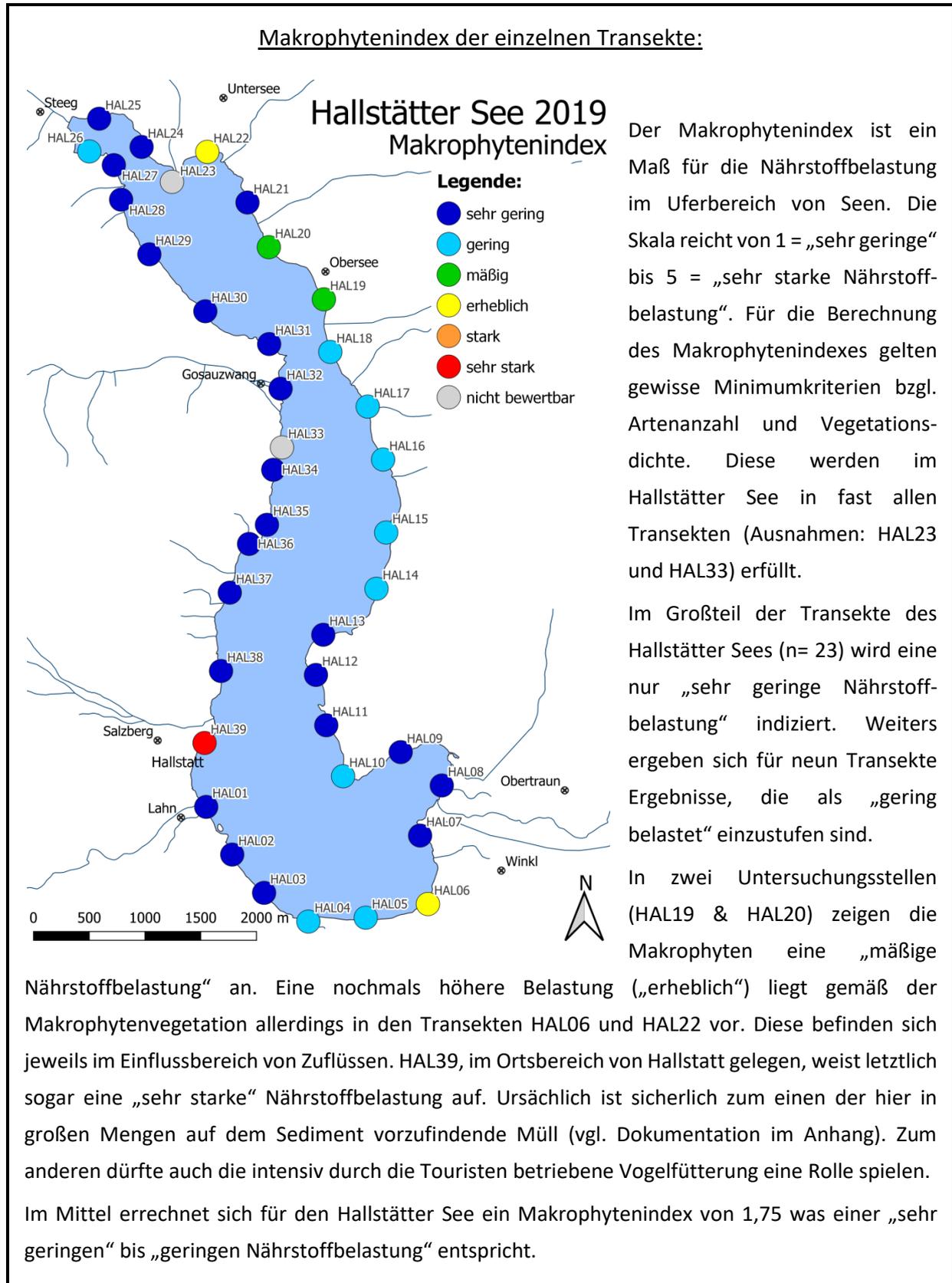


4.5.4 VEGETATIONSZONIERUNG



4.5.5 MAKROPHYTENINDEX

Makrophytenindex der einzelnen Transekte:





5 BEWERTUNG NACH WRRL

5.1 Bewertung des ökologischen Zustands

Die im Kapitel 4.5 beschriebenen Kenndaten der Makrophytenvegetation sind bewertungsrelevant. Sie fließen allesamt, entweder direkt als eigene Metrics (Vegetationsdichte, Vegetationsgrenze, Trophie-Indikation) oder in abgeleiteter Form (Vegetationszonierung, Artenzusammensetzung), in die Bewertung ein (vgl. Kapitel 3.3, Methodik Bewertung). Die einzelnen Metrics decken dabei folgende Aspekte der Makrophytenvegetation ab:

EQR-VD:	Vegetationsdichte
EQR-VL:	Vegetationsgrenze
EQR-VZ:	Vegetationszonierung
EQR-TI:	Trophieindikation
EQR-SC:	Artenzusammensetzung

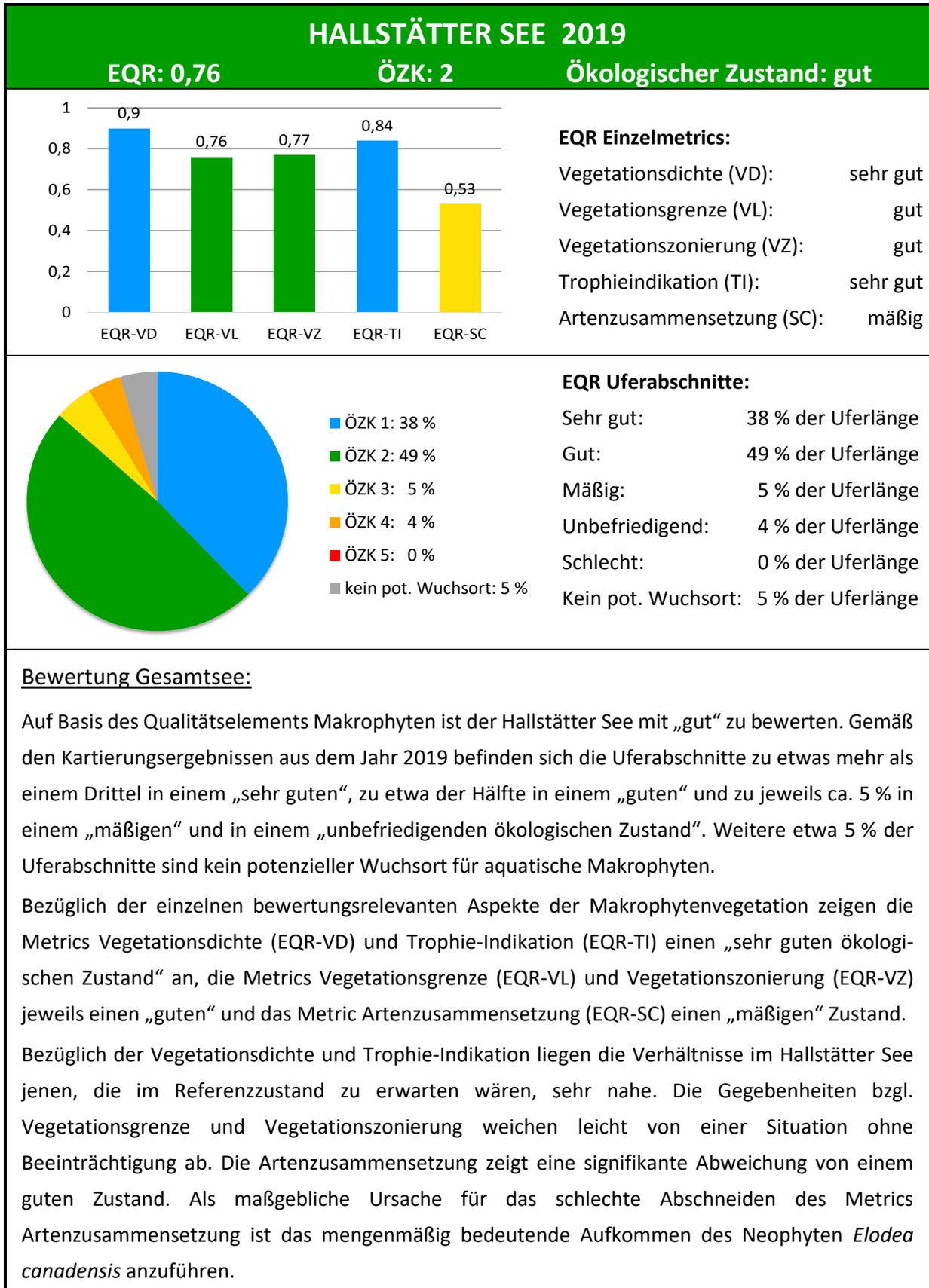
Auf dem folgenden Datenblatt ist das Bewertungsergebnis für den Hallstätter See dargestellt und erläutert.

In der Kopfzeile ist das Bewertungsergebnis als EQR-Wert und Ökologische Zustandsklasse wiedergegeben und farblich markiert.

Zur Veranschaulichung der Bewertung werden dann zwei Graphiken präsentiert. Die erste zeigt in Form eines Balkendiagramms die Bewertungsergebnisse (als EQR-Werte) für die einzelnen Metrics, jeweils berechnet für den gesamten See (EQR Einzelmetrics). Aus dieser können Informationen über die vorherrschenden Belastungen und gegebenenfalls Vorliegen und Stand von Eutrophierungs- oder Reoligotrophierungsprozessen abgelesen werden. Die zweite Graphik gibt in Form eines Tortendiagramms die prozentualen Anteile der verschiedenen Zustandsklassen (EQR Uferabschnitte) an der Uferlänge des Sees wieder.

Die Bewertungsergebnisse für die verschiedenen Untersuchungstransecte sind auf den nachfolgenden Seiten kartographisch dargestellt. Dies soll vor allem der Lokalisierung von Uferabschnitten mit Handlungsbedarf dienen. Die kartographischen Darstellungen der Bewertungsergebnisse umfassen dabei nicht nur das Gesamtergebnis für die einzelnen Transecte, sondern auch die Ergebnisse für alle Einzelmetrics, um die vorliegenden Belastungsursachen besser erkennen zu können. Eine Auflistung der genauen EQR-Werte der einzelnen Metrics sowie der Gesamtbewertung der jeweiligen Transecte, findet sich im Anhang.

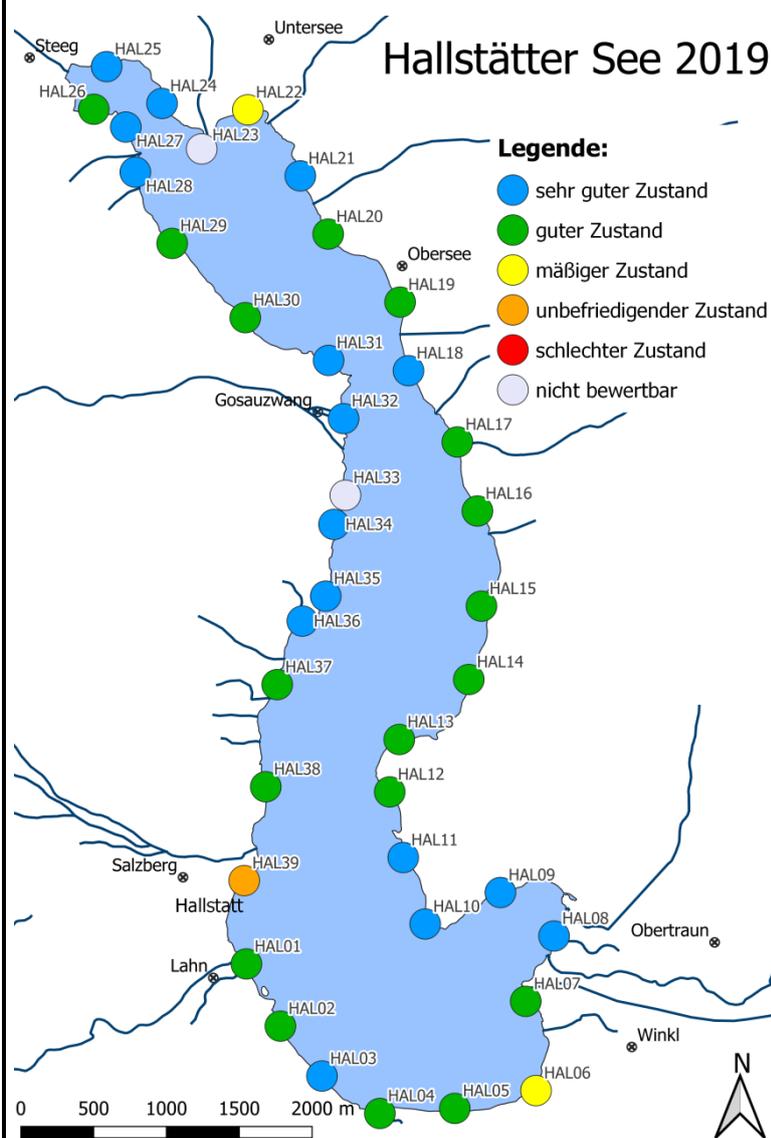
5.1.1 GESAMTBEWERTUNG



5.1.2 BEWERTUNG DER EINZELNEN TRANSEKTE

5.1.2.1 EQR-Gesamt (Ökologische Zustandklasse)

Ökologischer Zustand der einzelnen Transekte – Gesamtbewertung:

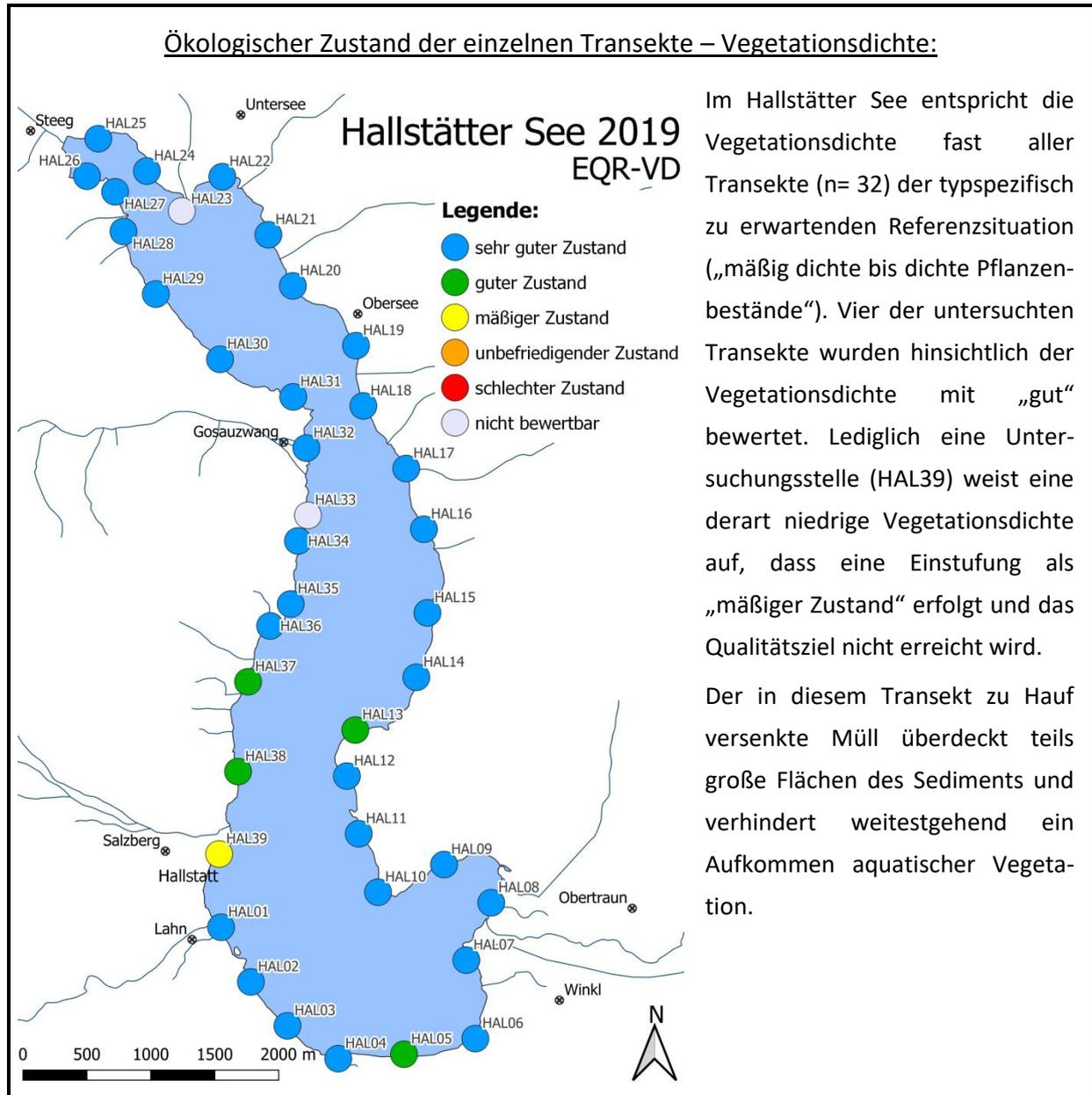


18 der 39 untersuchten Transekte befinden sich gemäß dem Qualitätselement Makrophyten insgesamt in einem „guten ökologischen Zustand“. 16 Untersuchungsstellen erreichen sogar ein „sehr gut“. Ein Transekt (HAL31) zeigte in den verschiedenen Qualitätszielen derart gute Ergebnisse, dass es sogar als Referenzstelle ausgewiesen werden konnte. Lediglich in drei Untersuchungstransekten wurde das in der WRRL geforderte Qualitätsziel verfehlt. Zwei davon (HAL06 und HAL22) wurden mit „mäßig“ und eines (HAL39) nur mit „unbefriedigend“ bewertet. Aufgrund der Einmündung eines Zuflusses mit relativ großem Geschiebeeintrag im Bereich von HAL23 und dem sehr steilen und felsigen Uferverlauf in HAL33 bieten diese beiden Untersuchungsstellen keine geeigneten Habitate für aquatische Vegetation

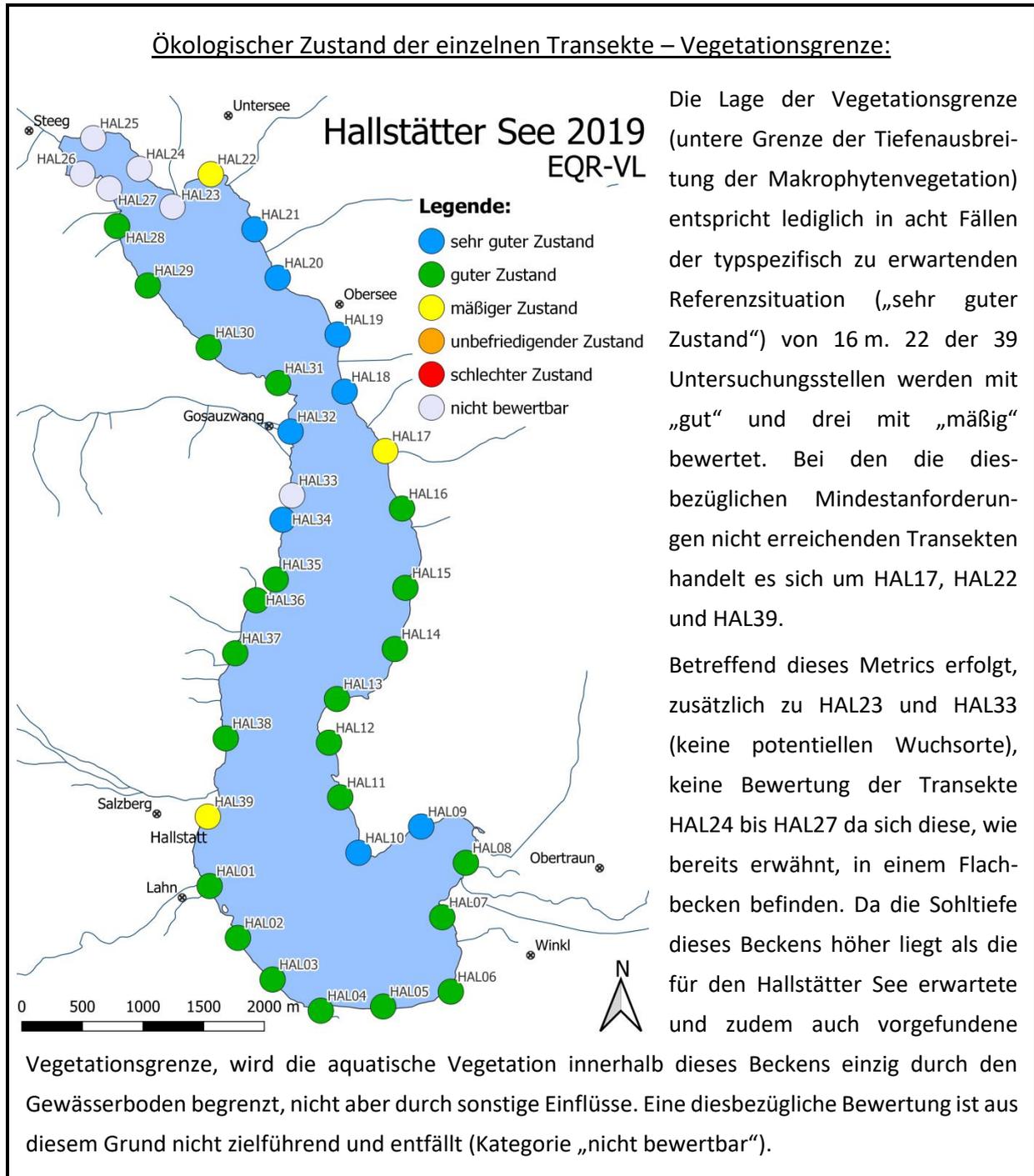
und sind nach dem Qualitätselement Makrophyten nicht bewertbar.

Für die Ursachenfindung des Verfehlens des Qualitätsziels in den Transekten HAL06, HAL22 und HAL39 müssen im Weiteren die Ergebnisse der Einzelmetrics analysiert werden. Alle drei Transekte sind demnach deutlich nährstoffbelastet. HAL06 und HAL22 liegen im Einflussbereich von Zuflüssen, HAL39 direkt im Ortsbereich von Hallstatt. Weiters weisen alle drei Transekte Defizite in der Artenzusammensetzung auf, indem die typspezifische Vegetation fehlt oder nur spärlich ausgebildet ist. HAL39, welches sich direkt in Hallstatt befindet, gleicht zudem einer unterseeischen Müllhalde (vgl. Fotos im Anhang), die kaum Platz für aquatische Vegetation lässt.

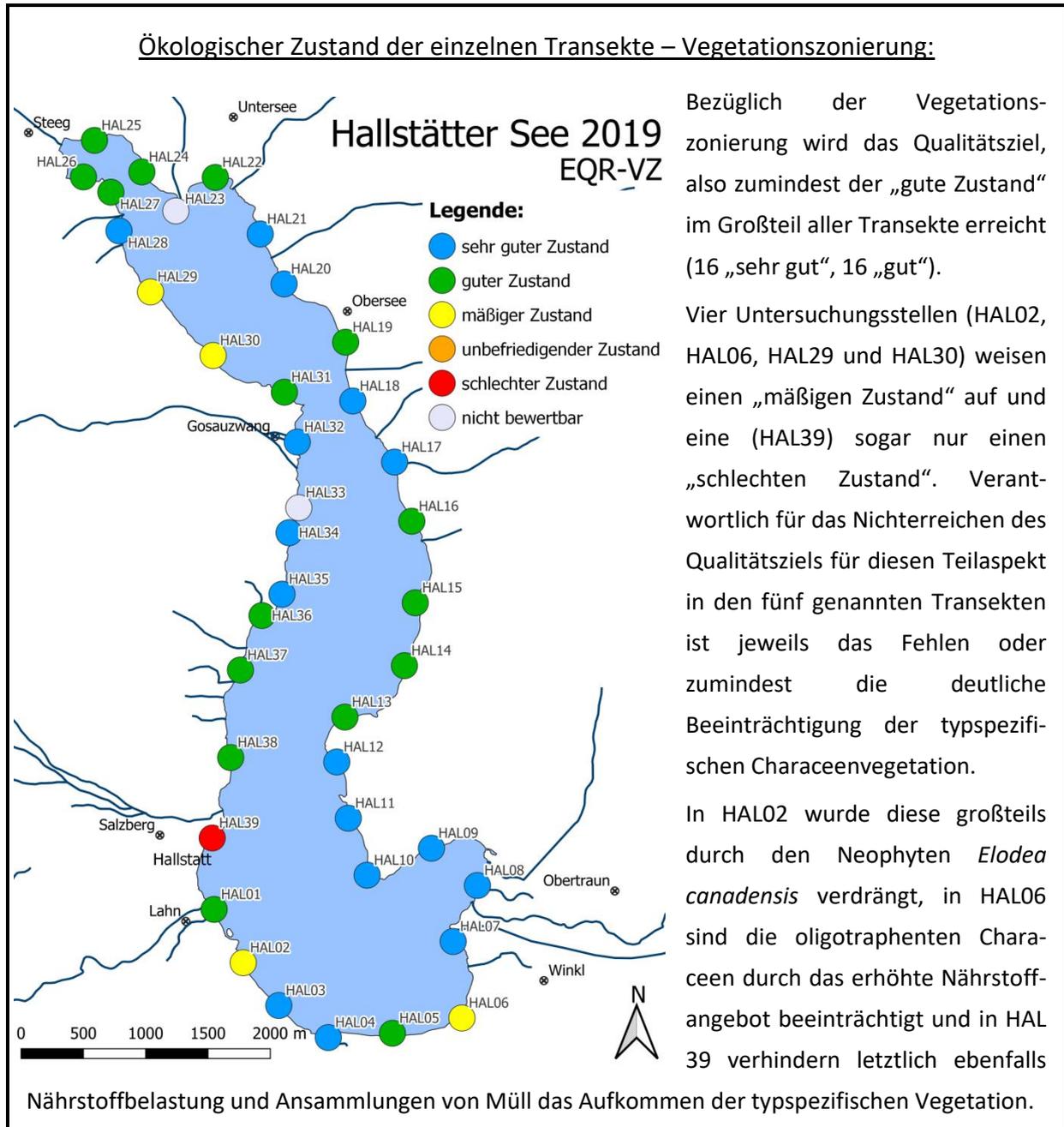
5.1.2.2 EQR-VD (Ökologischer Zustand hinsichtlich Vegetationsdichte)



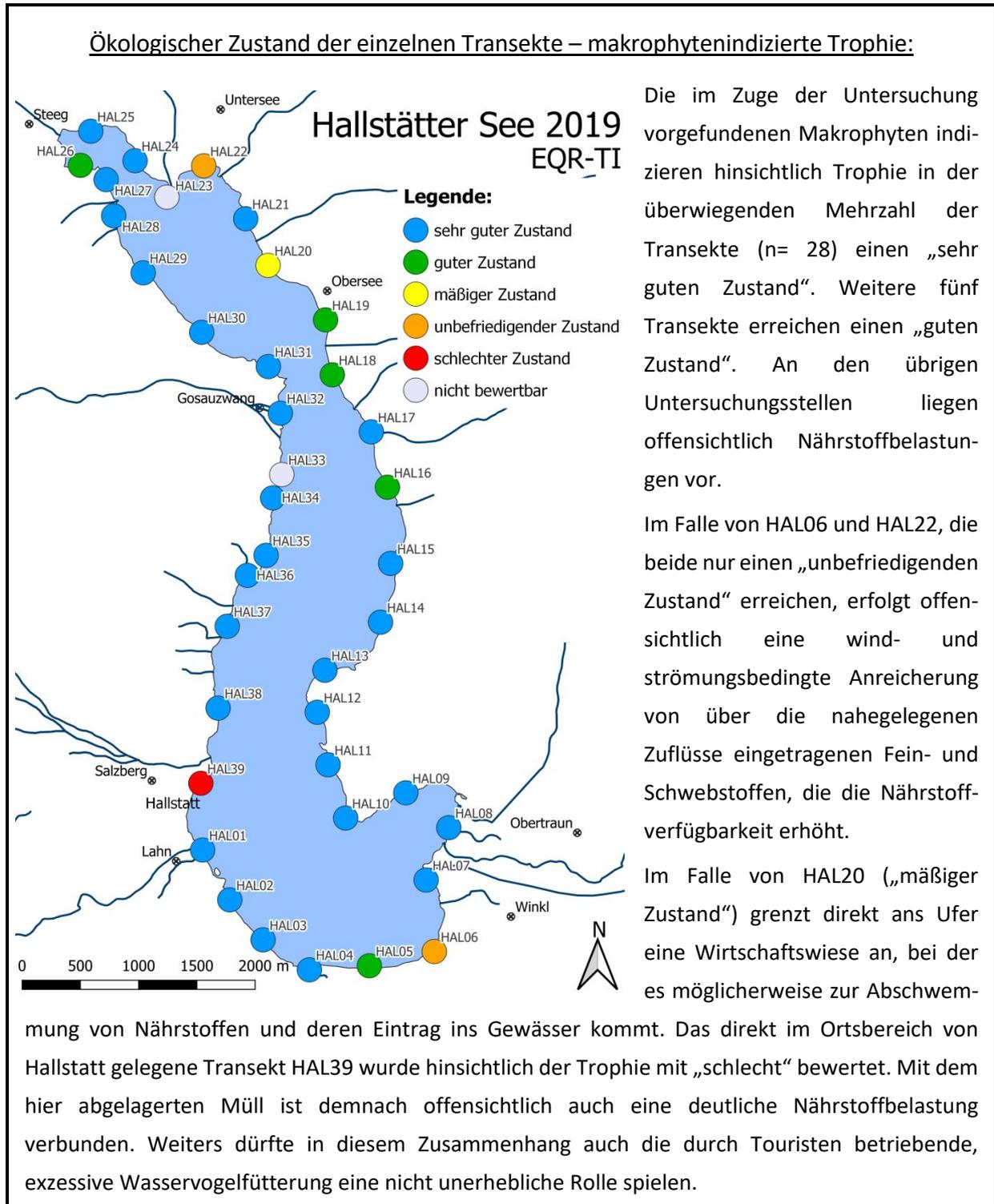
5.1.2.3 EQR-VL (Ökologischer Zustand hinsichtlich Vegetationsgrenze)



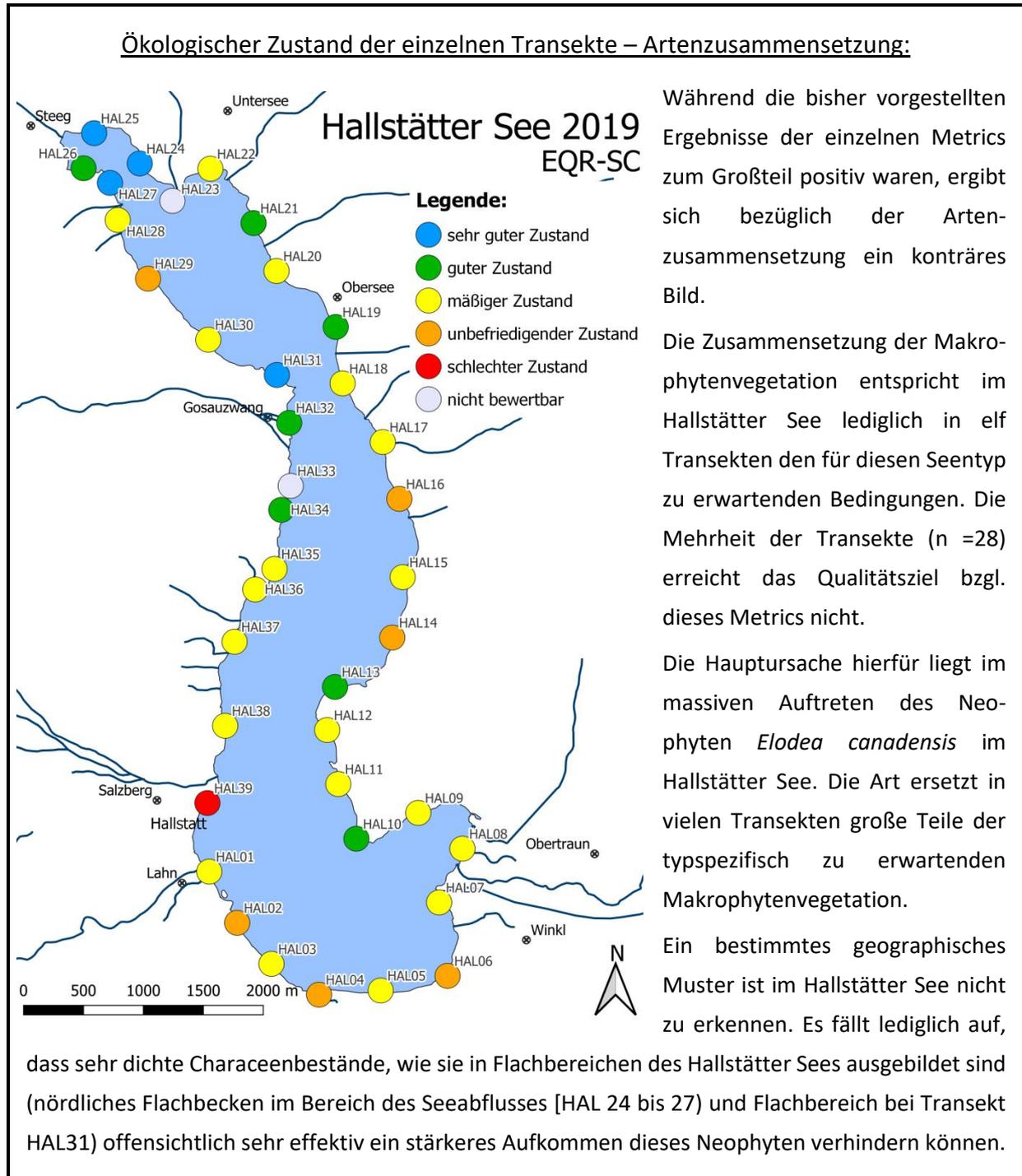
5.1.2.4 EQR-VZ (Ökologischer Zustand hinsichtlich Vegetationszonierung)



5.1.2.5 EQR-TI (Ökologischer Zustand hinsichtlich Nährstoffbelastungen)



5.1.2.6 EQR-SC (Ökologischer Zustand hinsichtlich Artenzusammensetzung)





6 ZUSAMMENFASSUNG

Mit der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, EUROPÄISCHE KOMMISSION, 2000) wird das Ziel verfolgt, einen guten Zustand der Oberflächengewässer herbeizuführen und langfristig zu erhalten. Die Qualität der Gewässer wird hierbei über die in ihnen lebenden Organismen erhoben, wobei eine der zur Bewertung des ökologischen Zustands heranzuziehenden „Qualitätskomponenten“ die Makrophytenvegetation ist.

In Österreich wurden für WRRL-bezogene Makrophytenuntersuchungen in Seen spezielle Methoden entwickelt (BMLFUW, 2015). Die Vegetationserhebung erfolgt hierbei durch eine Kombination von Echosondierung des Gesamtsees und gezielter Betauchung ausgewählter Transekte (JÄGER et al., 2002, 2004), zur Bewertung kommt ein multimetrisches System zum Einsatz (PALL & MOSER, 2009).

Im Hallstätter See erfolgte eine erste detaillierte Makrophytenerhebung nach dieser Methode im August 2019. Im Rahmen der durchgeführten Transektkartierung konnten insgesamt 38 Taxa nachgewiesen werden. 30 davon zählen zu den Hydrophyten. Von diesen sind 13 Vertreter der Characeen, zwei gehören zu den Moosen und 15 zur Gruppe der Höheren Pflanzen. Hinzu kommen 8 Taxa, die zur Röhrichtvegetation gehören. Schwimmblattarten waren nicht vertreten. Die Hälfte der vorkommenden Taxa hat einen Eintrag in den Roten Listen Österreichs. Somit ist die Makrophytenvegetation des Hallstätter Sees alleine aus naturschutzfachlicher Sicht als äußerst wertvoll einzustufen.

Die für Seen der Nördlichen Kalkhochalpen <1.000 m ü.A. zu erwartenden Characeen stellen fast 60 % der Gesamtpflanzenmenge. Der Mengenanteil von Höheren submersen Pflanzen beträgt etwa 40 %, jener submerser Moose lediglich 0,04 %. Die überwiegend sehr steil abfallenden Ufer des Hallstätter Sees stellen weder für Schwimmblatt- noch für Röhrichtarten besonders geeignete Standorte dar. So fehlen im Hallstätter See naturgemäß Schwimmblattpflanzen völlig und größere Röhrichtbestände sind nahezu ausschließlich auf die flach auslaufenden Uferzonen am Nord- und Südufer des Sees beschränkt. Entsprechend gering fällt mit 1,5 % der RPM-Wert dieser Artengruppe aus.

Die Vegetationsausstattung des Sees entspricht demnach nur annähernd den typspezifisch zu erwartenden Gegebenheiten. Als dominante Pflanzengruppe erweisen sich zwar erwartungsgemäß Characeen, die allerdings nur etwas mehr als die Hälfte der insgesamt vorhandenen Pflanzenmenge stellen. Höhere submersen Pflanzen machen hingegen einen für diesen Seentyp unüblich hohen Anteil von mehr als einem Drittel der Gesamtpflanzenmenge aus.

Die dominante Art, sowohl innerhalb der Characeenvegetation als auch insgesamt, ist *Chara aspera*. Als zweithäufigste Art folgt bereits der Neophyt *Elodea canadensis*, welcher zugleich die mengenmäßig bedeutendste Art der submersen Höheren Pflanzen repräsentiert. Bei den submersen Moosen ist *Calliergonella cuspidata* die häufigste Art. Als dominantes Taxon innerhalb der Gruppe der Röhrichtvegetation tritt *Phragmites australis* auf.

Auskunft über die tatsächlich im Gewässer vorhandenen Pflanzenmengen einzelner Arten oder Artengruppen erhält man über die Betrachtung der mittleren Absoluten Pflanzenmenge (mAPM), welche aus Gründen der Verdeutlichung wiederum als Besiedelungsanteil angegeben wird. Betrachtet man den Realen Besiedelungsanteil (BA-real), also jenen Anteil an der tatsächlich im Hallstätter See von Makrophyten besiedelten Fläche (bis ca. 8,7 m [uferlängengewichtet]), so wird ersichtlich, dass die Pflanzenmengen nicht allzu hoch sind. So weist insgesamt in etwa die Hälfte des besiedelten Bereichs auch tatsächlich Bewuchs auf. Dies entspricht allerdings durchaus den typspezifisch zu erwartenden Gegebenheiten. Die häufigste Pflanzengruppe, also die Characeen, belegen fast 30 % des insgesamt besiedelten Lebensraums und Höhere submerse Pflanzen etwas weniger als ein Fünftel. Der Anteil der bewachsenen Fläche des Röhrichs beträgt etwas weniger als 1 % und jener der Moose lediglich 0,02 %.

Vorkommen, Pflanzenmengen und Tiefenverbreitung aller im Hallstätter See vorkommenden Arten sind im vorliegenden Bericht graphisch dargestellt und werden vor dem Hintergrund der jeweiligen ökologischen Ansprüche beschrieben und diskutiert. Eine detaillierte kartographische Darstellung der Vegetationsverhältnisse findet sich im beiliegenden Kartenband (PLACHY et al. 2020).

Der Artenreichtum im Hallstätter See ist als mäßig zu bezeichnen. Im Mittel wurden 6,9 Hydrophyten pro Transekt festgestellt. Die artenreichsten Bestände fanden sich dabei am nordöstlichen Ufer (HAL21, 14 Arten). Das Minimum wurde in einem Transekt am Nordostufer (HAL23, keine Hydrophyten) festgestellt. In diesem Bereich mündet allerdings ein Zufluss ein, wodurch das dortige Substrat instabil ist und keinen geeigneten Untergrund für Hydrophyten bietet. Das Artenminimum in Transekten mit submerser Vegetation findet sich in HAL33 mit lediglich einer Art.

Mit im Mittel „mäßig dichten“ bis „dichten Pflanzenbeständen“ ist die Vegetationsdichte im Hallstätter See nicht besonders hoch. Hierbei ist festzustellen, dass sich die höchsten erzielten Vegetationsdichten im nördlichen Flachbecken beim Ausrinn in die Traun ergeben. Die dortige Vegetation ist als „sehr dicht“ zu bezeichnen. Die niedrigste Vegetationsdichte herrscht in den anthropogen stark genutzten Uferabschnitten im Ortsbereich von Hallstatt und nördlich davon, wo nur Einzelpflanzen vorgefunden wurden.

Die aquatische Vegetation reicht am Hallstätter See im Mittel bis 9,3 m (nördliches Flachbecken bei Berechnung ausgenommen). Maximal werden 14,5 m, minimal, sofern ein submerser Bewuchs vorhanden ist, 4 m erreicht. Die Vegetationsgrenze im Hallstätter See liegt damit weniger tief, als es für diesen Gewässertyp zu erwarten wäre. Bei der in den letzten 15 Jahren gegebenen mittleren Sichttiefe von ca. 6,5 m sollte die Makrophytenvegetation jedenfalls in größere Wassertiefen vordringen können.

Die typspezifische Vegetationszonierung (in Richtung Tiefe: Characeen des Flachwassers, Characeen des Mittleren Tiefenbereichs, Characeen der Tiefe und/oder Nitellafluren) ist am Hallstätter See nur teilweise ausgebildet. Zum Teil mag dies durch das streckenweise steil abfallende Ufer und grobsteiniges Substrat bedingt sein. Häufig werden allerdings anstelle der Characeen des Flachwassers



(oder jedenfalls diese deutlich dominierend) dichte Bestände niederwüchsiger Höherer Pflanzen angetroffen. Diese werden fast zur Gänze vom Neophyten *Elodea canadensis* gebildet. Noch deutlicher tritt dies im mittleren Tiefenbereich zu Tage, in welchem mit *Elodea canadensis* niederwüchsige Höhere Pflanzen über weite Strecken dominieren. Lediglich in der untersten Tiefenzone sind im Hallstätter See großteils die typspezifisch zu erwartenden Characeenwiesen der Tiefe ausgebildet.

Der Makrophytenindex ist ein Maß für die Nährstoffbelastung im Uferbereich von Seen. Die Skala reicht von 1 = „sehr gering“ bis 5 = „sehr stark“. Im Mittel errechnet sich für den Hallstätter See ein Makrophytenindex von 1,75 was einer „sehr geringen“ bis „geringen Nährstoffbelastung“ entspricht. In zwei Untersuchungsstellen (HAL19 & HAL20) zeigen die Makrophyten eine „mäßige Nährstoffbelastung“ an. Eine nochmals höhere Belastung („erheblich“) liegt gemäß der Makrophytenvegetation in den Transekten HAL06 und HAL22 vor. Diese befinden sich jeweils im Einflussbereich von Zuflüssen. HAL39, im Ortsbereich von Hallstatt gelegen, weist letztlich sogar eine „sehr starke“ Nährstoffbelastung auf.

Bezüglich der einzelnen bewertungsrelevanten Aspekte der Makrophytenvegetation zeigen die Metrics Vegetationsdichte (EQR-VD) und Trophie-Indikation (EQR-TI) einen „sehr guten ökologischen Zustand“ an, die Metrics Vegetationsgrenze (EQR-VL) und Vegetationszonierung (EQR-VZ) jeweils einen „guten“ und das Metric Artenzusammensetzung (EQR-SC) einen „mäßigen“ Zustand.

Bezüglich der Vegetationsdichte und Trophie-Indikation liegen die Verhältnisse im Hallstätter See jenen, die im Referenzzustand zu erwarten wären, sehr nahe. Die Gegebenheiten bzgl. Vegetationsgrenze und Vegetationszonierung weichen leicht von einer Situation ohne Beeinträchtigung ab. Die Artenzusammensetzung zeigt eine signifikante Abweichung von einem guten Zustand. Als maßgebliche Ursache für das schlechte Abschneiden des Metrics Artenzusammensetzung ist das mengenmäßig bedeutende Aufkommen des Neophyten *Elodea canadensis* anzuführen.

Auf Basis des Qualitätselements Makrophyten ist der Hallstätter See mit „gut“ zu bewerten. Gemäß den Kartierungsergebnissen aus dem Jahr 2019 befinden sich die Uferabschnitte zu etwas mehr als einem Drittel in einem „sehr guten“, zu etwa der Hälfte in einem „guten“ und zu jeweils ca. 5 % in einem „mäßigen“ und in einem „unbefriedigenden ökologischen Zustand“. Weitere etwa 5 % der Uferlänge stellen keinen potenziellen Wuchsort für aquatische Makrophyten dar.

7 VERZEICHNISSE

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Der Hallstätter Sees (mit gelber Linie hervorgehoben) und sein Einzugsgebiet (rote Linie: gesamt; orange Linie: ohne Seen innerhalb des Einzugsgebiets) sowie ausgewählte Fließgewässer (blaue Linien) (Grundkarte © basemap.at, eigene Editierung).	5
Abb. 2: Lage des Hallstätter Sees (© OpenStreetMap-Mitwirkende).....	6
Abb. 3: Volumsgewichteter Gesamtphosphor im Epilimnion (0-25 m) des Hallstätter Sees von 1995 bis 2019 mit Trendlinie (N= 25; Datenquelle: BAW).....	8
Abb. 4: Mittleres volumsgewichtetes Orthophosphat (0-20 m) des Hallstätter Sees der Jahre 2007 bis 2019 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (N= 310; Datenquelle: H2O Fachdatenbank). ..	9
Abb. 5: Konzentration des Nitrat-Stickstoffs (volumsgewichtet) im Epilimnion (0-25 m) des Hallstätter Sees zwischen 2002 und 2019 mit Trendlinie (N= 18; Datenquelle: BAW).....	10
Abb. 6: Volumsgewichteter Ammonium-Stockstoff im Epilimnion (0-25 m) des Hallstätter Sees der Jahre 2003 bis 2019 mit Trendlinie (N= 17; Datenquelle: BAW).	10
Abb. 7: Mittlere volumsgewichtete Chlorid-Werte (0-20 m) im Hallstätter See der Jahre 2007 bis 2019 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (N= 310; Datenquelle: H2O Fachdatenbank).	11
Abb. 8: Mittlere volumsgewichtete Wassertemperaturen (0-20 m) des Hallstätter Sees von 2007 bis 2019 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (N= 360; Datenquelle: H2O Fachdatenbank). ..	12
Abb. 9: Sichttiefenwerte des Hallstätter Sees von 1995 bis 2019 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (N= 75; Datenquelle: BAW).	13
Abb. 10: Jahresmittel des Chlorophyll-a-Gehalts im Epilimnion des Hallstätter Sees von 1995 bis 2019 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (N= 75; Datenquelle: BAW).....	14
Abb. 11: Mittleres Biovolumen des Phytoplanktons im Hallstätter See von 2007 bis 2018 mit saisonaler Schwankungsbreite und Trendlinie (2019 nicht online verfügbar; N= 48; Datenquelle: H2O Fachdatenbank).....	15
Abb. 13: Echosondierung.	16
Abb. 14: Tauchkartierung.	16
Abb. 15: Lage der kartierten Transekte im Hallstätter See (Grundkarte © basemap.at, eigene Editierung).	19
Abb. 16: Mengenanteile der verschiedenen Artengruppen im Hallstätter See.....	33
Abb. 17: Überblicksweise Darstellung der Mengenanteile der einzelnen Taxa im Hallstätter See (Farbgebung gemäß Artengruppe). Genaue Werte in jeweiligen Factsheets.....	34



7.2 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Schätzsкала für die Pflanzenmenge.	18
Tab. 2: Zusammenhang zwischen PMI und PM.....	20
Tab. 3: Angenommene Tiefenausbreitung der verschiedenen Vegetationsgruppen.	22
Tab. 4: Metrics von AIM – Modul 1 „Trophie und allgemeine Degradation“.	25
Tab. 5: Referenzwerte bzw. –zustände für die einzelnen Metrics (Seen der Nördlichen Kalkhochalpen < 1000 m ü.A.).	26
Tab.6: EQR-Wertebereiche für die verschiedenen ökologischen Zustandsklassen mit entsprechender Farbgebung.....	26
Tab. 7: Arteninventar des Hallstätter Sees. Spalte 1: wissenschaftliche Bezeichnung; Spalte 2: deutsche Artnamen; Spalte 3: Einordnung in den Roten Listen gemäß NIKLFELD (1999) (* = Vertreter der Charophyta und daher generell als gefährdet einzustufen, 1 = vom Aussterben bedroht, 2 = stark gefährdet, 3 = gefährdet, -r = regional gefährdet); Spalte 4: seentypspezifische Charakterisierung (Definition s. Kapitel 4.4, 2. Absatz): Ref = Referenzart, Typ = typspezifische Art, Ind = Indifferent, Bel = Belastungszeiger, Stör = Störzeiger, N = Neophyt, Npi = potenziell invasiver Neophyt, Ni = invasiver Neophyt (Ausweisung der Neophyta gemäß ESSL & RABITSCH [2002]); Spalte 5: Lebensform: Hyd = Hydrophyt, A = Amphiphyt, H = Helophyt, SW = Sonstige ans Wasser gebundene Art; Spalte 6: in den Graphiken verwendete Abkürzungen. Taxonomie der Charophyta gemäß KRAUSE (1997), Taxonomie der Bryophyta gemäß FRAHM & FREY (2004), deutsche Artnamen nach NEBEL & PHILIPPI (2000, 2001), Taxonomie und deutsche Bezeichnungen der Spermatophyta gemäß FISCHER et al. (2008).....	29
Tab. 8: Mittlere Absolute Pflanzenmenge der verschiedenen Pflanzengruppen mit Maxima und errechneten Besiedelungsanteilen im Hallstätter See.....	32

7.3 Literatur

- BAW, 2010: Natürliche und künstliche See Österreichs größer als 50 ha, Stand 2009.- Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Wassergüte und Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde (Hrsg.), Schriftenreihe des Bundesamtes für Wasserwirtschaft 33: 417pp.
- BINZ, H.R., 1980: Der Schilfrückgang – ein Ingenieurproblem?- Jber. Verb. Schutz Landschaftsbild Zürichsee 53: 35-52.
- BLINDOW, I.; 1988: Phosphorus toxicity.- Chara.-Aquat. Bot. 32: 393–395.
- BMLFUW (Hrsg.), 2015: Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Teil B3 – Makrophyten.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien, 67pp.
- BURNAND, J., 1980: Die Entwicklung des Röhrichts am Züricher Ufer des Zürichsees.- Ber. Verb. Schutz Landschaftsbild Zürichsee 53: 53-69.
- CASPER, S.J. & KRAUSCH, H.-D.; 1980: Pteridophyta and Anthophyta 1.- In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 23. Hrsg. v. Ettl, H., Gerloff, J. Heyming, H., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 1-403.
- CASPER, S.J. & KRAUSCH, H.-D.; 1981: Pteridophyta and Anthophyta 2.- In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 24. Hrsg. v. Ettl, H., Gerloff, J. Heyming, H., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York, 412-942.
- CORILLON, R.; 1957: Les Charophycées de France et d'Europe occidentale.- Bull. Soc. Sci. Bretagne 32, 1-498.
- DITTRICH, A. & WESTRICH, B., 1990: Erosionserscheinungen und Schilfrückgang in der Flachwasserzone des Bodensees.- In: Sukopp, H., Krauss, M. (Hrsg.): Ökologie, Gefährdung und Schutz von Röhrichtpflanzen – Ergebnisse des Workshops in Berlin (West) 13.-15.10.1988.- Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Schriftenreihe d. FB. Landschaftsentwicklung d. TU Berlin 71: 86-93.
- DUMFARTH, E. & PALL, K.; 2004: Mit Schall - Methoden zur Kartierung von Unterwasservegetation. In: Der Vermessungsingenieur, Heft 6/04.
- DYKYJOVA, D., 1990: Ökologische Funktion und Bedürfnisse des Röhrichts.- In: Sukopp, H., Krauss, M. (Hrsg.): Ökologie, Gefährdung und Schutz von Röhrichtpflanzen – Ergebnisse des Workshops in Berlin (West) 13.-15.10.1988.- Landschaftsentwicklung und Umweltforschung, Schriftenreihe d. FB. Landschaftsentwicklung d. TU Berlin 71: 121-140.
- ESSL, F. & RABITSCH, W., 2002: Neobiota in Österreich.- Umweltbundesamt. Wien. 432pp.



- EUROPÄISCHE KOMMISSION; 2000: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.- European Commission PE-CONS 3639/1/100 Rev. 1, Luxemburg.
- FICKER, H., GASSNER, H., ACHLEITNER, D., SCHABETSBERGER, R., 2011: Ectogenic Meromixis of Lake Hallstättersee, Austria, Induced by Waste Water Intrusions from Salt Mining. *Water Air and Soil Pollution*. 218. 109-120.
- FISCHER, M.A., OSWALD, K. & ADLER, W., 2008: Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol.- 3. Auflage, Linz, 1392pp.
- FORSBERG, C., 1964: Phosphorus, a maximum factor in the growth of Characeae.- *Nature* 201: 517–518.
- FORSBERG, C., 1965a: Nutritional studies of Chara in axenic cultures.- *Physiologia Plantarum* 18: 275-290.
- FORSBERG, C., 1965b: Environmental conditions of Swedish charophytes.- *Symb. Bot. Ups.* 18/4: 1-67.
- FRAHM, J.-P. & FREY, W., 2004: Moosflora.- 4. Auflage, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 538pp.
- GASSNER H., LUGER M., ACHLEITNER D., PAMMINGER-LAHNSTEINER B., 2018: Hallstätter See (2017) - Standardisierte Fischbestandserhebung und Bewertung des fischökologischen Zustandes gemäß EU-WRRL.- Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und Seenkunde, Scharfling 18, 5310 Mondsee, Bericht, 31pp.
- GREGOR, T. & HOHLA, M., 2008: *Potamogeton x sparganiifolius* Laest. ex Fr. Fundnummer: 100328485.- <https://www.zobodat.at/belege.php?id=100328485>.
- GZÜV, 2006: Verordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern; Gewässerzustandsüberwachungsverordnung samt Anhängen; BGBl. II Nr. 479/2006.
- HUTCHINSON, G.E.; 1975: A treatise on limnology -Vol III, Limnological Botany.- John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Toronto, 660pp.
- ISELI, C. & IMHOF, T., 1987: Bieler See 1987: Schilfschutz, Erhaltung und Förderung der Naturufer.- Schr.Reihe Ver. Bielersee-Schutz 2: 151pp.
- IVERSEN, J.; 1929: Studien über die ph-Verhältnisse dänischer Gewässer und ihren Einfluss auf die Hydrophyten-Vegetation.-*Bot. Tidskr.* 40, 277-326.
- JÄGER, P., PALL, K. & DUMFARTH, E.; 2002: Zur Methodik der Makrophytenkartierung in großen Seen.- Österreichs Fischerei 10, 230 – 238.

- JÄGER, P., PALL, K. & DUMFARTH, E.; 2004: A method of mapping macrophytes in large lakes with regard to the requirements of the Water Framework Directive.- *Limnologica*34, 140 – 146.
- JANAUER, G.A., ZOUFAL, R., CHRISTOPH-DIRRY, P. & ENGLMAIER, P.; 1993: Neue Aspekte der Charakterisierung und vergleichenden Beurteilung der Gewässervegetation.- *Ber. Inst. Landschafts-Pflanzenökologie Univ. Hohenheim 2*: 59-70.
- JERSABEK, C.D., 2020: Ökologischer Zustand der Seen im Land Oberösterreich – Bewertung anhand des biologischen Qualitätselementes Phytoplankton, gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (GZÜV 2009).- Im Auftrag der Oberösterreichischen Landesregierung, 205pp.
- KOHLER, A., 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen.- *Landschaft + Stadt 10/2*: 73-85.
- KOHLER, A., BRINKMEIR, R. & VOLLRATH, H.; 1974: Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. -*Ber. Bayer. Bot. Ges.* 45, 5-36.
- KRAMBECK, C., 1990: Water quality protection by retention agricultural nonpoint source pollutants in riparian buffer strips and other wetland types.- A review.
- KRAUSE, W.; 1969: Zur Characeenvegetation der Oberrheinebene.-*Arch. Hydrobiol. Suppl.* 35, 203-253.
- KRAUSE, W.; 1971: Die makrophytische Wasservegetation der südlichen Oberrheinaue – Die Äschenregion.- *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 37, 387-465.
- KRAUSE, A.; 1972: Einfluß der Eutrophierung und anderer menschlicher Einwirkungen auf die Makrophytenvegetation der Oberflächengewässer.- *Berichte über Landwirtschaft* 50/1, 140-146.
- KRAUSE, W., 1997: Charales.- In: Ettl, H. & Gärtner G. (Hrsg.): Süßwasserflora von Mitteleuropa 18, Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, 202pp.
- KRAUSCH, H., 1996: Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen.- Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, 315pp.
- KRUMSCHEID, P., STARK, H. & PEINTINGER, M., 1989: Decline of reed at lake Constance (Obersee) since 1967 based on interpretation of aerial photographs.- *Aquat. Bot.* 35: 57-62.
- KRUMSCHEID-PLANKERT, P., 1990: Röhrichschutzmaßnahmen am Bodensee – Obersee.- *Landschaftsentwicklung und Umweltforschung Berlin*.
- KSENOFONTOVA, T., 1989: General changes in the Matsalu Bay reedbeds in this century and their present quality.- *Aquat. Bot.* 35: 111-120.



- LACHAVANNE, J.-B., WATTENHOFER, R.; 1975: Evolution du couvert végétale de la Rade de Genève - Saussurea, 6, 217-230.
- LANG, G.; 1973: Die Makrophytenvegetation in der Uferzone des Bodensees unter besonderer Berücksichtigung ihres Zeigerwertes für den Gütezustand.- Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee, Ber. 12, 1-67.
- LANG, G.; 1981: Die submersen Makrophyten des Bodensees -1978 im Vergleich mit 1967. -Ber. Int. Gewässerschutzkomm. Bodensee 26, 1-64.
- LENHART, B., HAMM, A., HARLACHER, R., PALL, K., VALENTIN, F., KUCKLENTZ, V., BOHL, E., SCHAUMBURG, J., 1995: Limnologische Entwicklung des Kochelsees 1979 – 1993.- Inf.ber. Bayer. Landesamtes Wasserwirtsch. 2/95: 161pp.
- MELZER, A., 1988: Der Makrophytenindex: eine biologische Methode zur Ermittlung der Nährstoffbelastung von Seen.- Habilitationsschrift Technische Universität, München.
- MELZER, A., HARLACHER, R., HELD, K., SIRCH, R. & VOGT, E., 1986: Die Makrophytenvegetation des Chiemsees.- Informationsbericht Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 4/86: 210pp.
- MELZER, A., HARLACHER, R., HELD, K. & VOGT, E., 1988: Die Makrophytenvegetation des Ammer-, Wörth- und Pilsensees sowie des Weißlinger Sees.- Informationsbericht Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 1/88: 262pp.
- MOORE, J.A., 1986: Charophytes of Great Britain and Ireland, BSBI Handbook No. 5.- Botanical Society of the British Isles, 141pp.
- MORET, J. L., 1979: Les Grangettes – Objet naturel d'importancenationale. Les roseliéreslacustres.-Ber. d. Univers. Lausanne, 27pp.
- MOSS, B., 1983: The Norfolk Broadlands: experiments in the restoration of a complex wetland.- Biol. Rev. 58: 521-561.
- NEBEL, M. & PHILIPPI, G. [HRSG.], 2000: Die Moose Baden-Württembergs, Band 1.- Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 512pp.
- NEBEL, M. & PHILIPPI, G. [HRSG.], 2001: Die Moose Baden-Württembergs, Band 2.- Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 529pp.
- NIKL FELD, H., 1999: Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs.- Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz (Wien) 10: 292pp.
- ÖNORM M6231, 2001: Richtlinie für die ökologische Untersuchung und Bewertung von stehenden Gewässern.- Österreichisches Normungsinstitut (Hrsg.), Wien.

- PALL, K., 1996: Die Makrophytenvegetation des Attersees und ihre Bedeutung für die Beurteilung des Gewässerzustandes.- In: Oberösterreichischer Seeuferkataster, Pilotprojekt Attersee; Studie im Auftrag der Oberösterreichischen Landesregierung sowie des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 49pp.
- PALL, K.; 1999: Die Makrophytenvegetation des Großen Vätersees.- Untersuchung im Auftrag des Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin, unveröff. Bericht.
- PALL, K.; 2009: Makrophytenkartierung Ossiacher See – Bewertung.- Untersuchung im Auftrag des Wasserverbands Ossiacher See.
- PALL, K. & HARLACHER, R.; 1992: Die Makrophytenvegetation des Kochelsees.-Untersuchung im Auftrag des Wasserwirtschaftsamts Weilheim, unveröff. Bericht, 111pp.
- PALL, K. & JANAUER, G. A.; 1995: Die Makrophytenvegetation von Flußstauen am Beispiel der Donau zwischen Fluß-km 2552,0 und 2511,8 in der Bundesrepublik Deutschland.- Arch. Hydrobiol. Suppl. 101, Large Rivers 9/2: 91-109.
- PALL, K. & JANAUER, G.A.; 1999: Makrophyteninventar der Donau.-Schriftenreihe der Forschung im Verbund 38, 116pp.
- PALL, K. & MOSER, V., 2009: Austrian Index Macrophytes (AIM-Module 1) for lakes: a Water Framework Directive compliant assessment system for lakes using aquatic macrophytes.-Hydrobiologia 633: 83-104.
- PALL, K. & MAYERHOFER, V., 2015: Leitfaden zur Erhebung der Biologischen Qualitätselemente, Teil B3 – Makrophyten.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Hrsg.), Wien, 64pp.
- PALL, K., RÁTH, B. & JANAUER, G., 1996: Die Makrophyten in dynamischen und abgedämmten Gewässersystemen der Kleinen Schüttinsel (Donau Fluß-km 1848 bis 1806) in Ungarn.- Limnologica, 26/1: 105-115.
- PALL, K., MOSER, V., MAYERHOFER, S. & TILL, R., 2005: Makrophyten-basierte Typisierung der Seen Österreichs.- Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, unveröff. Bericht, 62pp.
- PLACHY, B., HABERSETZER, L., PALL, A. & PALL, K., 2020: Makrophytenkartierung Hallstätter See 2019 – Kartenband.- Untersuchung im Auftrag der Landesregierung Oberösterreich und des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, 47pp.
- PRESTON, C.D., 1995: Pondweeds of Great Britain and Ireland.- Botanical Society of the British Isles, 352 pp.



PRIES, E., 1985: Allgemeine Ursachen des Röhrichtrückganges.- Naturschutzarbeit in Mecklenburg 28: 69-74.

QZV Ökologie OG, 2010: Verordnung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des ökologischen Zustandes für Oberflächengewässer (Qualitätszielverordnung Ökologie Oberflächengewässer – QZV Ökologie OG) samt Anhängen; BGBl. II Nr. 99/2010.

SCHÄFER, R., 1984: Schilfsterben.- Nature 5: 35-37.

SUKOPP, H. & MARKSTEIN, B., 1989: Die Vegetation der Berliner Havel. Bestandsveränderungen 1962-1987.- Landschaftsentw. u. Umweltforsch., Schriftenr. d. FB Landschaftsentw. d. TU Berlin 64, 128pp.

WILMANN, O.; 1973: Ökologische Pflanzensoziologie -UTB 269, Heidelberg, 288pp.

WIUM-ANDERSEN, S., ANTHONI, U., CHRISTOPHERSEN, G. & HOUEN, G., 1982: Alleopathic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales).- Oikos 39: 187-190.

7.4 Internetquellen

Hallstatt, AEIOU, in: Austria-Forum, das Wissensnetz, <https://austria-forum.org/af/AEIOU/Hallstatt>, 09. April 2018, Zugriff: 27.03.2020.

H2O Fachdatenbank: <https://wasser.umweltbundesamt.at/h2odb/fivestep/abfrageQdPublic.xhtml>, Zugriff: 26.03.2020.

IUCN: <https://www.iucnredlist.org/species/164138/13572532#habitat-ecology>, Zugriff: 23.04.2020.

7.5 Bildquellen

alle Fotos, insofern nicht anders angegeben: © systema

Grundkarte: © basemap.at, Verfügbar unter: <https://www.basemap.at/> (12.10.2020)

Lage Hallstätter See: © OpenStreetMap-Mitwirkende, Lizenz unter:
<https://www.openstreetmap.org/copyright>, Verfügbar unter:
<https://www.openstreetmap.org> (12.10.2020)

8 ANHANG

Jeweilige **EQR-Werte** (auf zwei Nachkommastellen gerundet) der verschiedenen Metrics nach Transekten im Hallstätter See.

Transekt	Uferlänge [m]	EQR-VD	EQR-VL	EQR-VZ	EQR-TI	EQR-SD	EQR-gesamt
HAL01	510,23	0,90	0,70	0,70	1,00	0,42	0,74
HAL02	471,69	0,84	0,73	0,50	1,00	0,36	0,69
HAL03	406,95	0,86	0,75	0,90	1,00	0,59	0,82
HAL04	667,78	1,00	0,66	1,00	0,89	0,37	0,78
HAL05	530,98	0,70	0,75	0,70	0,75	0,53	0,69
HAL06	620,11	0,92	0,76	0,50	0,34	0,29	0,56
HAL07	496,66	1,00	0,75	0,90	0,91	0,42	0,80
HAL08	1156,35	1,00	0,76	0,90	0,99	0,50	0,83
HAL09	576,26	1,00	0,88	1,00	0,95	0,60	0,89
HAL10	655,02	1,00	0,84	0,90	0,89	0,61	0,85
HAL11	324,36	0,94	0,79	0,90	1,00	0,55	0,84
HAL12	648,08	1,00	0,64	0,90	0,86	0,50	0,78
HAL13	862,71	0,67	0,70	0,80	1,00	0,77	0,79
HAL14	541,98	0,81	0,78	0,80	0,92	0,38	0,74
HAL15	468,18	0,81	0,79	0,80	0,89	0,43	0,74
HAL16	867,95	0,88	0,80	0,80	0,76	0,27	0,70
HAL17	580,27	0,97	0,58	0,90	0,84	0,58	0,77
HAL18	463,51	1,00	0,95	0,90	0,72	0,43	0,80
HAL19	503,59	0,97	0,96	0,70	0,63	0,61	0,77
HAL20	802,04	0,91	0,95	0,90	0,57	0,43	0,75
HAL21	600,37	1,00	0,94	1,00	0,93	0,64	0,90
HAL22	465,39	0,93	0,55	0,70	0,38	0,43	0,60
HAL23	639,57	Nicht bewertbar					
HAL24	465,73	1,00	n.b.	0,70	0,92	1,00	0,91
HAL25	642,58	1,00	n.b.	0,70	1,00	0,83	0,88
HAL26	635,2	1,00	n.b.	0,70	0,76	0,70	0,79
HAL27	224,42	1,00	n.b.	0,70	0,99	0,82	0,88
HAL28	553,88	1,00	0,75	0,90	0,91	0,50	0,81
HAL29	684,14	0,96	0,75	0,60	1,00	0,38	0,74
HAL30	515,93	0,91	0,78	0,60	1,00	0,47	0,75
HAL31	858,94	1,00	0,80	0,70	0,97	1,00	0,89
HAL32	576,05	1,00	0,83	1,00	1,00	0,62	0,89
HAL33	414,09	Nicht bewertbar					
HAL34	464,02	1,00	0,86	1,00	1,00	0,68	0,91
HAL35	334,82	0,98	0,80	0,90	0,82	0,58	0,82
HAL36	383,52	1,00	0,80	0,80	0,95	0,58	0,83
HAL37	659,94	0,62	0,75	0,70	1,00	0,55	0,72
HAL38	798,97	0,60	0,70	0,70	1,00	0,60	0,72
HAL39	958,4	0,55	0,58	0,10	0,00	0,00	0,25

Müll in Transekt **HAL39**:





SEEN – MAKROPHYTEN

Anhang

Oberösterreich
2019
Hallstätter See